



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

INVESTIGACION DE PIZARRAS EN LA
RESERVA ESTATAL "SINCLINAL DE TRUCHAS"
(LEON)

MEMORIA

11333

1.990



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

INVESTIGACION DE PIZARRAS
EN LA RESERVA ESTATAL
"SINCLINAL DE TRUCHAS" (LEON)

(MEMORIA)

EGEO s. a.

1990

11333

Director y supervisor del proyecto:

D. GREGORIO GOMEZ MORENO (ITGE)

Jefe del equipo de trabajo y autor de la memoria y cartografías:

D. MANUEL P. HACAR RODRIGUEZ (EGEO, S.A.)

Colaboradores:

D. VICENTE RUBIO UBEDA (EGEO, S.A.)

D. PEDRO VILLAR ALONSO (EGEO, S.A.)

D. MANUEL CASTAÑO MENENDEZ (1987-88)

D. JOSE C. BARROS LORENZO (1988)

Asesores:

D. JOSE R. MARTINEZ CATALAN (Universidad de Salamanca)

D. FRANCISCO GONZALEZ LODEIRO (Universidad de Granada)

D. JUAN C. GUTIERREZ MARCO (C.S.I.C.)

Agradecimientos:

A D. ANDRES PEREZ-ESTAUN (Universidad de Oviedo) por los datos, ideas y sugerencias que nos facilitó.

A las empresas pizarristas de Orense y León que siempre nos han facilitado el acceso a sus instalaciones, honrandonos con su amistad.

Y, a AGUSTIN BLANCO que delineó los planos y a YOLANDA HERNANDEZ y ANTONIA GARCIA que mecanografiaron esta memoria, colorearon los planos, y nos sufrieron estos años.

I N D I C E

1	<u>INTRODUCCION</u>	1
2	<u>ANTECEDENTES</u>	5
3	<u>METODOLOGIA Y ALCANCE DE LA INVESTIGACION</u>	16
4	<u>GEOLOGIA GENERAL DEL AREA</u>	23
4.1	SITUACION GEOGRAFICA Y ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS	23
4.2	ANTECEDENTES GEOLOGICOS	29
4.3	SITUACION DEL AREA EN LA CADENA HERCINIANA	34
4.4	ESTRATIGRAFIA GENERAL	40
4.5	TECTONICA	58
4.6	METAMORFISMO	68
5	<u>LAS PIZARRAS DE INTERES INDUSTRIAL</u>	71
5.1	GENERALIDADES	71
5.2	LAS PIZARRAS DE LUARCA	73
5.3	LAS PIZARRAS DE LA FORMACION AGUEIRA	77
6	<u>CONCLUSIONES</u>	85
7	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	88

I N D I C E

ANEXO I (PLANOS)

- PLANO Nº 1.- Mapa Geológico General
- PLANO Nº 2.- Leyenda y signos convencionales de la cartografía
1/50.000
- PLANO Nº 3.- Cartografía geológica de la Hoja de Barco de
Valdeorras (190)
- PLANO Nº 4.- Cartografía geológica de la Hoja de Silvan (191)
- PLANO Nº 5.- Cartografía geológica de la Hoja de Lucillo (192)
- PLANO Nº 6.- Cartografía geológica de la Hoja de Viana del Bollo
(228)
- PLANO Nº 7.- Cartografía geológica de la Hoja de Encinedo (229)
- PLANO Nº 8.- Cartografía geológica de la Hoja de Castrocontrigo
(230)
- PLANO Nº 9.- Cortes geológicos a escala 1/50.000
- PLANO Nº 10.- Plano de situación de las Zonas A, B y C,
cartografiadas a escala 1/10.000
- PLANO Nº 11.- Cartografía geológica 1/10.000 ZONA-A
- PLANO Nº 12.- Cartografía geológica 1/10.000 ZONA-B
- PLANO Nº 13.- Cartografía geológica 1/10.000 ZONA-C

1 INTRODUCCION

Numerosos lugares de nuestra geografía donde las duras aristas de la roca viva hacen estériles el trabajo del arado, están siendo "labradas" por esforzados canteros, saliendo de su secular postración social y económica. Comarcas enteras donde sus habitantes a duras penas subsistian y de las que emigraban por falta de recursos para llevar una existencia digna, son ahora prósperos lugares de vida y trabajo, gracias a la particular belleza y propiedades de esas mismas rocas, utilizadas como materiales de construcción.

En todas las estadísticas mineras se destaca la importancia del sector de la Rocas Industriales y en particular de las Rocas Ornamentales (pizarras, granitos y mármoles) en la actividad minera de nuestro país, con destino al consumo interior y con destacado peso específico en la exportación.

Esta realidad, hasta ahora, no ha sido asumida en toda su importancia por el sector minero en general, prestándole una atención limitada que no se corresponde con sus verdaderas magnitudes, incidencia social, económica y abiertas posibilidades de futuro.

Este trabajo es una acción de apoyo infraestructural al subsector minero de la Pizarra patrocinado por el ITGE en cumplimiento de las funciones que son de su competencia.

En el siguiente informe se resumen los resultados de la investigación geológica para la prospección de Pizarras en el área donde se encuentra la mayor cuenca pizarrista en explotación del mundo, en las comarcas de Valdeorras (Orense) y La Cabrera (León). Estudios realizados entre 1986 y 1989 por un equipo técnico de EGEO, S.A., bajo la dirección y supervisión del ITGE.

Con esta investigación se han puesto en evidencia la existencia de grandes recursos mineros de estas rocas en la vasta comarca de La Cabrera (León), en continuidad con las explotaciones existentes en dicha región y en la vecina Valdeorras, asegurando las reservas y las posibilidades de nuevas explotaciones.

Además de definir nuevos recursos mineros, este estudio puede ser la información infraestructural necesaria para una adecuada ordenación de estas actividades en la zona.

Los resultados alcanzados no hubiesen sido posibles sin la experiencia y conocimientos geológico-mineros acumulados en los últimos 10 años por el equipo de trabajo, en continua relación con el sector. Demostrando que la especialización y el trabajo paciente y sistemático producen sus frutos.

CUADRO I

El siguiente cuadro resume el valor de la producción minera, en 1987 y 1988, y su variación relativa, para los cuatro grupos tradicionales de sustancias minerales.

CONCEPTO	1987	1988	Variac. %
Productos energéticos ..	226.471.531	221.299.403	- 2,3
Minerales metálicos	47.937.330	55.957.258	+16,7
Minerales no metálicos .	42.036.322	50.048.383	+19,1
Rocas industriales	65.343.154	80.295.929	+22,9
TOTAL	381.788.337	407.600.973	+ 6,8

Unidad: 10³ Pta

FUENTE: Estadística Minera de España (Ministerio de Industria y Energía) y elaboración ITGE

La población minera durante 1988 -última conocida- se distribuyó de la manera que sigue, comparada con la del año 1987:

POBLACION MINERA	1987	1988	Variac. %
Productos energéticos ..	51.094	49.910	- 2,3
Minerales metálicos	7.256	6.206	-14,5
Minerales no metálicos .	6.145	6.164	+ 0,3
Rocas industriales	15.075	16.044	+ 6,4
TOTAL	79.570	78.324	- 1,6

FUENTE: Estadística Minera de España (Ministerio de Industria y Energía) y elaboración ITGE

El número de explotaciones mineras en el mismo año, y su comparación con el año anterior, se distribuyó así:

CONCEPTO	1987	1988	Variac. %
Productos energéticos ..	243	226	- 7,0
Minerales metálicos	45	39	-13,3
Minerales no metálicos .	245	247	+ 0,8
Rocas industriales	2.963	3.069	+ 3,6
TOTAL	3.496	3.581	+ 2,4

FUENTE: Estadística Minera de España (Ministerio de Industria y Energía) y elaboración ITGE

CUADRO II

COMERCIO EXTERIOR DE MINERALES

En el cuadro siguiente se recoge el comercio exterior de minerales en los años 1987 y 1988 -últimos disponibles-, según se contempla en la publicación "Panorama Minero -ITGE". No están incluidos ni hidrocarburos ni uranio.

Se puede observar un déficit creciente del comercio de materias primas minerales en España:

CONCEPTOS	IMPORTACIONES		EXPORTACIONES		SALDO	
	1987	1988	1987	1988	1987	1988
Minerales energéticos.	45.703	47.812	803	2.642	-44.900	-45.170
Minerales metálicos ..	57.464	66.930	13.754	14.212	-43.710	-52.718
Minerales no metálicos	35.881	37.137	26.291	26.708	-9.590	-10.429
Rocas industriales ...	7.505	10.053	27.364	37.192	19.859	27.139
TOTAL MINERIA	146.553	161.932	68.212	80.754	-78.341	-81.178

UNIDAD: Millones de pesetas*

FUENTE: Estadística del Comercio Exterior de España; datos recogidos en Panorama Minero 1987-1988 (ITGE).

Las principales sustancias importadas en 1988 fueron: hulla (45.390 MP), mineral de cobre (22.488 MP), mineral de hierro (16.189 MP), fosfatos (15.976 MP) y bauxita (6.678 MP), que representaron un 65,90% de las importaciones de minerales españolas (sin incluir ni hidrocarburos ni uranio). Las mayores exportaciones de minerales en el mismo año correspondieron a pizarras (14.802 MP), granito (9.771 MP), mármol (8.704 MP), potasas (7.741 MP) y sepiolita (6.358 MP), que significaron un 58,7% de las exportaciones de minerales españolas, con la salvedad indicada.

2 ANTECEDENTES

El uso de pizarras s.l. para techado de viviendas es una práctica ancestral, en aquellas regiones donde afloran rocas que permiten su labrado en lajas o losas delgadas y resistentes a la interperie. Numerosos ejemplos de ello se encuentran en viejas construcciones de nuestra geografía.

El apreciado valor de las Pizarras como material de cubiertas, desde tiempos remotos, se demuestra en edificios como El Escorial y en otras numerosas edificaciones medievales de toda Europa.

El laboreo de las pizarras para este fin, que era una actividad artesanal, con el tiempo se ha transformado en una industria minera de primer orden.

A principios del siglo XX en Gran Bretaña se producían 300.000 Tm. de pizarras para cubiertas de edificaciones, Francia producía 246.000 Tm., Estados Unidos 135.000 Tm., Alemania 90.000 Tm., Italia 40.000 Tm., Portugal 25.000 Tm., Belgica-Luxemburgo 15.000 Tm. y España 5.000 Tm.

En los años cincuenta se inicia verdaderamente el desarrollo de la industria pizarrista en España, animada por la creciente demanda exterior y los grandes recursos a la vista que se encontraron en las provincias del NO. Hasta que en los sesenta se lanza la producción, mecanizándose las labores de extracción y

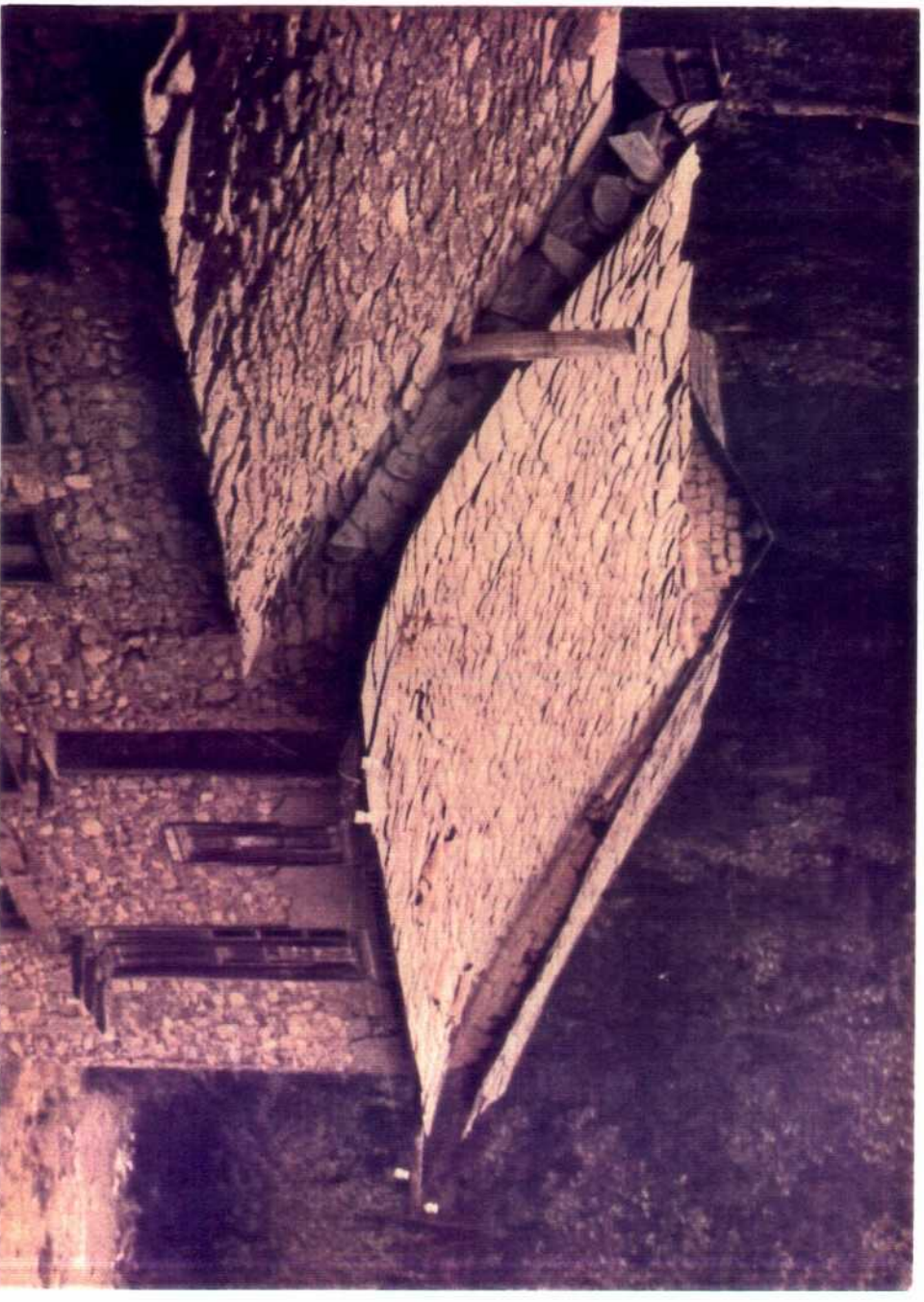


Foto 1.- Viejas construcciones de nuestra geografía.

labrado en los talleres, y no ha parado de crecer hasta la fecha en las zonas con grandes yacimientos (Orense, León, Lugo, La Coruña).

A partir de esas fechas, el crecimiento de este subsector minero ha sido espectacular, hasta situarse la producción y exportaciones españolas en el primer puesto mundial. En 1988 las exportaciones de pizarras españolas alcanzaron la cifra de 14.802 M.P. (aprox. 340.000 Tm.), según la Estadística Minera.

En la Ley de Minas de 1944 la Pizarra se consideró una sustancia de la Sección "A", al ser labores artesanales que se destinaban a uso local y poco más.

A pesar de la importancia creciente y el desorden que se generó con el inicio de las explotaciones a gran escala, no fué hasta 1975, como fruto de los nuevos criterios de valoración de la Ley de Minas de 1973, cuando la Pizarra fué declarada sustancia de la Sección "C". Esta nueva situación contribuyó a la ordenación en cierta medida del sector, y a la consolidación de las empresas productoras.

No es hasta el P.N.A.M.P.M. (1979-1987) cuando la Pizarra, por fin, es considerada de importancia en el panorama minero nacional, declarándola materia prima prioritaria, por ser excedentaria y con fuerte capacidad exportadora.

En la actualidad en España se encuentran en producción unas 80 explotaciones pizarristas de cierta entidad, además de un sinnúmero de labores menores en las áreas productivas. Animado por



Foto 2



Foto 3

LA INDUSTRIA DE LA PIZARRA HOY



Foto 4

la buena salud del sector, casi continuamente se solicitan derechos mineros para esta sustancia en otros muchos lugares de nuestra geografía.

Las principales explotaciones industriales de Pizarras se localizan en Orense, Lugo, La Coruña, León, Segovia, Badajoz y Zamora.

El Instituto Geológico y Minero de España (ahora ITGE) por mandato de la Dirección General de Minas, en el año 1975, recibió el encargo de incluir dentro de sus programas de actuación en el desarrollo del P.N.A.M.P.M., una serie de proyectos tanto de exploración, investigación y desarrollo minero de este subsector, que debido a su rápida y fuerte expansión necesitaba de unos estudios que apoyasen su racionalización y ordenamiento.

Dentro de estos objetivos se inscribe la secuencia de proyectos que sobre las Pizarras se han sucedido desde 1977, con resultados concretos muy destacables a pesar de los limitados medios empleados.

Los primeros estudios tenían como objetivo el conocimiento de la sustancia en todos sus aspectos (geología de los yacimientos, métodos de extracción y labrado, exigencias industriales, usos y aplicaciones, metodología de análisis, etc.) y el apoyo técnico a las empresas productoras para animar la racionalización del sector y el uso de métodos de prospección e investigación.

ARQUITECTURA Y
DISEÑO CON PIZARRA

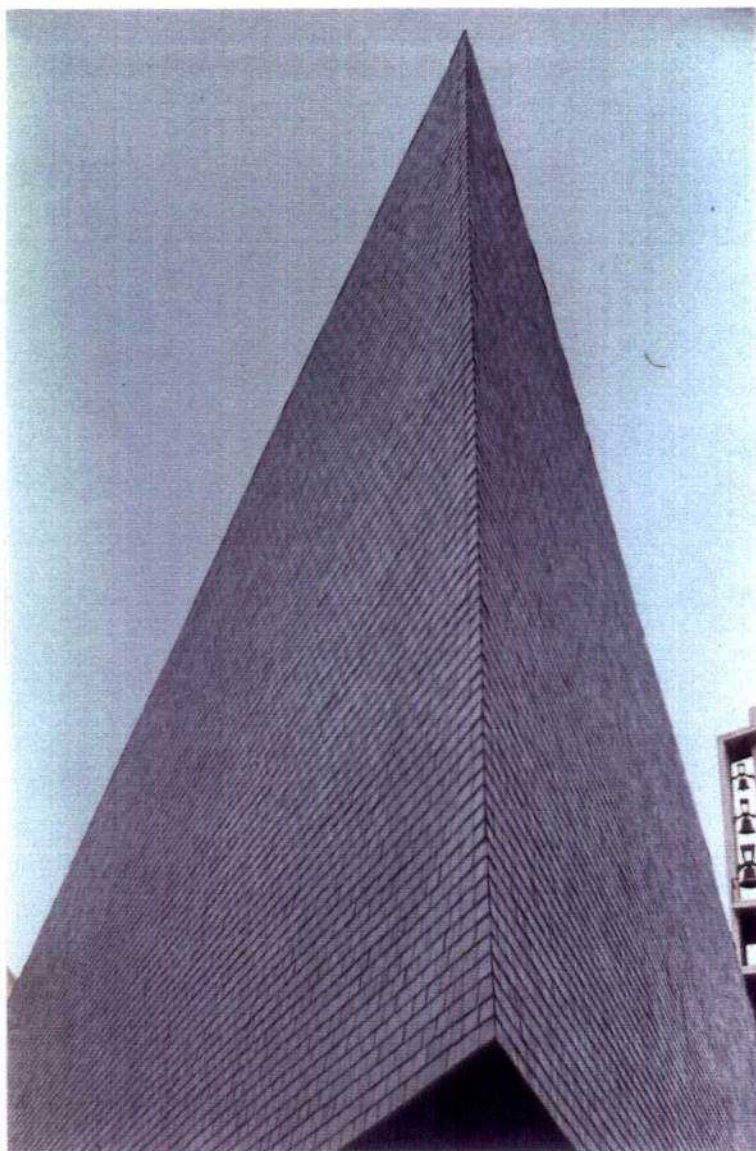


Foto 1



Foto 6

En este sentido se realizaron los proyectos siguientes:

- "Proyecto de investigación de pizarras en el NO de la Península Ibérica". (1977-1978).
- "Estudio sobre normativas de pizarras para usos industriales". (1981).
- "Estudio de la catalogación, mejora de la producción y comercialización de las pizarras del NO de España". (1981-1982).

Con la experiencia y conocimientos adquiridos sobre las sustancias, las exigencias industriales y los métodos más adecuados para la prospección de nuevos recursos de estas rocas, se acometió la exploración e investigación de algunas zonas de interés productivo, con resultados muy positivos, como demuestra el interés despertado en los Organismos Públicos y entre los productores la investigación y prospección de Pizarras en Valdeorras, Extremadura y Asturias-León, realizados hasta la fecha.

- Estudio geológico-minero de los minerales de pizarras para cubiertas en el Sinclinal de Truchas (Zona Occidental). (Orense-León). (1984).
- Investigación de pizarras ornamentales en la Reserva del Estado Villar del Rey-Puebla de Obando (Extremadura). (1984).

- Investigación de pizarras ornamentales en la Reserva del Estado Villar del Rey-Puebla de Obando (Extremadura) 2ª Fase. (1985).
- Exploración y caracterización de pizarras en Cheles (Badajoz). (1985).
- Potencial geológico de pizarras en Asturias-León. (1985).
- Inventario y catálogo de las PIZARRAS DE ESPAÑA. (1986).
- Exploración y caracterización de pizarras ornamentales en el Sistema Central. Provincias de Madrid, Guadalajara y Segovia. 1ª Fase. (1986).
- Investigación de pizarras ornamentales en la provincia de Guadalajara. 2ª Fase. (1987).
- Investigación de pizarras ornamentales en Vilarchao-Santa Eulalia de Oscos. 2ª Fase. (1987).

Una de las conclusiones de la investigación geológico-minera de la zona pizarrista de Valdeorras (Orense), en el proyecto "Estudio geológico-minero de los minerales de pizarras para cubiertas en el Sinclinal de Truchas (Zona Occidental) (Orense-León)" de 1984, fué la confirmación de la continuidad de los niveles potencialmente productivos de pizarras a lo largo de la macroestructura geológica que se conoce como el "Sinclinorio de Truchas" y que comprende la totalidad de la comarca de La Cabrera, en la provincia de León.

Esta información y el interés de esta zona, donde se encuentran algunas importantes labores pizarristas, sugerían la necesidad de investigar a fondo su potencial futuro.

El IGME, consciente de la importancia del tema, el 22 de Abril de 1985 presentó a la Dirección General de Minas la solicitud de reserva provisional a favor del Estado para exploración de Pizarras ornamentales, oro, estaño y wolframio, en un área denominada "Sinclinal de Truchas" comprendida en la provincia de León (B.O.E. del 23 de Agosto de 1985).

Los resultados positivos de la investigación que se describen en esta memoria inducen a la declaración de reserva provisional a favor del Estado del área señalada (Real Decreto 1414/1989, B.O.E. del 22 de Noviembre de 1989).

Los trabajos del presente proyecto se iniciaron al final del año 1986, tras el concurso público convocado en el B.O.E. nº 148 de fecha 21 de Junio de 1986; y adjudicado a la empresa consultora EGEO, S.A.

En cumplimiento del Pliego de Condiciones y las sugerencias de la oferta técnica la investigación general se amplió a toda la macroestructura geológica, integrando los territorios Valdeorras (Orense) estudiados en el proyecto precedente, con el objeto de alcanzar una visión global de la cuenca pizarrista que configura el "Sinclinorio de Truchas" en su conjunto.

Los resultados alcanzados con este proyecto se plasman en esta memoria y en los planos adjuntos.

CUADRO III

BOE núm. 280

Miércoles 22 noviembre 1989

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

27723 REAL DECRETO 1414/1989, de 3 de noviembre, sobre declaración de zona de reserva provisional a favor del Estado para investigación de pizarras ornamentales, oro, estaño y volframio en el área denominada «Sinclinal de Truchas», inscripción número 232, comprendida en la provincia de León.

Trabajos básicos de investigación realizados en la provincia de León han puesto de manifiesto el posible interés minero de la zona comprendida geológicamente dentro del denominado Sinclinal de Truchas, en lo que se refiere a pizarras ornamentales, así como la posibilidad de encontrar yacimientos metálicos que justifican una investigación detallada.

A tal efecto, y siendo de aplicación lo establecido en el artículo 9.º de la Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas, así como lo previsto en el artículo 8.º, 3, de la citada Ley y los concordantes de su Reglamento General para el Régimen de la Minería de 25 de agosto de 1978, cumplidos los trámites preceptivos y previo informe de la Comunidad Autónoma de Castilla y León con informe favorable emitido por el Consejo Superior del Ministerio de Industria y Energía, se hace necesario adoptar la disposición pertinente.

En su virtud, a propuesta del Ministro de Industria y Energía y previa deliberación de Consejo de Ministros en su reunión del día 3 de noviembre de 1989,

DISPONGO:

Artículo 1.º De conformidad con el artículo 8.º de la Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas, y 10 de su Reglamento General para el Régimen de la Minería, se declaran dos zonas de reserva provisional a favor del Estado para investigación de pizarras ornamentales, oro, estaño y volframio, incluidas dentro del área denominada «Sinclinal de Truchas», inscripción número 232, en la provincia de León, cuyos perímetros definidos por coordenadas geográficas, referidos al meridiano de Greenwich, se designan a continuación:

«Sinclinal de Truchas - Pizarras»:

Para investigación de pizarras ornamentales, situada en la provincia de León.

Se toma como punto de partida el de intersección de meridiano 6º 43' 00" oeste con el paralelo 42º 26' 00" norte, que corresponde al vértice 1.

Área formada por arcos de meridianos, referidos al de Greenwich, y de paralelos determinados por la unión de los siguientes vértices expresados en grados sexagesimales:

	Longitud oeste	Latitud norte
Vértice 1	6º 43' 00"	42º 26' 00"
Vértice 2	6º 25' 00"	42º 26' 00"
Vértice 3	6º 25' 00"	42º 20' 00"
Vértice 4	6º 18' 00"	42º 20' 00"
Vértice 5	6º 18' 00"	42º 13' 00"
Vértice 6	6º 43' 00"	42º 13' 00"

El perímetro así definido delimita una superficie de 2.547 cuadrículas mineras.

«Sinclinal de Truchas - Metálicos»:

Para investigación de oro, estaño y volframio, situada en la provincia de León.

Se toma como punto de partida el de intersección del meridiano 6º 43' 00" oeste con el paralelo 42º 26' 00" norte, que corresponde al vértice 1.

Área formada por arcos de meridianos, referidos al de Greenwich, y de paralelos determinados por la unión de los siguientes vértices, expresados en grados sexagesimales:

	Longitud oeste	Latitud norte
Vértice 1	6º 43' 00"	42º 26' 00"
Vértice 2	6º 36' 00"	42º 26' 00"
Vértice 3	6º 36' 00"	42º 22' 40"
Vértice 4	6º 25' 00"	42º 22' 40"
Vértice 5	6º 25' 00"	42º 20' 00"
Vértice 6	6º 18' 00"	42º 20' 00"
Vértice 7	6º 18' 00"	42º 13' 00"
Vértice 8	6º 43' 00"	42º 13' 00"

El perímetro así definido delimita una superficie de 2.217 cuadrículas mineras.

Art. 2.º Las reservas de estas zonas, de acuerdo con el artículo 10 de la Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas, y el artículo 12 de su Reglamento General para el Régimen de la Minería, no limita los derechos adquiridos con anterioridad a la inscripción número 232, practicada en fecha 22 de abril de 1985 y publicada en el «Boletín Oficial del Estado» número 202, de fecha 23 de agosto de 1985.

Art. 3.º Las solicitudes presentadas a partir del momento de la inscripción número 232, para pizarras ornamentales, oro, estaño y volframio, serán canceladas en aplicación de lo que determina el artículo 9.º, apartado 3, de la Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas.

Art. 4.º Las zonas de reserva provisional a favor del Estado que se establecen tendrán una vigencia, conforme al artículo 8.º de la Ley de Minas, y 10.3 de su Reglamento General, de tres años, a partir del día siguiente de la publicación del presente Real Decreto en el «Boletín Oficial del Estado». Este plazo es prorrogable por Orden del Ministerio de Industria y Energía si las circunstancias así lo aconsejaron, como consecuencia de los trabajos realizados, resultados obtenidos y futuras posibilidades de estas áreas de reserva.

Art. 5.º Se acuerda, según el artículo 11, 1 y 3, a), de la Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas, y 13.1 y 3, a), del Reglamento General para el Régimen de la Minería, que la investigación de estas zonas de reserva se realice por el Instituto Tecnológico Geominero de España, de conformidad con el programa general de la misma, que se aprueba. Anualmente, el citado Instituto deberá dar cuenta a la Dirección General de Minas y de la Construcción y al Servicio de Minas de la Comunidad Autónoma de Castilla y León de los trabajos realizados y resultados obtenidos durante el desarrollo de los mismos.

Art. 6.º El Instituto Tecnológico Geominero de España renuncia al derecho de explotación de los recursos reservados, considerado en el artículo 11, 4, de la Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas.

Art. 7.º La declaración de estas zonas de reserva provisional a favor del Estado lo es sin perjuicio de la aplicación, en su caso, de lo dispuesto en la Ley 8/1975, de 12 de marzo, de Zonas e Instalaciones de Interés para la Defensa Nacional.

Dado en Madrid a 3 de noviembre de 1989.

JUAN CARLOS R.

El Ministro de Industria y Energía,
JOSE CLAUDIO ARANZADI MARTINEZ

CUADRO IV

M.T.N. 1/50.000

190 BARCO DE VALDEORRAS	191 SILVAN	192 LUCILLO
228 VIANA DEL BOLLO	229 ENCINEDO	230 CASTROCONTRIGO

Situación de la Reserva del Estado en el Mapa Topográfico Nacional

3 METODOLOGIA Y ALCANCE DE LA INVESTIGACION

En muchos lugares de nuestra geografía, donde afloran pizarras, esquistos, neises y otras rocas fisibles en placas o losas más o menos delgadas, es frecuente encontrar construcciones con tejados de estas rocas. Esto puede inducir al error de que todas estas rocas son de interés industrial, confundiendo la labor artesanal para una producción limitada con las exigencias de las explotaciones industriales.

Siendo grande la variedad de Pizarras que se explotan en España y otros países, lo cierto es que los niveles productivos de interés minero son limitados y tienen que reunir unas condiciones geológico-mineras singulares que permitan su rentable aprovechamiento.

Los yacimientos explotables de Pizarras para cubiertas son algunos tramos de niveles estratigráficos de rocas pelíticas, que han sufrido un metamorfismo de bajo grado, con una esquistosidad principal muy homogénea y penetrativa ("slaty cleavage"), no alterada por otros elementos tectónicos, que permiten la extracción de bloques de roca intacta (rachones) y su labrado sistemático y regular en finas placas resistentes a las condiciones ambientales de su destino.

La composición mineralógica determina la calidad de las Pizarras, su resistencia y durabilidad.

Además de ser exfoliables en finas láminas y con un aspecto superficial adecuado, las placas de Pizarras deben tener unas propiedades físicas especiales; resistencia a los esfuerzos mecánicos con suficiente elasticidad, perforabilidad sin astillamiento y docilidad a los recortes, entre otras muchas.

La presencia de intercalaciones arenosas, las zonas con esquistosidades secundarias, kink-bands o chevrón, la fracturación y diaclasado, etc. son factores que determinan la viabilidad de los yacimientos en los niveles productivos.

Considerando la experiencia de las numerosas labores existentes en España, si las situamos sobre los planos geológicos generales observamos que los yacimientos productivos de estas rocas se encuentran en formaciones litoestratigráficas muy definidas del Paleozoico inferior, en zonas de la cadena herciniana y en estructuras tectónicas muy concretas.

Los más importantes yacimientos de España, en el NO, se localizan en las unidades estratigráficas del Ordovícico medio y superior ("Pizarras de Luarca" y "Formación Agüeira"), en el borde de la Zona Centro-Ibérica y en la Zona Asturoccidental-Leonesa, según la clásica división del Macizo Hespérico. (JULI-
VERT et al. 1972).

Las pizarras verdes de A Terra Cha (Lugo) son niveles de las Pizarras de Cándana, formación del Cámbrico Inferior, y son pizarras singulares de mucha menos importancia en volumen y demanda en el mercado internacional.

Las pizarras de Zamora y Badajoz, también son niveles del Ordovícico medio y superior en la Zona Centro-Ibérica.

Y por último, las pizarras de Segovia (Bernardos) cuya producción principal se destina a baldosas para suelos, son unas capas muy silíceas del Complejo Esquisto-Grauváquico, del Precámbrico Superior-Cámbrico Inferior en la Zona Centro-Ibérica.

Con ésto, lo que pretendemos apuntar es que la prospección de nuevos recursos de Pizarras, se fundamenta en la información geológica infraestructural. Nuestra experiencia confirma que el único método racional para la localización de estos recursos mineros es el análisis geológico sistemático; mediante cartografía a distintas escalas, análisis estratigráfico y estructural, ayudados por las correlaciones paleontológicas, los análisis petrográficos, etc., combinados con la experiencia práctica de la industria y el conocimiento de sus exigencias.

Una vez localizados y definidos los niveles y áreas de potenciales yacimientos, los sondeos mecánicos con recuperación de testigo continuo resultan necesarios para confirmar los datos cartográficos y las interpretaciones en profundidad, medir potencias y límites con precisión, tomar muestras inalteradas y detectar anomalías, hasta definir las masas explotables.

Los análisis petrográficos son de gran utilidad y junto con los tecnológicos (heladicidad, resistencia térmica, resistencia a los ácidos, flexión, etc.) nos explican la naturaleza y comportamiento de los diferentes tipos de pizarras.

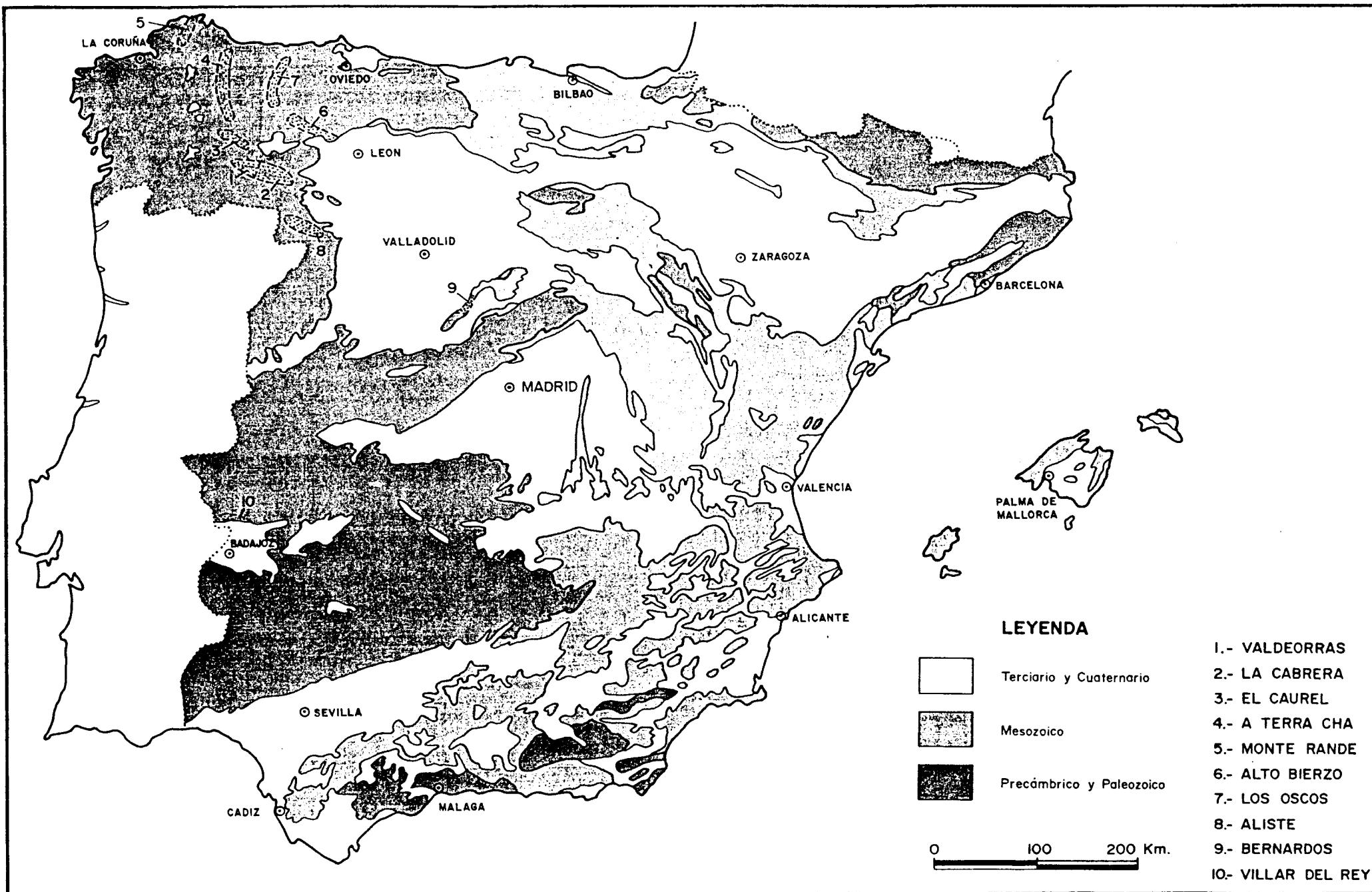


Fig.1 Situación de las áreas productoras de pizarras

Y por último, como hemos señalado, la observación en las labores y la experiencia empírica de las explotaciones nos enseña muchos sutiles factores que no se logran cuantificar por otros métodos (rendimiento al labrado, docilidad a los recortes, importancia relativa de las lineaciones, variaciones de la calidad en distintos puntos de un banco, etc.).

En este trabajo, partiendo de la experiencia acumulada por el equipo de trabajo en los años anteriores y sin otra pretensión, lo que en resumen se ha hecho es seguir las formaciones y niveles pizarrosos potencialmente productivos, desde las canteras en explotación a lo largo del Sinclinorio de Truchas, determinando su posición relativa y las estructuras tectónicas principales que las afectan.

Para esto, hubo que realizar un clásico trabajo cartográfico general, a 1/50.000 de todo el área del Sinclinorio, comprendiendo la Reserva Estatal, en el que se separan unidades cartografiables, a nivel de Formaciones y/o miembros de éstas, situando donde ha sido posible precisar la posición de los niveles de Pizarras potencialmente productivo.

Esta etapa de los trabajos ha sido la que más esfuerzos necesitó, dada la escasa diferenciación estratigráfica y calidad de la cartografía disponible, explicable por las dificultades intrínsecas del tema y del terreno.

La cartografía 1/50.000 y la síntesis a 1/100.000, aportan una visión global de la distribución de las distintas unidades

litoestratigráficas y su relación con los yacimientos actualmente en explotación que, por si mismo, explica la potencialidad futura de la región.

Una vez reconocida la estructura general y conforme a los objetivos del proyecto se decidió investigar a escala 1/10.000 tres zonas de alto potencial pizarrista (zonas A, B y C), como se ha confirmado con el trabajo realizado.

En resumen, los trabajos realizados en este proyecto se traducen en dos apartados:

1) Cartografía geológica, a escala 1/50.000, de todo el área del Sinclinatorio de Truchas (aprox. 1.280 Km²) comprendiendo la Reserva del Estado, diferenciando las unidades de interés productivo. Y su interpretación estructural mediante cortes sistemáticos.

2) Cartografía geológica, a escala 1/10.000, de tres zonas de interés (A, B y C) prioritario, con un total de 125 Km².

Lógicamente para la realización de estas labores se tuvieron que efectuar innumerables trabajos parciales (levantamiento de columnas, cortes estructurales, toma de muestras, análisis, etc.) cuya descripción no tiene sentido pormenorizar.

Con los resultados alcanzados se cumplen ampliamente los objetivos perseguidos con el proyecto, significando una destacable acción de apoyo al subsector minero de la Pizarra, una con-

tribución fundamental para el desarrollo minero de La Cabrera (León) y un avance significativo en el conocimiento geológico de la región.

4 GEOLOGIA GENERAL DEL AREA

4.1 SITUACION GEOGRAFICA Y ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS

La Cabrera leonesa es una vasta comarca montañosa de las montañas galaico-leonesas, situada en el vértice limitrofe con Orense y Zamora. Sus límites lo definen la Sierra del Teleno y los Montes Aquilianos por el Norte y la Sierra de la Cabrera y su prolongación occidental Peña Trevinca por el Sur.

El relieve estructural de esta zona, en primer término, se explica por la estructura geológica sinclinal que manifiestan las cuarcitas del Ordovícico inferior que determinan las escarpadas sierras circundantes. Mientras que en la parte central de esta estructura, ocupada por las formaciones ordovícicas superiores, presenta un relieve más monótono y uniforme, trastocado únicamente por las profundas incisiones de la red fluvial.

Valentín Cabero Dieguez (1980) describe magníficamente la morfología de esta comarca y los procesos morfogenéticos principales que se han sucedido hasta llegar a su configuración actual. Transcribimos sus palabras directamente:

"Pero el espacio cabreirés y el de las montañas galaico-leonesas no solamente reproduce las estructuras plegadas, puesto que los contrastes altitudinales y accidentes que se establecen

como rasgo dominante del relieve son también resultado de complejos procesos morfogenéticos, cuya escala temporal va desde el Paleozoico Superior al Cuaternario. En este sentido, la reconstrucción de los procesos es lógicamente limitada e imprecisa aunque puede afirmarse que una gran parte del relieve actual es una herencia del Terciario, sin determinar una cronología exacta.

El punto de partida del relieve actual se encuentra en las superficies de madurez terciaria, sobre la que destacan algunos "monadnocks". En esta superficie debieron ser muy débiles los contrastes altitudinales, y se derivarían esencialmente del relieve estructural, ya que entonces predominaba una erosión aerolar sobre el modelado de disección. Topónimos como "La Plana" "Campo Romo" o "Las Chanas", en zonas situadas por encima de los 1.700 m., evidencian el carácter senil y el perfil suave de estas superficies de madurez, tanto en la Sierra de la Cabrera como en el centro del sinclinal de Truchas.

Son las profundas incisiones fluviales las que han roto con los débiles contrastes y reducidos desniveles de las superficies de madurez terciaria, a partir del plioceno. Y esta labor de disección está en relación directa con los profundos cambios tectónicos, que generan una resurrección del relieve e imponen nuevos procesos morfogenéticos de gran eficacia erosiva, nacidos de las nuevas circunstancias bioclimáticas y de la nueva orientación de la red fluvial, pasándose de un período de biostasia o calma morfogénica a una fase de rexistasia, o de actividad

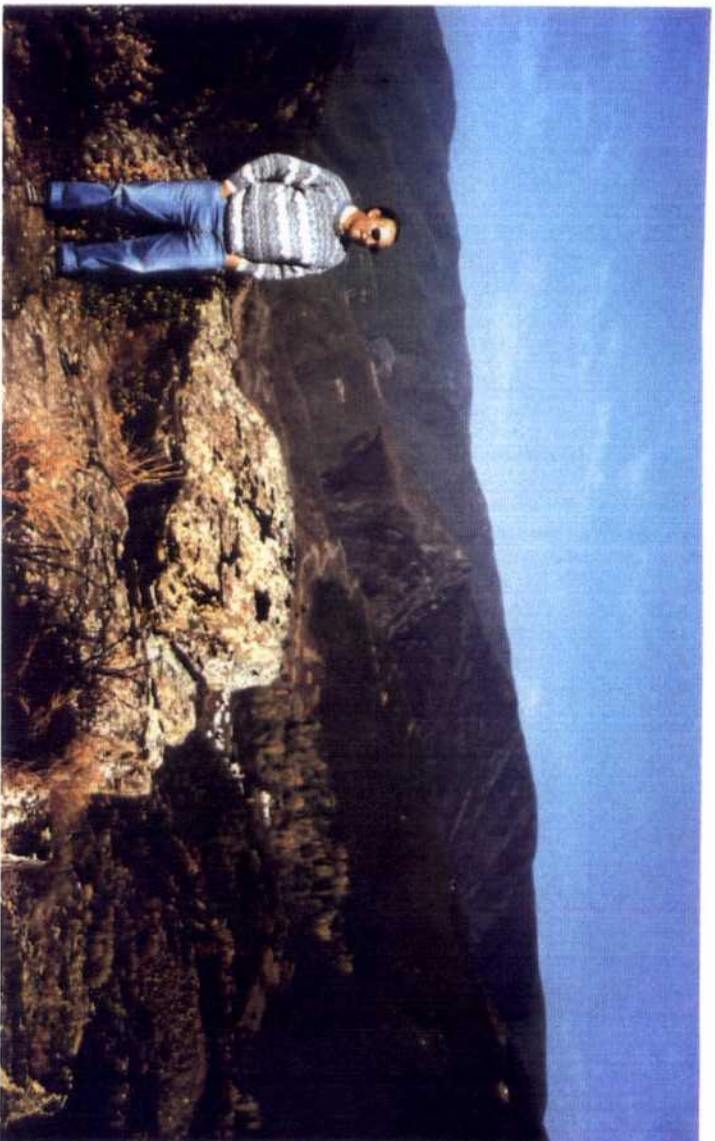


Foto 7.- Los Montes Aquilianos



Foto 8.- La Serie de los Cabos en los Montes Aquilianos

morfogenética. Este proceso puede delimitarse sobre todo a partir de la formación de la fosa del Bierzo, inaugurándose entonces una etapa de potente actividad disectora, al establecerse un nuevo nivel de base hidrográfico y la creación progresiva de la red del Sil. Una lucha se establece a partir de este momento entre los dos niveles de base: el de la Meseta y el del Sil. Y ante la violenta erosión remontante del Sil, parte de la antigua red hidrográfica cabreiresa, que se dirigía hacia la Meseta, se vio obligada a cambiar de rumbo, y encajándose sobre los viejos niveles de erosión se dirigió hacia el oeste. Con esta captura, el drenaje del sinclinal quedó subdividido, reactivándose desde entonces el modelado de disección en la cuenca de Cabrera, con progresivos niveles de encajamiento, que en su última etapa ha dejado colgadas sobre el curso pequeñas y arrosariadas planas aluviales, decisivas en la organización del terrazgo. El Eria, en cambio, discurre por encima de los 1.000 m. y por lo tanto los niveles de disección son notoriamente más débiles. Aquí los horizontes son más amplios, mientras que en la cuenca del Cabrera el encajamiento de la red ha dado lugar a violentos contrastes de relieve y a horizontes cerrados que tienen como telón de fondo las empinadas laderas de los valles. La distinción por tanto entre Cabrera Alta, regada por el Eria, subafluente del Duero, y Cabrera Baja, regada por el afluente del Sil que da nombre a la zona, está plenamente justificada por el relieve de uno y otro sector, que será de un factor básico a la hora de una valoración exacta del clima.

Este relieve de montaña nacido de las estructuras paleozoicas y de los procesos de disección terciarios y cuaternarios, se ve enriquecido por superposiciones morfológicas ligadas a otros procesos plio-cuaternarios. Así, a los pies de algunas laderas se observan depósitos fangloméricos rojos a los que sin duda podemos calificar de rañas; es muy frecuente encontrarlos completamente desmantelados y alterados por viejas explotaciones mineras romanas, que buscaban las pajuelas y pepitas de oro procedentes de los depósitos ferroauríferos del Paleozoico.

Y es lógico que en un medio de montaña los procesos ligados al frío, concretamente al hielo, hayan dejado importantes huellas, tanto en La Cabrera como en las zonas inmediatas de las montañas galaico-leonesas, especialmente en la zona de Sanabria. Puede decirse que en mayor o menor grado todas las áreas por encima de los 1.400-1.700 m. fueron retocadas por el hielo en algún momento del Würm, dejando las huellas más destacadas en la vertiente septentrional de la Sierra de la Cabrera, concretamente en torno al lago de La Baña, a 1.400 m., en la Cabrera Baja, y en torno al Lago de Truchillas, a unos 1.750 m., en la Cabrera Alta. También en las vertientes septentrionales de la Sierra del Teleno, Montes Aquilianos y Sierra de la Cabrera pueden observarse buen número de circos, en cuyas génesis han participado diversos procesos morfogenéticos. Tampoco pueden olvidarse las cubetas lacustres y rocas aborregadas existentes en la penillanura de la Sierra Segundera-Sierra de la Cabrera así como las acumulaciones morrénicas. Por último hemos de añadir que el relieve de montaña se ve tapizado en muchas de sus



Foto 9.- La Sierra de La Cabrera desde el núcleo del Sinclinorio



Foto 10.- Lago de Truchillas. Modelado glaciar.

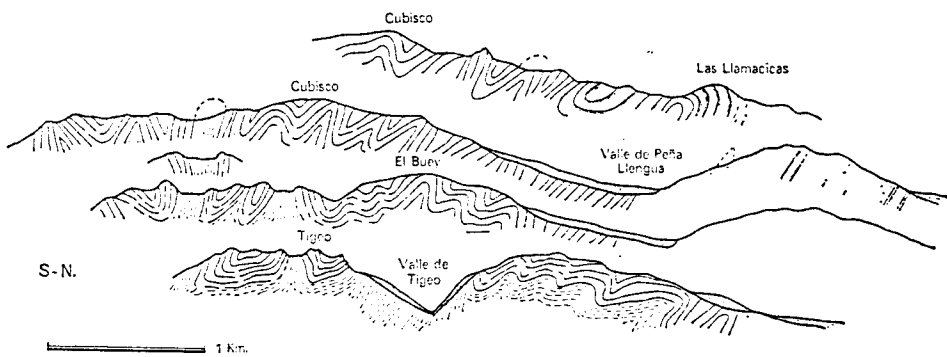
laderas por depósitos de solifluxión o por canchales cuarcíticos o "lleiras", que evidentemente son resultado de una morfogénesis periglaciaria subactual y actual.

La consecuencia morfológica de todos estos complejos procesos es un relieve de montaña, en el que la elevada altitud de las sierras, los violentos contrastes altitudinales y el predominio de vertientes y laderas con fuertes pendientes son los rasgos dominantes. Y es evidente que en esta elaboración del relieve de montaña han intervenido de forma solidaria y conjunta la litología, la tectónica y el clima, aunque nosotros destacaríamos como condicionante permanente el carácter selectivo de la erosión, ya sea en función del distinto grado de resistencia de los materiales o bien en función de la pendiente y estratificación de las estructuras plegadas".

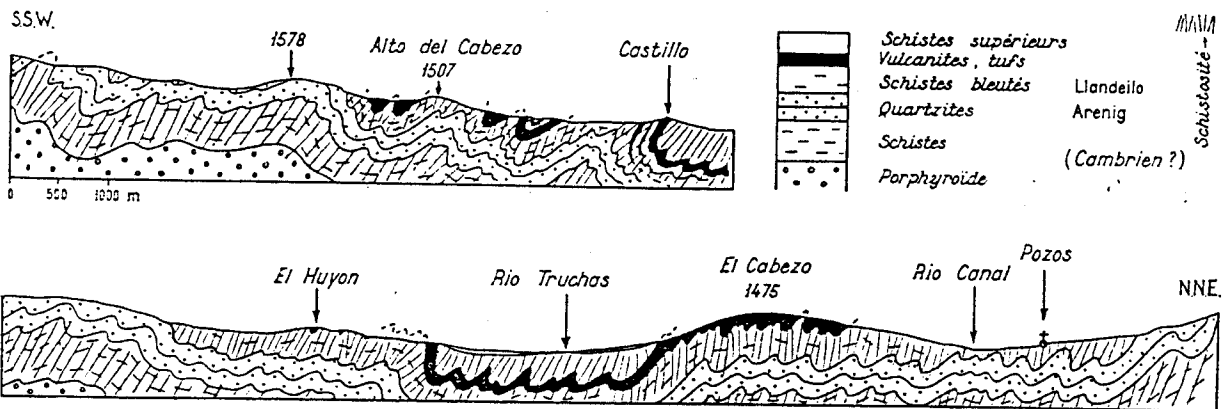
4.2 ANTECEDENTES GEOLOGICOS

Son escasas las publicaciones que hagan referencias específicas sobre el "Sinclinorio de Truchas" y mucho menos los datos y publicaciones sobre las Pizarras de interés industrial.

Algunas referencias marginales se pueden encontrar en los trabajos de MALLADA (1896), HERNANDEZ PACHECO (1912) y HERNANDEZ SAMPELAYO (1935, 1942).



Cortes geológicos realizados en la parte S. del sinclinorio de Truchas, según LLOPIS & FONTBOTE (1959).



Coupes du synclinal de Truchas montrant la place du volcano-sédimentaire acide dans la série ordovicienne.

Cortes geológicos MATTE (1968)

Fig.2 Antecedentes geológicos

VIDAL BOX (1941) estudió la vertiente norte de los Montes Aquilianos. Y, después de los trabajos de LOTZE (1945, 1956 y 1958), LLOPIS y FONTBOTE (1959) realizan un estudio de la Cabrera Alta.

MATTE (1964) estudió el volcanismo del Sinclinorio de Truchas. NOLLAU, G. (1965, 1966 y 1968) publicó varios trabajos sobre los Montes de León de interés para este proyecto.

Después de los trabajos de WALTER (1963, 1965, 1966 y 1968) y RIEMER (1963 y 1966), MATTE (1968) realiza una importante síntesis de los datos estratigráficos y tectónicos de la zona Asturoccidental-Leonesa y de Galicia media y oriental. En este trabajo se encuentran varias referencias sobre el Sinclinorio de Truchas de gran interés.

PLOGMANN (1973) cartografió parte de la Cabrera Baja en su tesis doctoral (inédita).

Pero sin duda los trabajos más interesantes para este proyecto han sido los de PEREZ-ESTAUN (1974, 1978 y 1980), donde se analizan la estratigrafía y estructuras tectónicas principales del Sinclinorio de Truchas específicamente.

Entre 1981 y 1982 se publican las Hojas geológicas 1/50.000 (MAGNA) de El Barco de Valdeorras (190), Silvan (191), Lucillo (192), Viana del Bollo (228), La Baña (229) y Castrocontrigo (230) que comprenden todo el territorio estudiado; aportando datos de gran interés, aunque la cartografía haya sido revisada sustancialmente.

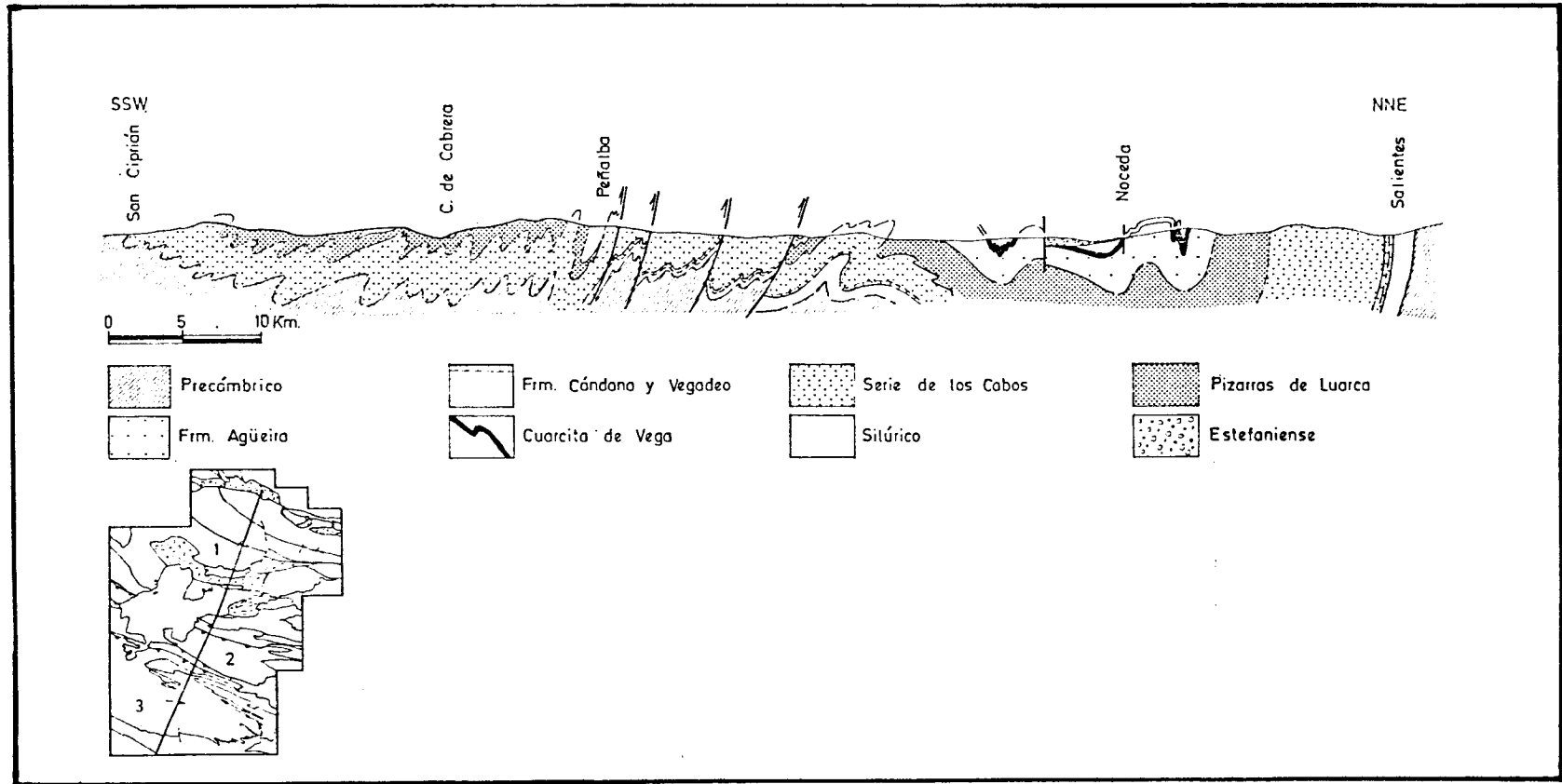


Fig.3 Corte geológico de la ZONA ASTUROCCIDENTAL - LEONESA , según PEREZ ESTAUN (1.978)

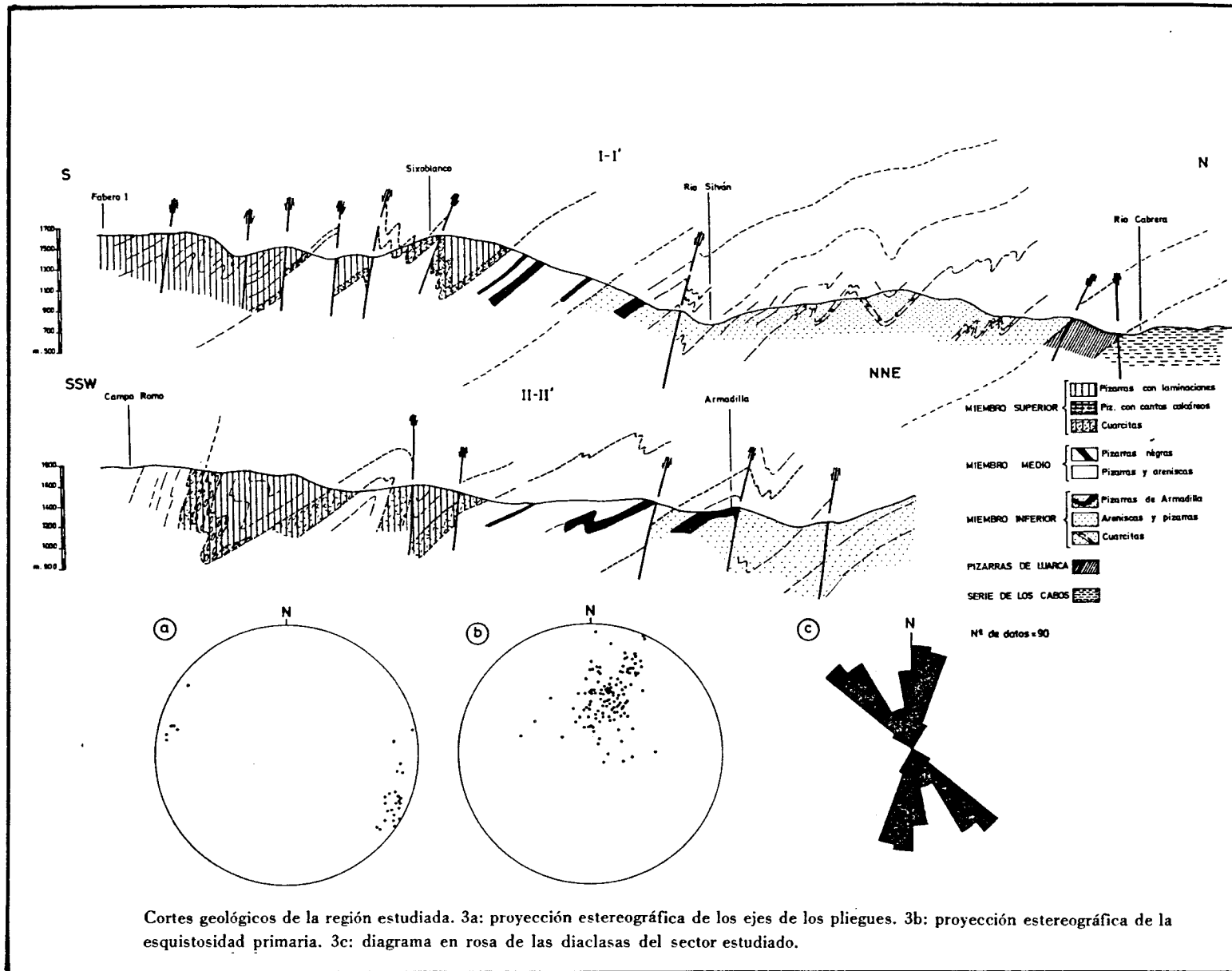


Fig.4 Corte geológico y figuras de PEREZ ESTAUN, MARQUINEZ y ORTEGA (1.980)

ZEITZ y NOLLAU (1984) publican unos datos complementarios sobre el Sinclinal del Síl en El Puente de Domingo Florez, Pombriego y Yeres, dentro del área investigada.

Además de estas publicaciones que hacen referencia expresa al Sinclinatorio de Truchas han sido de interés para este proyecto otras muchas que estudian los materiales paleozoicos de las Zonas Asturoccidental-Leonesa y Centro-Ibérica y las principales estructuras tectónicas que los afectan. Entre ellos destacamos los trabajos de MARCOS (1973), PEREZ-ESTAUN y MARCOS (1981) y MARTINEZ-CATALAN (1985), que analizan y recogen los principales conocimientos de dominios colindantes.

Como se dijo en la introducción, en los trabajos del IGME (ITGE) sobre Pizarras se recogen muchas informaciones sobre las formaciones pizarrosas de interés industrial en varias áreas del Macizo Hespérico.

En 1984 se presentan los resultados del "Estudio geológico-minero de los niveles de Pizarras para cubiertas en el Sinclinal de Truchas (ORENSE-LEON)" que fundamentalmente estudia el sector occidental (Valdeorras) de esta macroestructura geológica.

Con estas informaciones y otras relacionadas con el tema que se recogen en la bibliografía, en 1986 se iniciaron los trabajos del proyecto.

4.3 SITUACION DEL AREA EN LA CADENA HERCINIANA

El área objeto de este estudio comprende la macroestructura conocida como el Sinclinatorio de Truchas, situada en el NO de la Península Ibérica (León-Orense) y perteneciente a la Meseta Ibérica, un segmento de la Cadena Herciniana europea.

Atendiendo a la potencia y características de las series paleozoicas y precámbricas, y según la intensidad del metamorfismo y la participación de rocas intrusivas, LOTZE (1945) dividió la Meseta Ibérica en zonas.

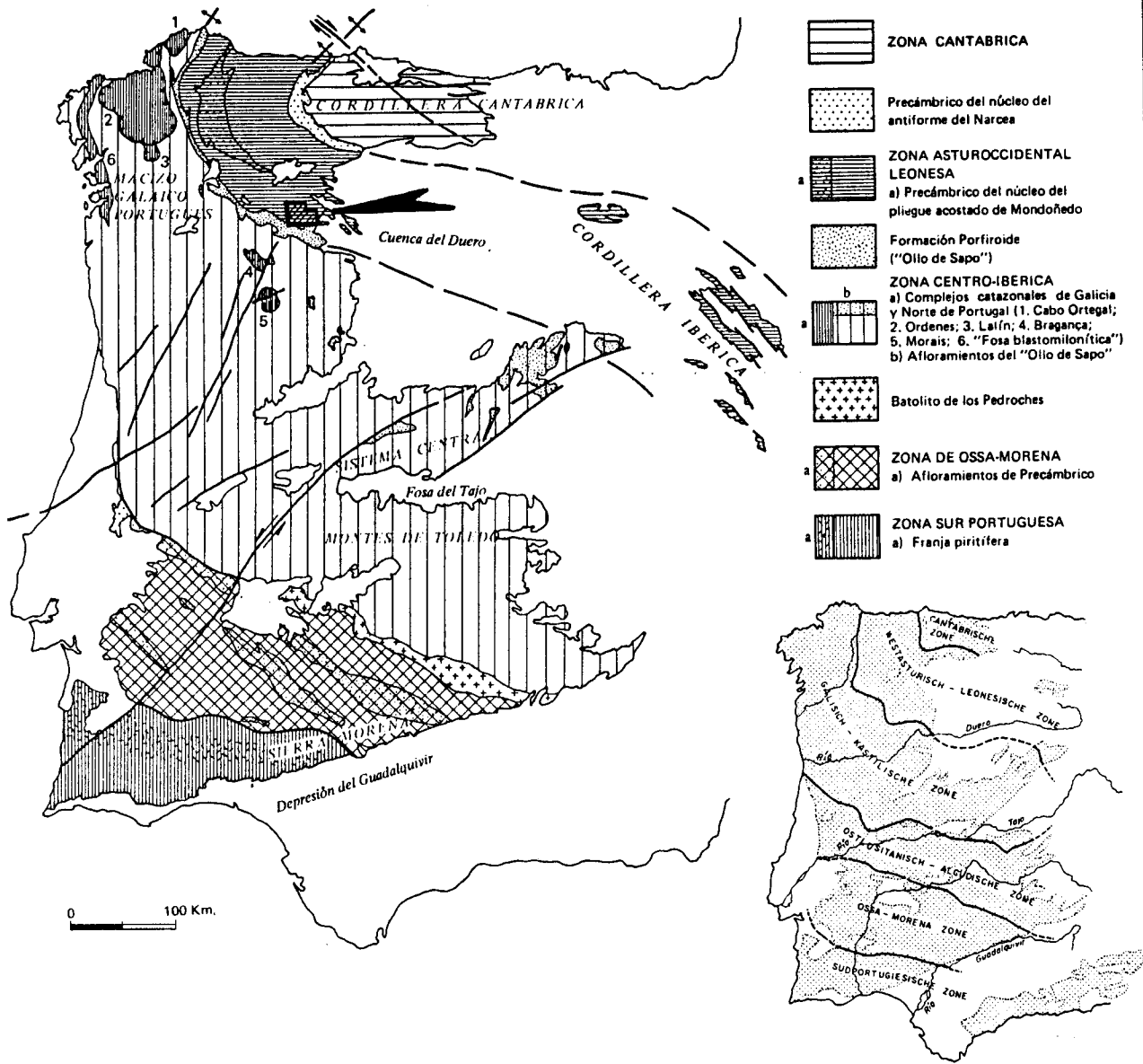
Basándose en esta primera división, JULIVERT, FONTBOTE, RIBEIRO y CONDE (1972) en el Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares, lo dividen en las 5 zonas que se señalan en la Fig. 5.

En estas dos divisiones el Sinclinatorio de Truchas se sitúa en el sector SO de la denominada Zona Asturoccidental-Leonesa, limitando con el anticlinal del "Ollo de Sapo" donde empieza la Zona Centro-Ibérica de JULIVERT et al. (1972).

MARCOS (1973) y PEREZ-ESTAUN (1978) dividen a su vez la Zona Asturoccidental-Leonesa en 3 dominios paleogeográficos, en función de la estratigrafía del Paleozoico (Fig. 6), separando el Dominio de Truchas (Sinclinal del Sil y Sinclinatorio de Truchas) porque el Paleozoico Inferior no está completamente representado, sobre todo en el límite S y SO.

MARTINEZ-CATALAN (1981) (Fig. 7) considera que el Dominio de Truchas debe incluirse en la Zona Centro-Ibérica de JULIVERT et al. (1972), puesto que la sucesión estratigráfica, el estilo

DIVISION EN ZONAS DEL MACIZO IBERICO



División en zonas del Macizo Ibérico, según JULIVERT et al., (1972) y división original de LOTZE (1945b) (parte inferior derecha).

Fig.5 Situación de la Reserva de Estado en el Macizo Iberico

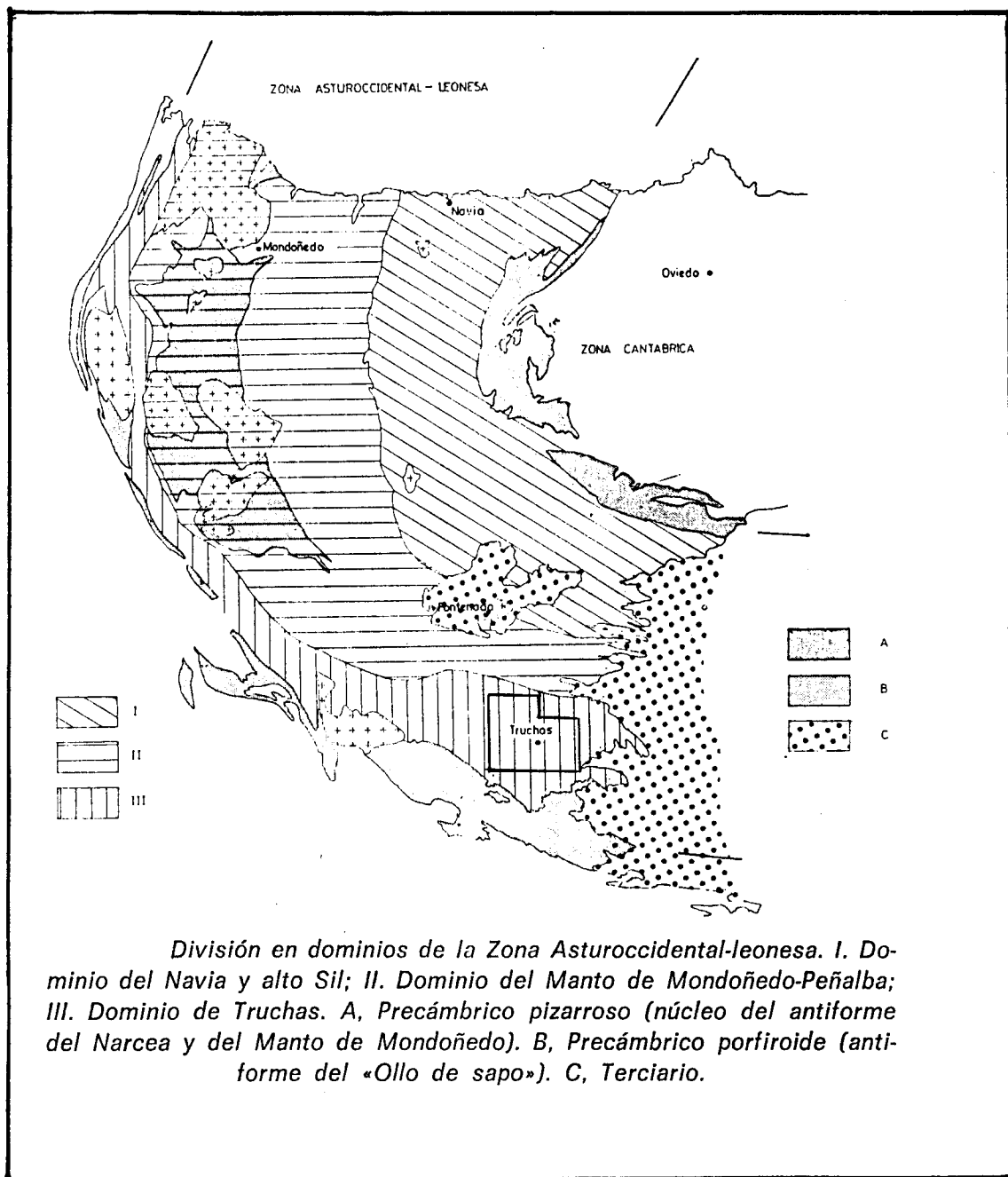


Fig. 6 Situación de la Reserva del Estado en la Zona Asturoccidental-leonesa, según PEREZ ESTAUN (1.978), modificado de MARCOS (1.973)

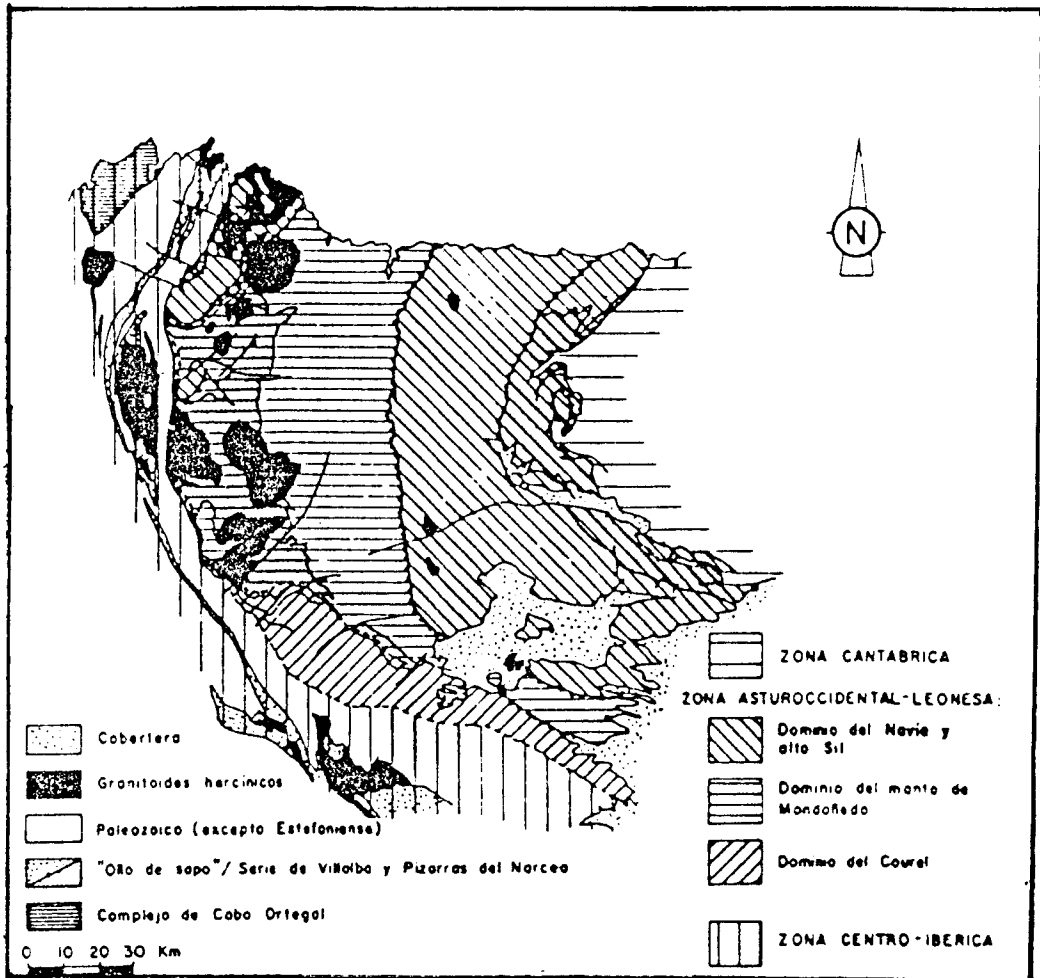


Fig.7 Límites propuestos para la Zona Asturoccidental-leonesa por MARTINEZ CATALAN (1.981)

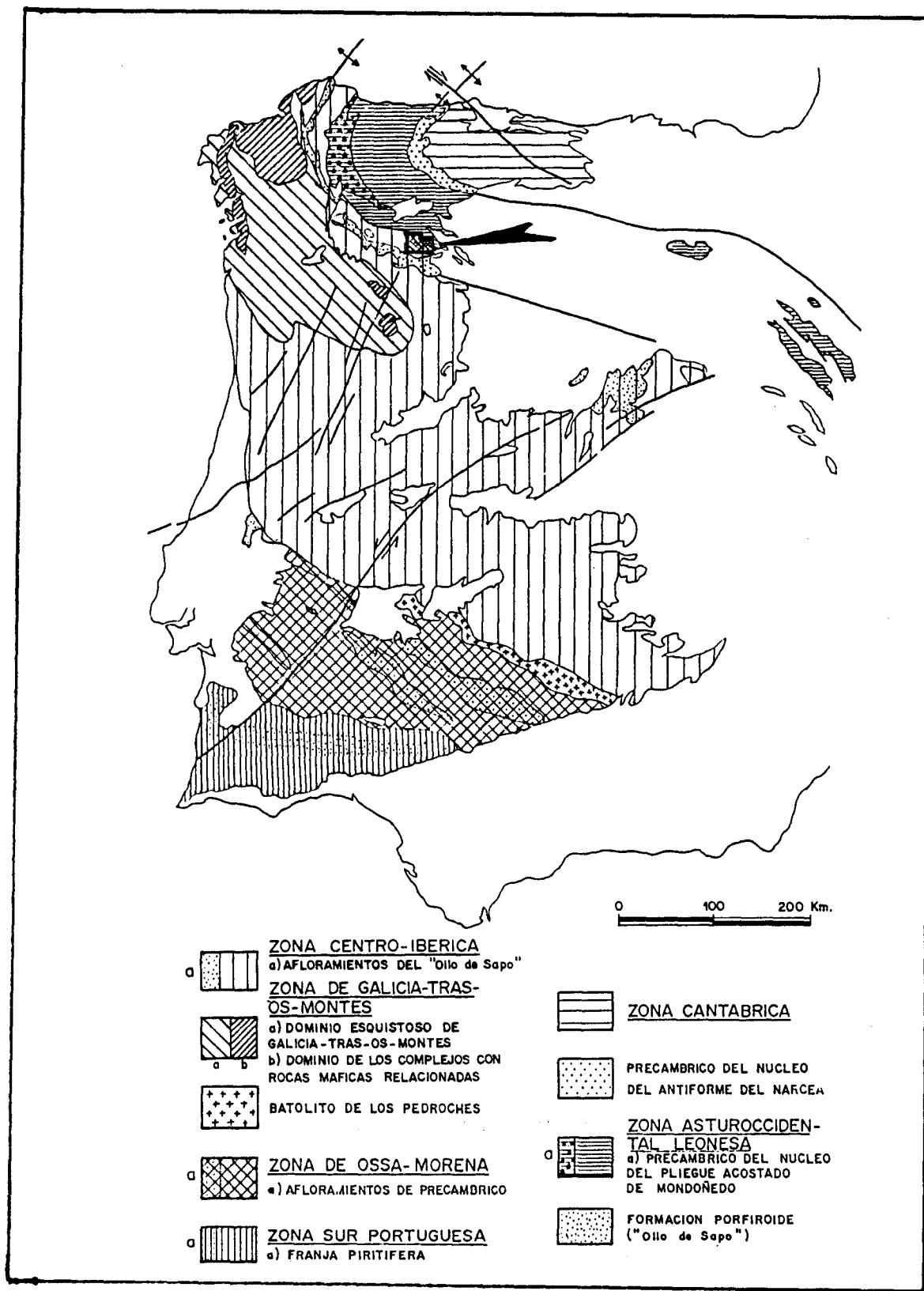


Fig. 8 Situación del área de estudio en el Macizo Hespérico, modificado de JULIVERT et al (1.972) según MARTINEZ CATALAN (1.981) y FARIAS et al (1.987).

tectónico y la intensidad del metamorfismo no experimentan cambios sustanciales a ambos lados del anticlinal del "Ollo de Sapo".

En opinión de este autor, el límite de la Zona Asturoccidental-Leonesa debe situarse en el Sinclinatorio del Sil y su prolongación por el Sinclinatorio de Truchas (Fig. 8).

El cambio paleogeográfico que significa este límite, entre las Zonas Centro-Ibérica y Asturoccidental-Leonesa, se pone de manifiesto con la sucesión estratigráfica en los dos flancos del Sinclinatorio de Truchas. Mientras en el flanco SO los materiales del Ordovícico Inferior se apoyan sobre los porfiroides del "Ollo de Sapo", en el flanco NE (Dominio del Caurel-Peñalba) se encuentran materiales desde el Cámbrico Inferior.

El límite preciso entre ambas Zonas no está aún definido, ni es objeto de este estudio, pero se han recogido algunos datos que apuntan a que se encuentra en un accidente tectónico que pasa al N. de la Sierra del Teleno, prolongándose hacia el O. por el flanco N. del Sinclinatorio del Sil.

4.4 ESTRATIGRAFIA GENERAL

En el Sinclinatorio de Truchas, entre la Sierra de La Cabrera y la Sierra del Teleno, afloran materiales paleozoicos de las formaciones conocidas en la bibliografía del NO como

- Serie de Los Cabos.
- Pizarras de Luarca.
- Formación Agüeira.
- Ampelitas Silúricas.

En el Sinclinal de Peñalba y los Montes Aquilianos, pertenecientes al Dominio del Caurel-Peñalba, la "caliza de La Aquiana" sustituye casi totalmente a la Formación Agüeira.

LA SERIE DE LOS CABOS

En el flanco SW del Sinclinorio de Truchas, en la Sierra de la Cabrera y su prolongación occidental, sobre el "Olló de Sapo" y en neto contacto por discordancia, se encuentra una sucesión detrítica, que PEREZ-ESTAUN (1974 y 1978) denomina Serie de Los Cabos y describe en detalle.

Según este autor, la sucesión comienza con 150 m. de pizarras negras o azuladas con escasas intercalaciones de areniscas, a las que se superponen 40 m. de cuarcitas y pizarras intercaladas. A continuación se sitúan 1.000 m. de pizarras y areniscas, que culminan unas cuarcitas masivas (Cuarcita Armórica). Estas cuarcitas superiores tienen un espesor de unos 100 m., en el flanco S. del Sinclinorio de Truchas y 250 m., en el flanco N.

Por encima de estos materiales se sitúan unos 75 m. de una alternancia de areniscas y pizarras que constituyen una serie de transición a las Pizarras de Luarca superiores.

Basándose en las pistas de trilobites (crucianas) encontradas en la base y techo de la Serie, asignan a esta formación una edad Ordovícico Inferior y las cuarcitas masivas superiores (Cuarcita Armoricana) probablemente Arenig.

En las Hojas 1/50.000 MAGNA se amplian estos datos, con otros complementarios sobre la sucesión estratigráfica y se separan tres unidades dentro de la Serie de los Cabos:

- Las pizarras y areniscas inferiores ("Pizarras de los Montes"), que se les atribuye una edad Tremadociense Superior.
- Las cuarcitas masivas superiores (Cuarcita Armoricana), del Arenigiense.
- La "Serie de Transición" a las Pizarras de Luarca superiores, en el tránsito entre el Ordovícico Inferior y Medio.

En este proyecto se han utilizado los datos de la cartografía MAGNA, pero agrupando las cuarcitas masivas superiores (Cuarcita Armoricana) y la "Serie de Transición", puesto que esta última no siempre está representada en todo el Sinclínorio.

Con datos de este proyecto GUTIERREZ MARCO et al. (1988) determinan el límite Arenig/Llanvirn inferior cerca del techo de la "Serie de Transición".

LAS PIZARRAS DE LUARCA

Se observa en la cartografía la continuidad de esta formación por ambos flancos del Sinclinatorio de Truchas.

En general, se trata de una monótona formación de pizarras negras similar a las que existen en el Ordovícico Medio de toda la Península.

Son pizarras negras masivas, con frecuentes inclusiones de minerales metálicos (pirita, pirrotina, etc.) de tamaño y abundancia variables según el nivel estratigráfico.

En los alrededores de Truchas, situados en la parte media y superior de esta formación, se localizan una serie de potentes niveles de rocas (hasta 30 m.) de origen volcánico.

LLOPIS y FONTBOTE (1959), MATTE (1964) y PEREZ-ESTAUN (1978) estudiaron estas rocas, concluyendo que se trata de una serie volcánica diferenciada, que va desde términos ácidos hasta términos moderadamente básicos.

Estas espectaculares manifestaciones volcánicas desaparecen rápidamente por el flanco N. y se mantienen algo más por el flanco S, hasta la altura de Santa Eulalia de Cabrera.

Sin embargo, en otro muchos lugares al O. del Sinclinatorio y en el contacto con la Formación Agüeira sobre todo, se han identificado delgados niveles de rocas volcano-sedimentarias (filitas con glándulas de cuarzo azulado y fragmentos de roca).

Otra importante contribución de este estudio es la delimitación de esta formación, separándola de los niveles de la Formación Agüeira, rectificando las cartografías anteriores de todo el Sinclinatorio de Truchas.

La potencia de esta formación es difícil calcularla con precisión, debido a la intensidad del plegamiento. Pero con todo, como se deduce de la cartografía, el espesor medio es semejante a ambos lados del Sinclinatorio.

Descartando las repeticiones por el plegamiento, se estima que el espesor máximo de esta formación es de unos 500 m., aunque en algunos lugares, como Casayo (Valdeorras), se observa un espesor de menos de 200 m.

En este estudio se han localizado numerosos nuevos yacimientos paleontológicos, de trilobites, graptolitos, braquiópodos, moluscos y equinodermos, que enriquecen los ya conocidos anteriormente.

GUTIERREZ MARCO et al. (1988), analizando muestras obtenidas en este estudio precisa la edad de esta formación, estimando que es esencialmente Llanvirn.

El techo de esta formación lo define el primer nivel de areniscas de la Formación Agüeira.

En el contacto entre ambas formaciones, además de los finos niveles de rocas volcano-sedimentarias, en algunos puntos (por ejemplo, al N. de Corporales) se encuentra una brecha ferruginosa de 0,5-2 m. de potencia.

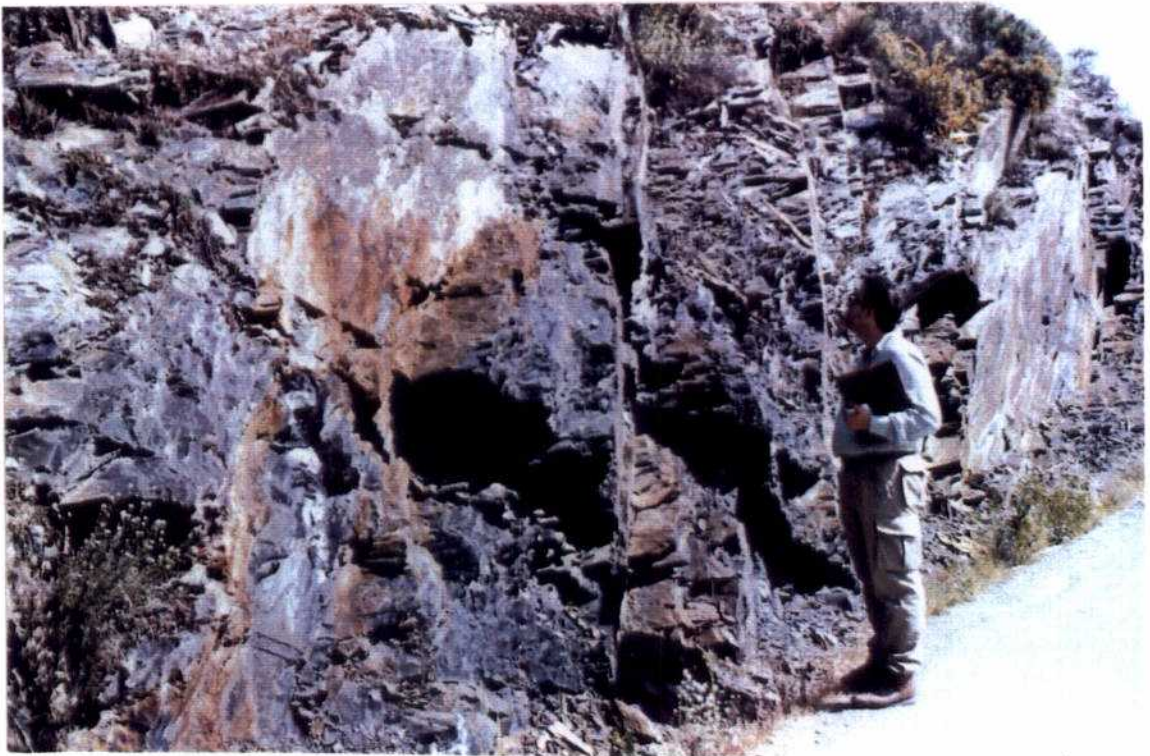


Foto 11.- Las Pizarras de Luarca en la carretera de Casayo



Foto 12.- Cantera en las Pizarras de Luarca (Pena)

Dada la edad de esta formación y la base de la Formación Agüeira que a continuación describimos, en el contacto entre ambas formaciones se interpreta exista una laguna estratigráfica Llandello-Caradoc (GUTIERREZ MARCO et al. 1988).

LA FORMACION AGÜEIRA

Como se aprecia en la cartografía la mayor parte del núcleo del Sinclinorio de Truchas lo ocupan los materiales de la Formación Agüeira, rectificando las cartografías anteriores.

En toda la bibliografía del NO. se denomina como Formación Agüeira a la serie detrítica que se encuentra entre las pizarras negras de Luarca y las ampelitas silúricas.

Aunque presenta algunas variaciones con el dominio del Navía y Alto Sil donde se definió esta formación, consideramos adecuada la denominación de Formación Agüeira para el conjunto de los materiales detríticos que se encuentran en la misma situación en el Sinclinorio de Truchas, evitando otras denominaciones confusas e innecesarias.

El muro de esta formación se define en la base de la primera arenisca o cuarcita que se encuentra a techo de las pizarras negras de Luarca.

PEREZ ESTAUN, et al. (1980) (Fig. 4) estudiaron detalladamente esta formación en el área de Silván (La Cabrera),

separándola en tres miembros y aportando valiosos datos estratigráficos y estructurales que han sido utilizados en este estudio.

En la investigación del IGME (1984) sobre la zona occidental del Sinclinatorio (Valdeorras) se levantó la columna litoestratigráfica general de esta formación en ese área.

En este estudio se ha confirmado la continuidad de la formación por todo el Sinclinatorio, y aunque se observan variaciones de potencia y cambios laterales de algunos tramos, los tres miembros diferenciados en esta formación se identifican en todo el Sinclinatorio.

Siguiendo el criterio de PEREZ ESTAUN et al. (1980), con algunas variaciones en los límites de las unidades, con los datos obtenidos en este estudio, podemos describir la formación Agüeira dividiéndola en tres miembros claramente diferenciables.

El Miembro Inferior está constituido por una alternancia de areniscas, pizarras y cuarcitas. Los bancos de cuarcitas pueden tener hasta 5 m. de potencia y son más frecuentes y masivos en el techo de la unidad. Las pizarras son de color gris oscuro, diferenciables de las negras de Luarca.

En estas capas se observan numerosas estructuras sedimentarias; como granoclasificación, laminaciones paralelas y cruzadas, slumps, y marcas de tipo flute y groove casts en los muros de las areniscas.

EL MIEMBRO INFERIOR DE LA FORMACION AGUEIRA



Foto 13.- Estratificaciones cruzadas en las areniscas del Miembro Inferior de la formación Agüeira

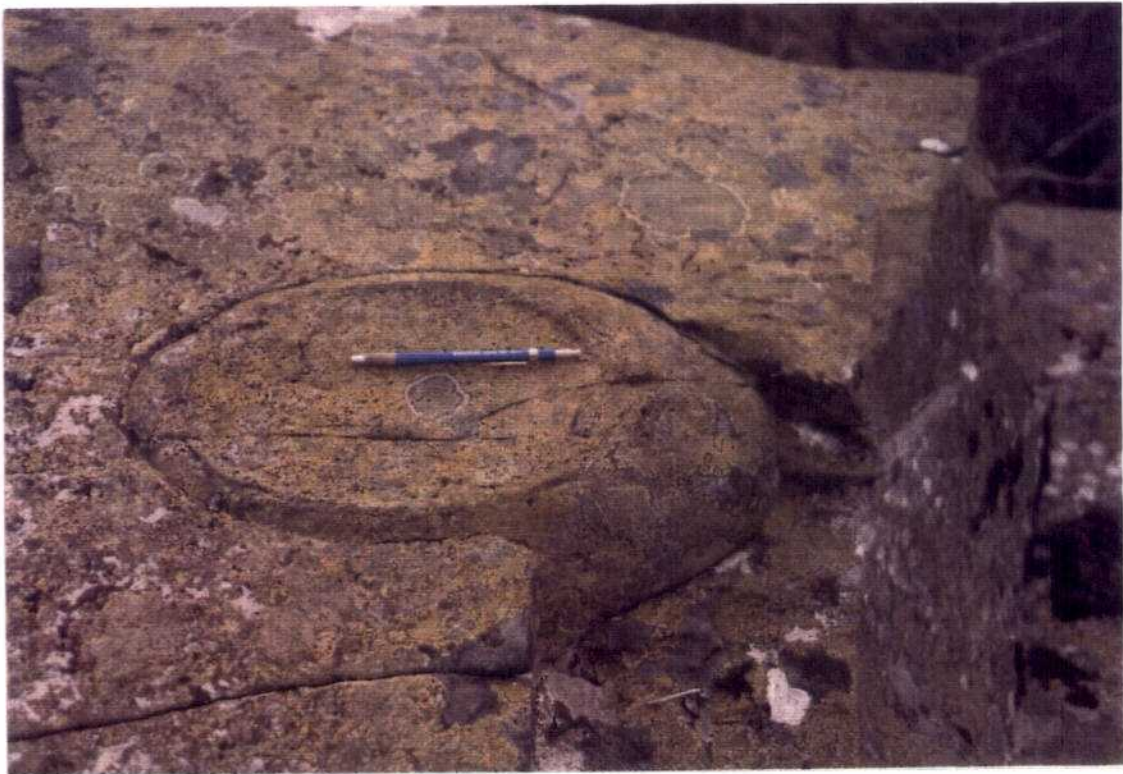


Foto 14.- "Bolas de arena" en las cuarcitas del Miembro Inferior de la formación Agüeira.

En varios puntos de esta unidad (Hoja 1/50.000 de SILVAN nº 191), se han localizado unos bancos calcáreos con restos de cistoideos y crinoideos, que según GUTIERREZ MARCO et al. (1988) son comparables a las de las calizas del Ashgill (Caliza de la Aquiana).

El espesor de este Miembro Inferior varía sensiblemente de N. a S. del Sinclinatorio. El mayor espesor se observa en el flanco N., en el corte continuo de la carretera que sube desde el puente de la herrería hacia Sigüeya y Silván (Hoja 1/50.000 SILVAN nº 191), estimando que aquí tiene un espesor mínimo de 400 m. Mientras que en el flanco S. y hacia el Oeste (Casayo) tiene como máximo 150 m.

El techo de esta unidad lo situamos en el último banco de cuarcitas, sobre el cual y en un tránsito neto se sitúa un potente tramo de pizarras azuladas (Pizarras de Armadilla, Rozadais, S. Pedro de Trones, etc).

El Miembro Medio de la formación Agüeira está constituido fundamentalmente por pizarras azules y pizarras arenosas masivas, aunque también comprende algunos niveles de areniscas y cuarcitas. Pero, la característica diferencial de este miembro es la presencia de fragmentos o cantos de caliza, repartidos irregularmente por los niveles pelíticos.

Los fragmentos o cantos de caliza, aunque también se encuentran algunos de arenisca y cuarcita, son de tamaño variable desde unos pocos milímetros hasta de 25 cm. Se observan bien en

NIVELES CALCAREOS EN EL MIEMBRO INFERIOR DE LA
FORMACION AGUEIRA (Calizas del Trigal)



Foto 15.- Conglomerado calcáreo (Hoja de Silvan nº 191)

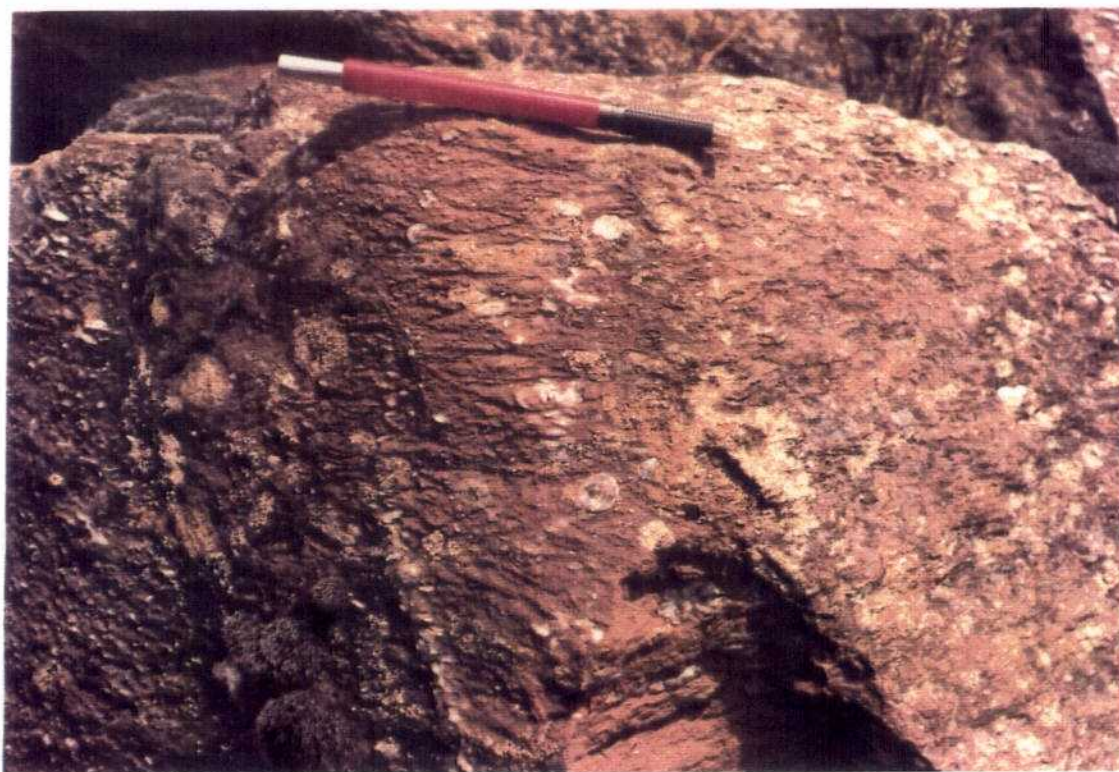


Foto 16.- Cistideos y crinoides (Ashgill) (Hoja de Silvan nº 191)

la roca fresca pero en los afloramientos alterados se encuentran los huecos que dejan en las pizarras al disolverse, dando un aspecto muy característico en el campo.

En algunos de estos cantos se han encontrado restos de cri-noides, que parecen indicar su procedencia de las calizas del Ashgill.

En este estudio hemos identificado estos fragmentos calcáreos en el Miembro Medio de un extremo a otro del Sinclino-rio, aunque apreciamos que son más abundantes y de mayor tamaño en el centro y NE. del mismo, disminuyendo sensiblemente hacia el S. y el O.

Esta facies de las pizarras con cantos es equivalente a las descritas por numerosos autores como "pelitas con fragmentos" en otros lugares, en el Ordovícico Superior.

El origen de los fragmentos de rocas embutidas en una matriz pelítica lo explican algunos autores como depósitos y glacioma-rinos (DANGEARD y DORÉ 1971, ROBARDET y DORÉ 1988). Pero otra posible explicación del origen de estas facies es la de PEREZ ESTAUN y MARCOS (1981), que las consideran "pebbly mudstones" originados en relación con movimientos en masa de barros y can-tos, favorecidos por las fuertes pendientes originadas por las fracturas relacionadas con la etapa distensiva que tiene lugar en esa época.

Intercalados en esa serie pelítica destacan algunos paquetes de areniscas y cuarcitas en gruesos bancos, algunos de los cua-les se han señalado en la cartografía 1/50.000.

LAS "PELITAS CON FRAGMENTOS" DEL MIEMBRO MEDIO DE LA
FORMACION AGUEIRA



Foto 17.- Aspecto superficial, con los huecos de disolución de los fragmentos de caliza

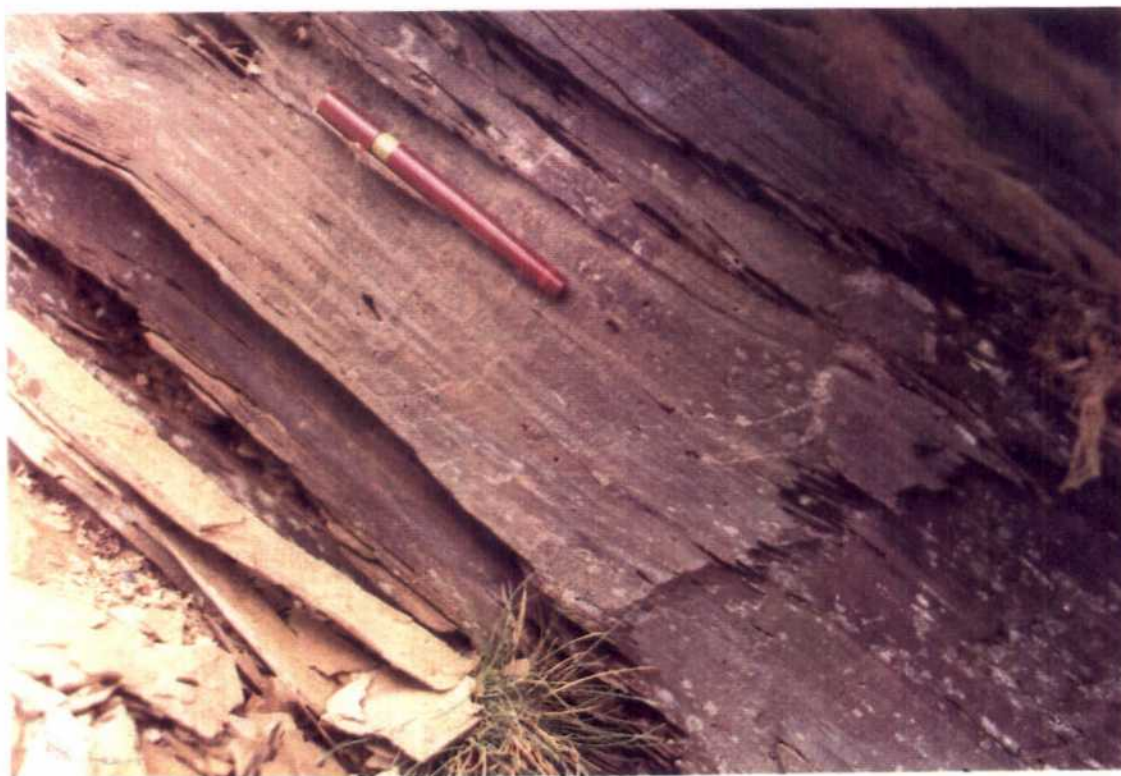


Foto 18.- Aspecto en corte, con los huecos de disolución de los fragmentos de caliza

Incluimos en este Miembro Medio los bancos de areniscas y cuarcitas que PEREZ ESTAUN et al. (1980) describen en la base del Miembro Superior, puesto que a techo de ellos se encuentra un nivel pelítico con muchos cantos de caliza.

El espesor total de este Miembro Medio varía sensiblemente del centro y hacia el S. y O. del Sinclinorio, acunándose hacia el NO. como se aprecia en la cartografía. El espesor que calculamos debe tener en el centro del Sinclinorio del orden de 400-500 m.

El Miembro Superior de la formación Agüeira comprende todos los materiales que se sitúan estratigráficamente por encima de los últimos niveles de "pelitas con fragmentos" y debajo de las ampelitas silúricas.

Esta unidad está constituida por areniscas, pizarras arenosas y algunas cuarcitas, donde se encuentran numerosas estructuras sedimentarias internas y marcas en los muros de las capas. En el centro del Sinclinorio estos materiales son alternancias de areniscas y pizarras con laminaciones arenosas, aumentando hacia el O. los bancos de cuarcitas.

El espesor de esta unidad es muy variable, aumentando la potencia del centro hacia el O., donde calculamos puede tener una potencia mínima de 300 m.

Cartográficamente esta sucesión manifiesta una discordancia de bajo ángulo, sobre los materiales del Miembro Medio.

LAS AMPELITAS SILURICAS

En el centro del Sinclinorio las ampelitas silúricas se apoyan directamente sobre las pizarras con laminaciones y areniscas del Miembro Superior de la Formación Agüeira.

A los afloramientos del Monte Llagarinos (PEREZ ESTAUN, 1978) se han unido otros próximos que figuran en la cartografía (Hoja de Encinedo nº 228).

En estos afloramientos se recogieron numerosos graptolitos que según GUTIERREZ MARCO et al. (1988) fijan la posición del límite Ordovícico-Silúrico.

Por el contrario, en el Sil, entre las ampelitas y las pizarras con laminaciones arenosas del Miembro Superior de la formación Agüeira, se cartografía un paquete de cuarcitas muy continuo, que puede ser equivalente a la cuarcita d Vega de Espinareda, aunque mucho menos potente, situada en la misma posición estratigráfica (PEREZ ESTAUN y MARCOS 1981). Un buen corte de este contacto se encuentra en el principio de la carretera que sube del Puente de Domingo Florez a San Pedro de Trones (Hoja de Silván nº 191).

En el flanco N. del anticlinal del Teleno se han observado algunos tramos de areniscas y pizarras alternantes, entre las pizarras negras de Luarca y la caliza de La Aquiana, que se corresponderían con los paquetes inferiores de la Formación

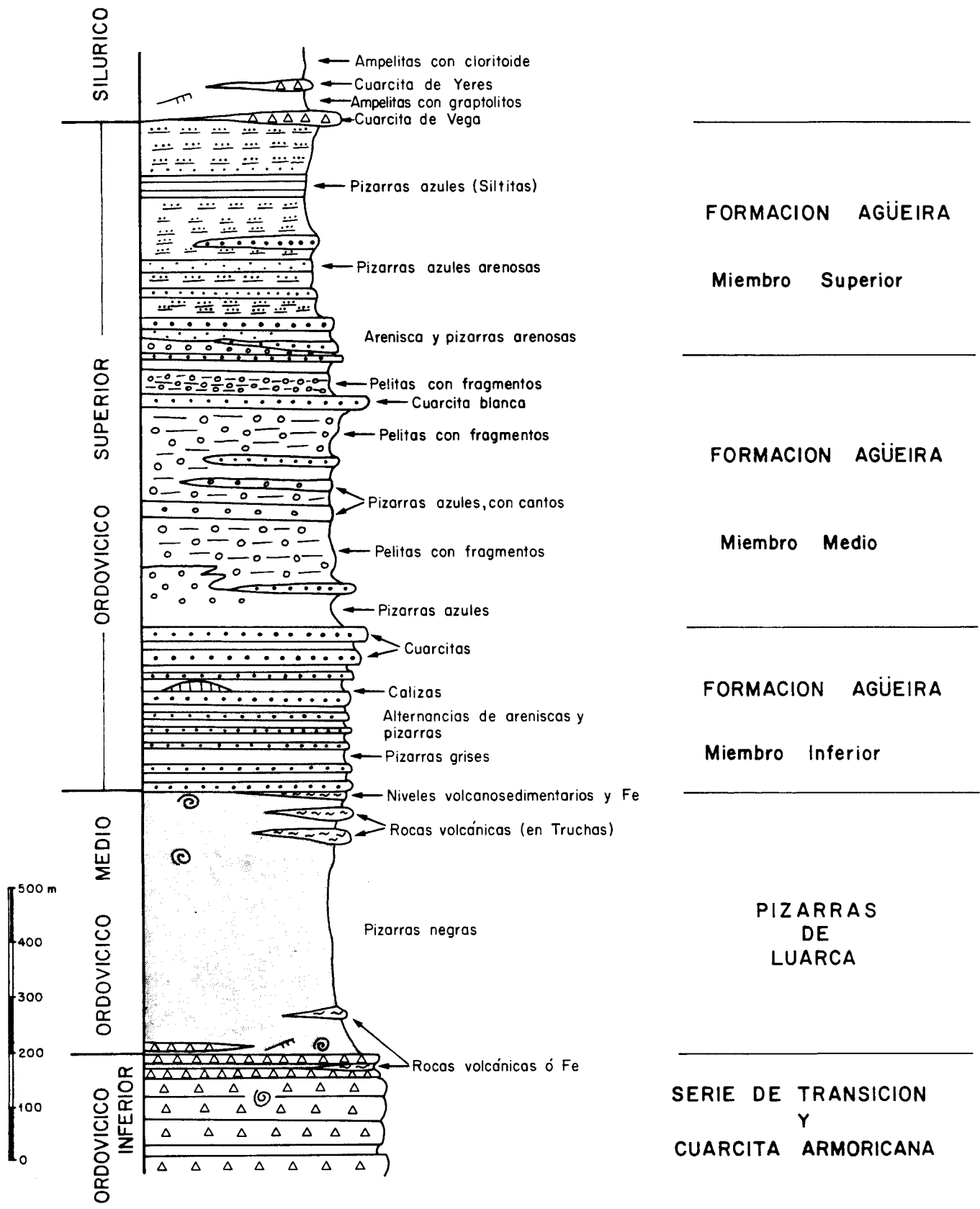


Fig. 9 Columna estratigráfica generalizada de las pizarras de LUARCA y F. AGÜEIRA en el sinclinorio de TRUCHAS .

Agüeira del Sinclinorio de Truchas. Estos niveles se estrechan hacia el O., hacia el Caurel, hasta que la caliza de La Aquiana se sitúa directamente sobre las Pizarras de Luarca.

El Silúrico que en el centro del Sinclinorio se encuentra sobre el Miembro Superior de la Formación Agüeira, en el Sinclinal de Peñalba y el Caurel lo encontramos sobre la Caliza de La Aquiana.

Esta situación, el dato de los niveles calcáreos equivalentes encontrados en el Miembro Inferior de la Formación Agüeira y la gran masa de pelitas con fragmentos de caliza, procedentes de la caliza de La Aquiana, nos llevan a correlacionar ambas formaciones lateralmente.

El Sinclinorio de Truchas, como explicaban PEREZ ESTAUN y MARCOS (1980), durante el Ordovícico Superior era un surco menor dentro de la plataforma continental que se prolongaba por toda la Zona Asturoccidental-Leonesa, separado relativamente del gran surco que significa el Dominio del Navia y Alto Sil, por un umbral instalado en lo que ahora es el Dominio del Manto de Mondoñedo-Peñalba.

Mientras en los surcos se depositaban los materiales terrígenos de la Formación Agüeira, procedentes del continente emergido situado hacia el E., en el umbral se desarrollaba una plataforma carbonatada (Caliza de La Aquiana).

Estos surcos y umbrales se provocaron durante la etapa distensiva que tiene lugar en el Ordovícico y se relacionarían con

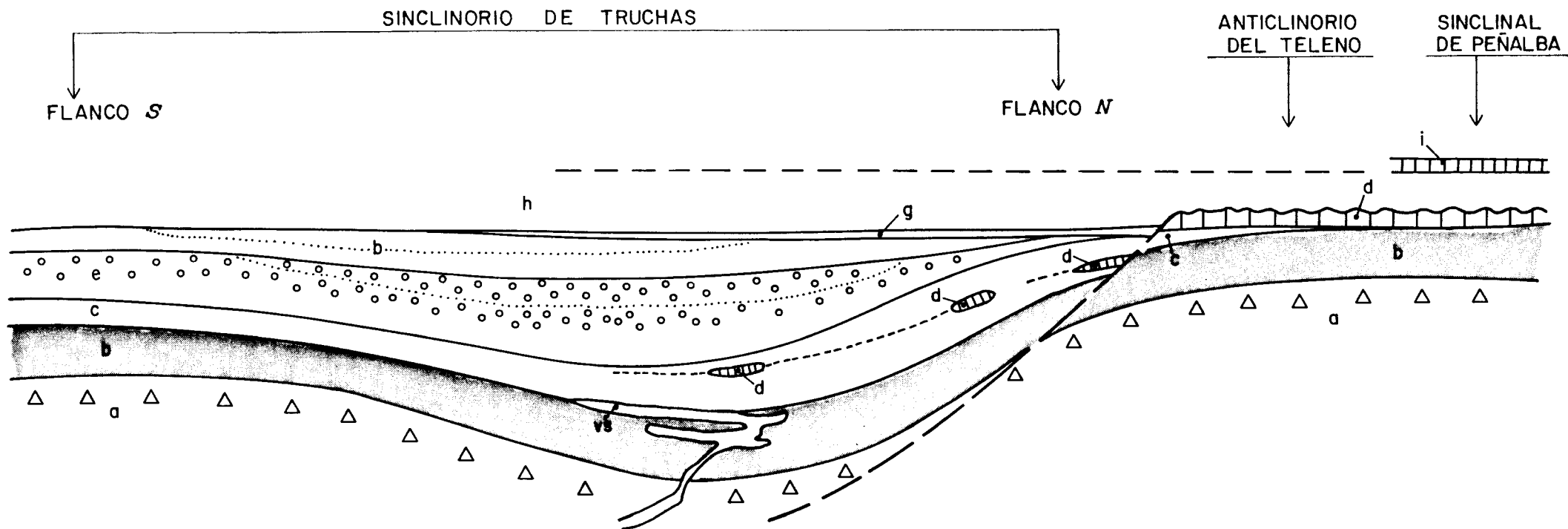


Fig.10 Esquema general simplificado del Sinclinorio de Truchas al final del Silurico (sin escala)

- a - CUARCITA ARMORICANA Y SERIE DE TRANSICION
- b - PIZARRAS DE LUARCA (vs ROCAS VOLCANICAS)
- c - MIEBRO INFERIOR DE LA FORMACION AGÜEIRA
- d - CALIZA DE LA AQUIANA
- e - MIEBRO MEDIO DE LA FORMACION AGÜEIRA (PELITAS CON FRAGMENTOS)
- f - MIEBRO SUPERIOR DE LA FORMACION AGÜEIRA
- g - CUARCITA DE VEGA
- h - SILURICO
- i - CALIZAS DEVONICAS

fracturas que a su vez facilitaron la actividad volcánica que se registra en este periodo en toda la Asturoccidental-Leonesa, como la que se registra en Truchas.

4.5 TECTONICA

Las rocas paleozoicas de esta región se encuentran deformadas fundamentalmente por los efectos de la Orogenia Herciniana.

Movimientos anteriores a esta Orogenia se ponen de manifiesto en las discordancias cartográficas regionales, como la del Ordovícico sobre el "Ollo de Sapo" y la del Silúrico sobre el Ordovícico.

En todo caso, estas deformaciones anteriores serian ondulaciones de gran radio de curvatura producidos por suaves movimientos de tipo epirogénico (MATTE, 1968), o por procesos distensivos en la cuenca de sedimentación que se instala en la Zona Asturoccidental-Leonesa y Centro-Ibérica, desde el Cámbrico Inferior por lo menos.

En todos los casos la intensidad de las deformaciones hercínicas hace muy difícil el reconocimiento de cualquier deformación anterior y solo se pueden hacer conjeturas generales en base a la cartografía precisa de las discordancias y las variaciones de las lineaciones de intersección (So-S1).

En el área estudiada apuntamos algunos fenómenos que podrían relacionarse con los movimientos presilúricos; como algunas de las variaciones acusadas de las lineaciones, y los movimientos que indujeron a la destrucción parcial de la plataforma carbonatada para dar las "pelitas con fragmentos", mientras en otros puntos próximos se preservaron de tal erosión.

Pero sin embargo, las principales estructuras y deformaciones internas que se observan en las rocas paleozoicas son debidas a la orogénesis Hercínica, reflejada en este área en los pliegues y estructuras menores (esquistosidades, chevron, kink-bands, banding, etc.) que afectan a todas las rocas paleozoicas.

Como es del conocimiento general, MATTE (1964, 1966 y 1968) y MARCOS (1971 y 1973) dividieron las deformaciones hercinianas en fases o episodios a los que se asocian diferentes estructuras características.

La estructura general del Sinclinatorio de Truchas la describe MATTE (1968) (Fig. 2) y con mayor detalle PEREZ ESTAUN (1978) (Fig. 3).

Como señalan estos autores, en este área las estructuras principales son los pliegues, de pequeña longitud de onda y por tanto muy numerosos, correspondientes a la primera fase de deformación herciniana. Estos pliegues son vergentes al NE de dirección ONO-ESE, y presentan una esquistosidad de flujo en general paralela a los planos axiales.

Como hemos comprobado en este estudio, la disposición de los planos axiales, igual que la esquistosidad de la primera fase (S1), varía del SO al NE del Sinclinorio. En el flanco SO los planos axiales buzcan al S, en el centro del Sinclinorio se horizontalizan y en el flanco Norte se llegan a verticalizar.

PEREZ ESTAUN (1978) explica estas variaciones del buzamiento de la esquistosidad por el efecto de los pliegues de la tercera fase hercínica (Fig. 11). Estos pliegues son de grandes dimensiones, de direcciones ligeramente oblicuas a los de la primera fase, pero vergentes al S (en sentido contrario a los de la primera fase) y suelen ir acompañados, sobre todo en las charnelas, por estructuras menores como crenulaciones y pliegues en chevron (Fig. 14).

Como se deduce de los cortes geológicos transversales a la estructura general, en el Sinclinorio de Truchas no se observan grandes pliegues tumbados, y salvo en la Cuarcita Armoricana donde los pliegues son más apretados, los pliegues mayores son asimétricos y con ángulos entre flancos del orden de 60° .

A menor escala, sin embargo, si se observan pliegues más apretados, con ángulos más bajos entre flancos, dependiendo del material en que se producen, como corresponde a una deformación heterogénea en un medio anisótropo marcado por los contrastes litológicos.

PEREZ ESTAUN (1978) considera que todos los pliegues de esta zona son prácticamente "similares" (case 2 de RAMSAY 1962, 1967)

PLIEGUES



Foto 19.- Pliegues mayores en la Cuarcita Armoricana, en el falnco S. del Sinclinorio de Truchas (Hoja de Viana del Bollo nº 228)



Foto 20.- Pliegues menores en un nivel de areniscas entre las pizarras del Miembro Medio de la F. Agüeira (Hoja de Silvan nº 191)

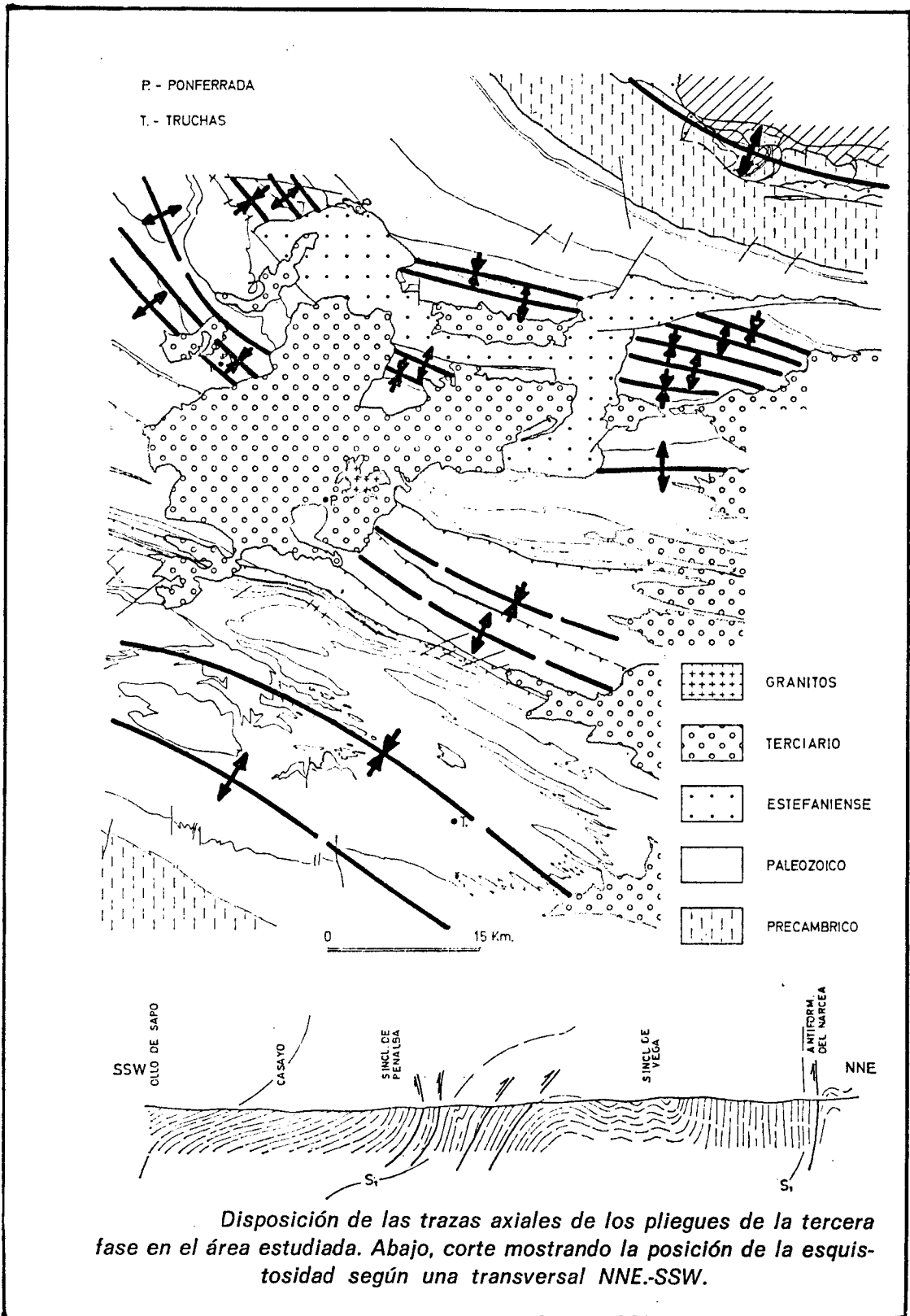


Fig.11 Pliegues de la tercera fase hercínica según PEREZ ESTAUN(1.978)

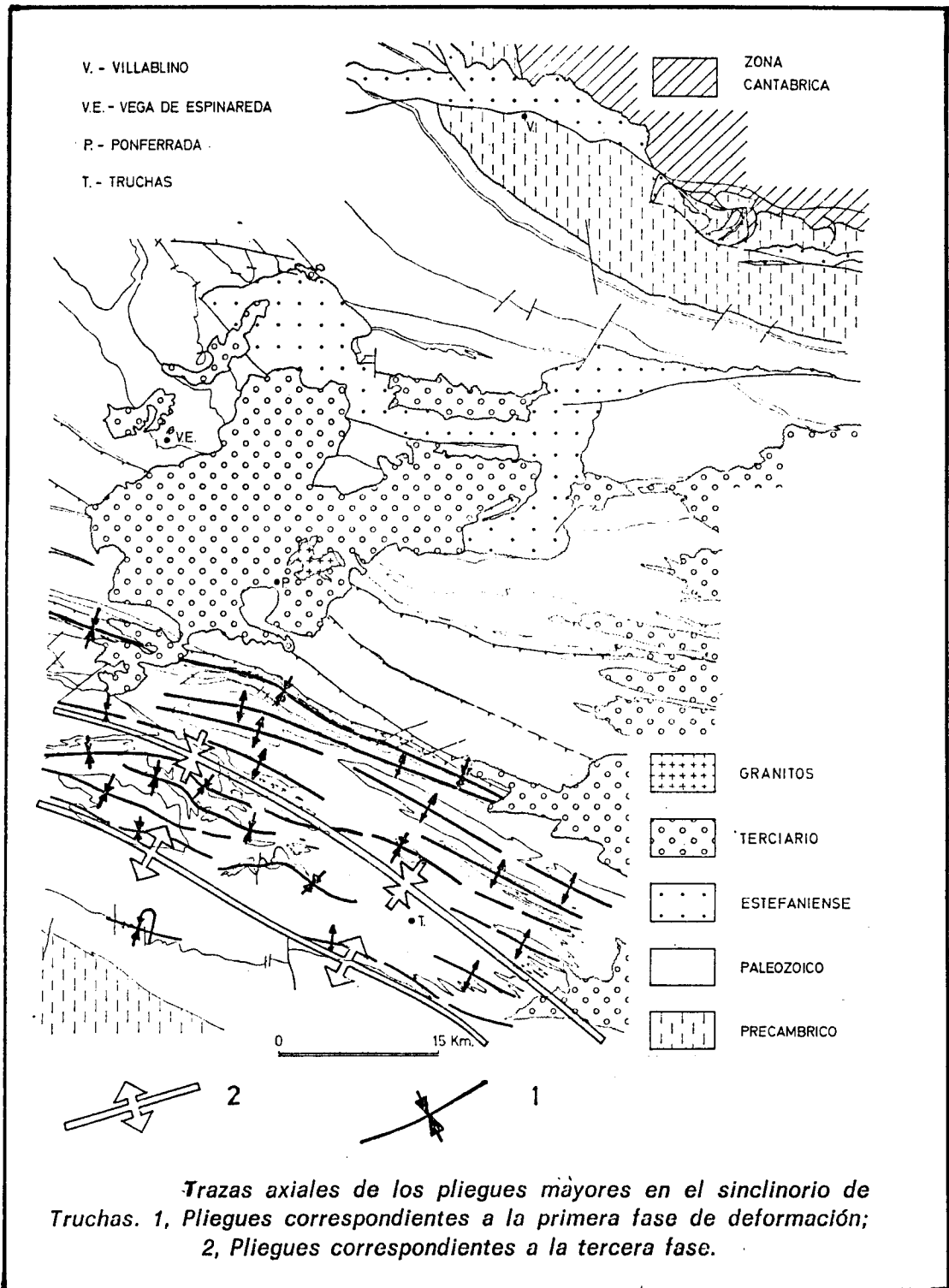


Fig.12 Interferencia de los pliegues de la primera y tercera fase hercínicas, según PEREZ ESTAUN (1.978)

aunque incluye la posibilidad de que hayan intervenido procesos de "buckling" y aplastamiento posterior ó simultáneo de la secuencia plegada.

Pero aunque los pliegues de la primera fase hercínica son los más evidentes por toda la zona, y se observan algunos pliegues mayores, pensamos que la morfología general del Sinclinatorio de Truchas se debe más bien a la interferencia de la tercera fase hercínica sobre un monoclinal largo, intensamente plegado por las deformaciones de la primera fase hercínica (Fig. 12).

En el área del Sinclinatorio de Truchas no se han encontrado evidencias de las deformaciones atribuidas a la segunda fase hercínica, causante de los cabalgamientos.

Por el contrario, al N. del Teleno, si se han observado algunas estructuras que podrían relacionarse con esta fase, aunque no han sido analizadas en este proyecto por estar fuera del área de interés pizarrista.

Sin embargo, si son evidentes las deformaciones atribuidas a la cuarta fase hercínica, sobre todo en el flanco N. del Sinclinatorio, causante de los kink-bands y crenulaciones subhorizontales.

PEREZ ESTAUN (1978) atribuye a una deformación tardía (la quinta fase hercínica) los kink-bands transversales a las direcciones de los pliegues que aparecen en algunos puntos, e interpreta como pliegues de esta etapa el domo cartográfico que dibuja la Serie de Los Cabos en los Montes Aquilianos y que podrían prolongarse hacia el SO (Fig. 13).

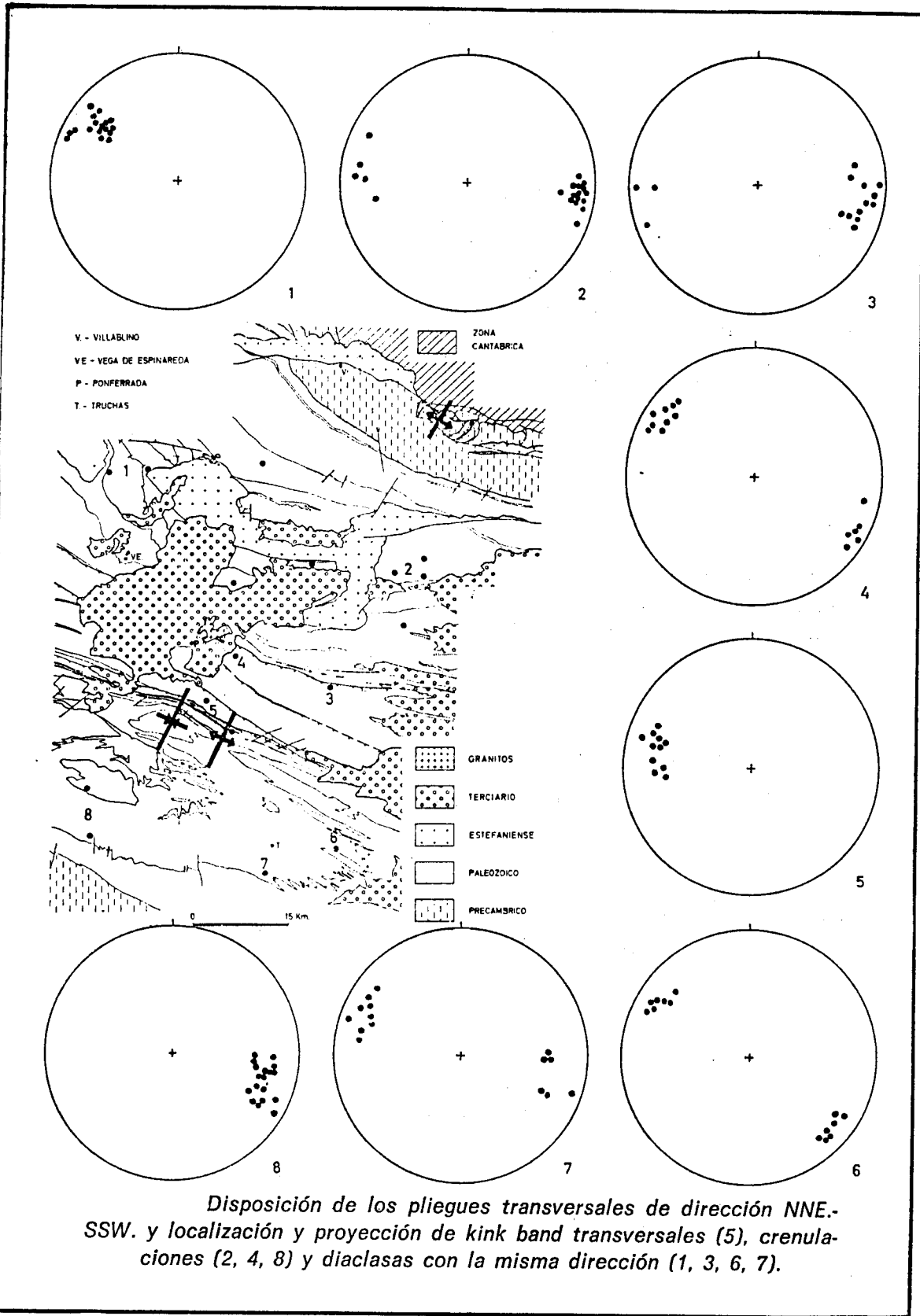
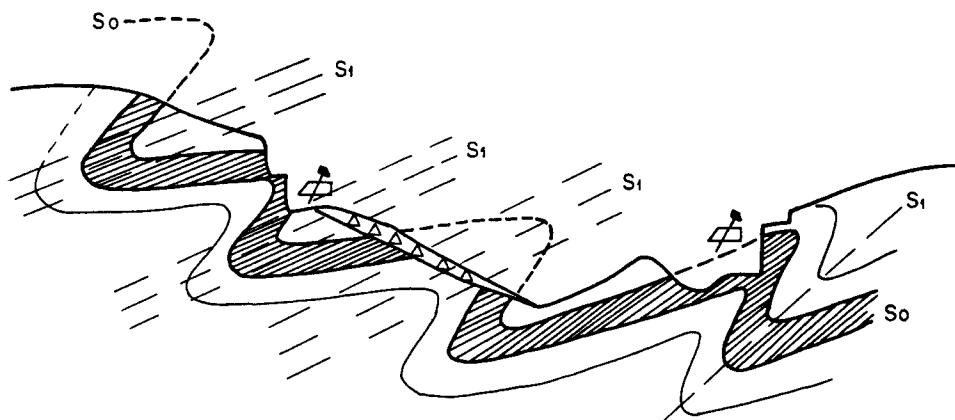
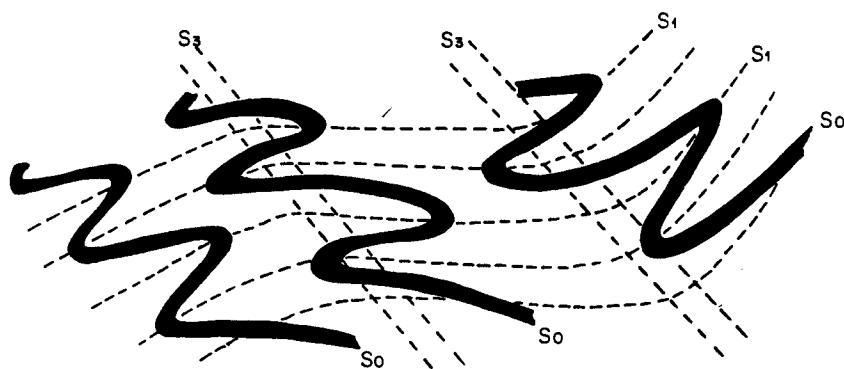


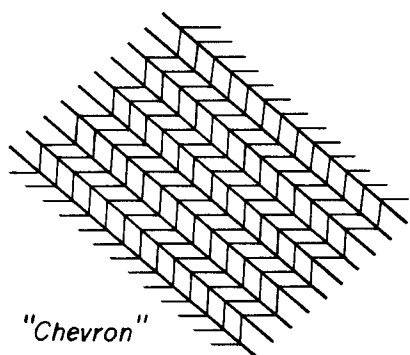
Fig.13 Pliegues transversales, según PEREZ ESTAUN (1.978)



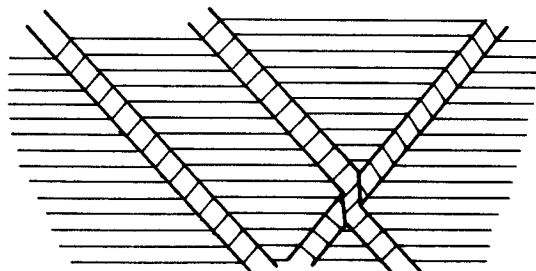
Relaciones entre la estratificación S_0 y la esquistosidad S_1 (plano de labrado), en las capas de pizarra plegadas.



Variaciones en la posición de los pliegues por efecto de la interferencia de los pliegues de la tercera fase hercínica (S_3) sobre los de la primera (S_1).



"Chevron"



Pliegues menores

"Kink-bands"

Fig. 14 Estructuras tectónicas

PLIEGUES DE LA S₁

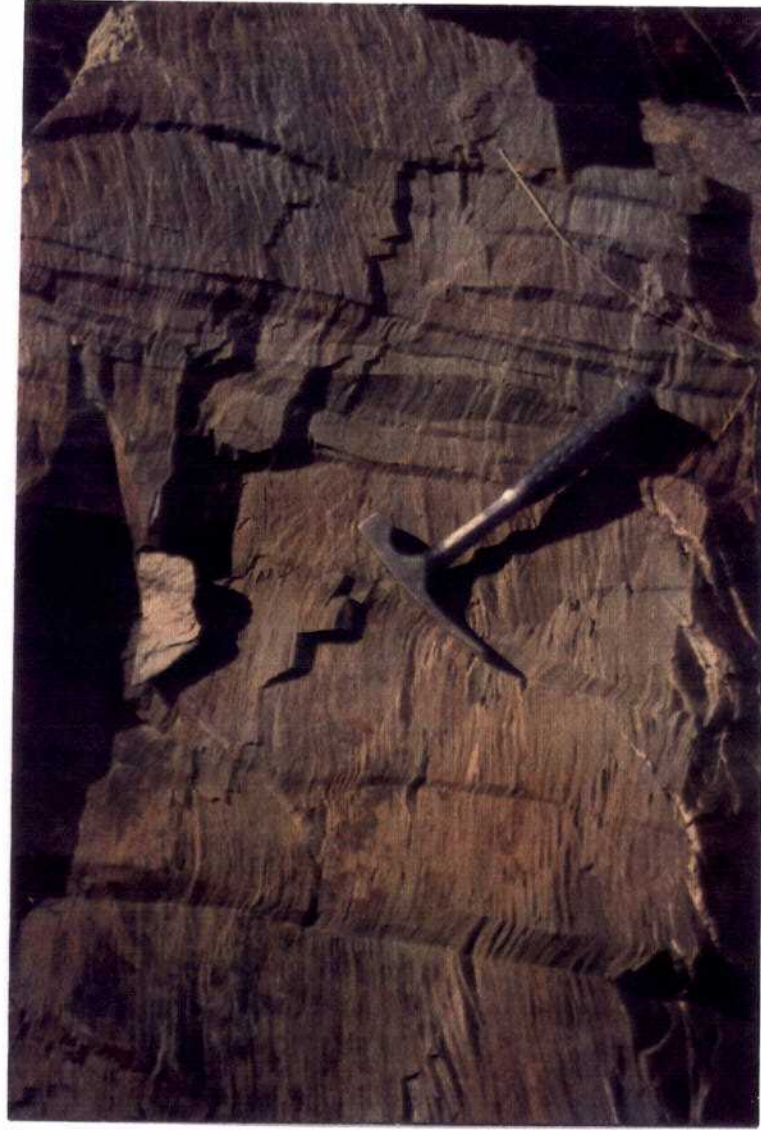


Foto 21.- Kink-bands



Foto 22.- "Chevron"

Todas las estructuras posteriores afectan a las estructuras hercínicas, desviando las esquistosidades de su posición normal.

Las fallas tardías son frágiles y se notan por su aspecto y direcciones, aunque localmente pueden utilizar planos de estructuras hercínicas, y dar hasta crenulaciones anómalas, pliegues menores en filones de cuarzo, etc.

Las fallas importantes que se han detectado en este área están señaladas en la cartografía, apreciando su importancia relativa por los saltos que producen en los contactos entre las unidades litoestratigráficas diferenciadas.

4.6 METAMORFISMO

CAPDEVILLA (1969) sintetiza las características generales del metamorfismo regional y los granitos en el NO de la Cadena Herciniana.

Las relaciones entre los eventos metamórficos y las distintas fases orogénicas es un tema analizado por diversos autores, y que varía de unas zonas a otras de manera compleja.

El metamorfismo regional comienza a manifestarse en el flanco E. del antiforme del Narcea y, en general, aumenta hacia el O.

Como señala PEREZ ESTAUN (1978) toda la rama S. de la Zona Asturoccidental-Leonesa se encuentra afectada por un metamor-

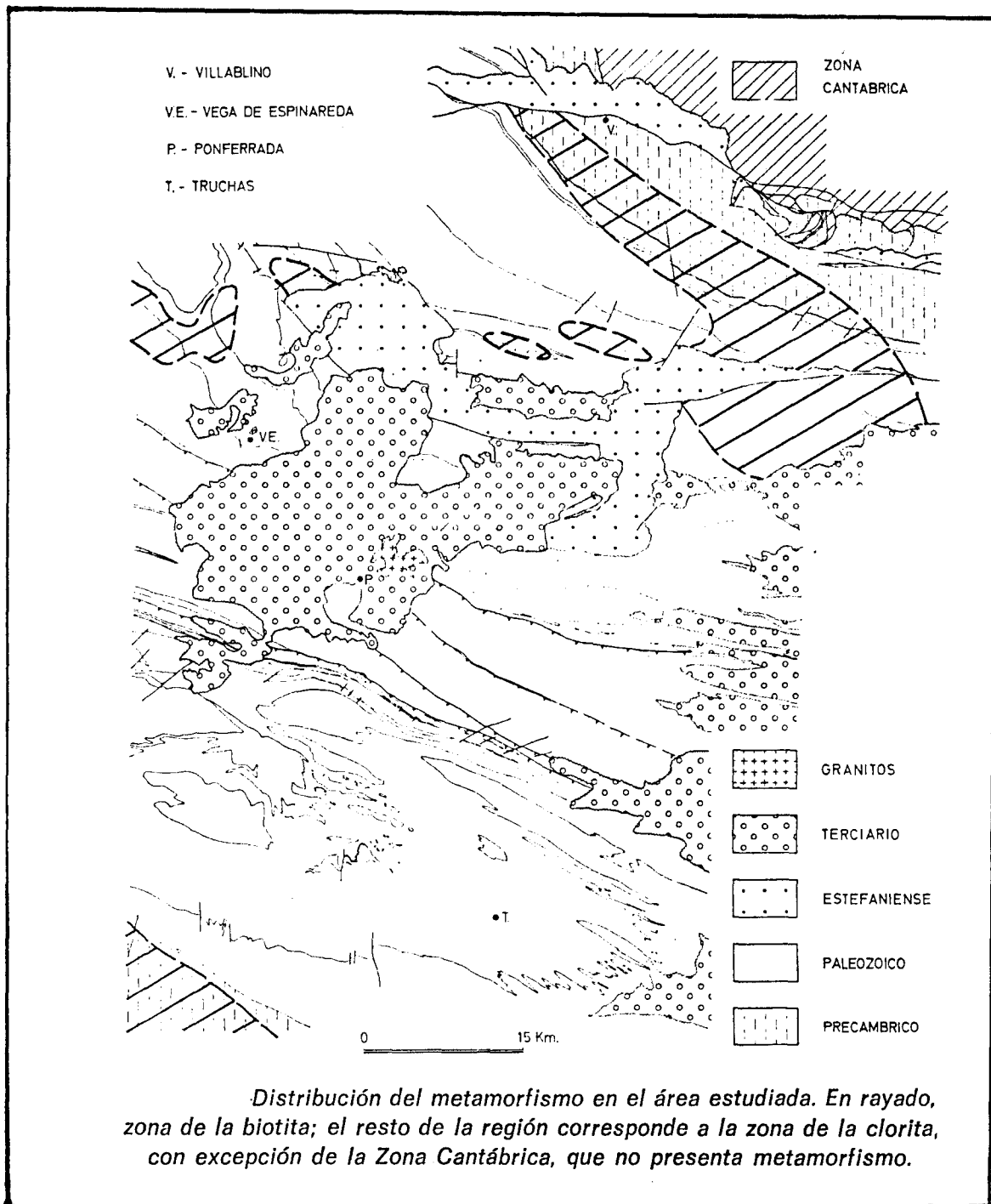


Fig.15 El metamorfismo en la rama Sur de la Zona Asturoccidental-leonesa según PEREZ ESTAUN (1.978)

fismo regional de bajo grado, en la facies de los esquistos verdes, unicamente alterado por el efecto de contacto con los plutones graníticos.

El área del Sinclinatorio de Truchas se encuentra en la zona de la clorita (Fig. 15), con paragénesis minerales en los materiales pelíticos de cuarzo-moscovita-(Illita) Clorita y Cuarzo-moscovita-clorita-cloritoide.

La clorita y la moscovita son sintectónicas con la esquistosidad de primera fase hercínica (S1) y crecen paralelamente a la misma.

Sin embargo el cloritoide (más frecuente en las ampelitas silúricas) a veces se presenta cortando a la S1 y otras afectado por ella, indicando un crecimiento de este mineral en una etapa tardía en relación con la S1.

El metamorfismo de contacto, producido por los granitos, se manifiesta en el Sinclinatorio de Truchas en algunos puntos al SO (Hoja de Encinedo nº 229), en la cabecera de los ríos Valborraz y San Gil donde llegan a aflorar algunas pequeñas apófisis graníticas, que pueden estar relacionadas con la granodiorita de Vega del Bollo (Hoja de Viana del Bollo nº 228).

En estos puntos las pizarras están corneanizadas y se encuentran atravesadas por filones de cuarzo mineralizados (Mina de los Alemanes y Tres Amigos).

5 LAS PIZARRAS DE INTERES INDUSTRIAL

5.1 GENERALIDADES

Las pizarras son rocas utilizadas por la industria con fines diversos, de tres maneras distintas; como piezas talladas, fragmentadas a tamaño grava o arena y en polvo de fina granulometría.

Las placas, losas y bloques de pizarra se utilizan como materiales de construcción, destacando entre estas aplicaciones el recubrimiento de tejados y fachadas.

La grava y arena de pizarra se emplean en la fabricación de piedras artificiales, mezclas asfálticas, algunos tipos de ladrillos, etc.

El polvo de pizarra, con especificaciones muy estrictas en cuanto a su granulometría y composición, es un producto que se cotiza internacionalmente, utilizándose en la fabricación de algunos compuestos bituminosos, plásticos y cauchos, como carga de pinturas e insecticidas y otros muchos productos.

Pero, sin duda, el grueso de la producción pizarrista lo constituyen las pizarras para cubiertas, mientras en las otras aplicaciones industriales son de menor rango y admiten otras variedades de pizarras que no tienen porqué ser las adecuadas para este fin.

Las pizarras son rocas muy comunes en las formaciones paleozoicas de nuestra geografía. Pero, por muy diversas razones, geológicas, el caso, es que solo algunos niveles reúnen las propiedades y condiciones adecuadas para su explotación industrial como "pizarras para cubiertas".

Como se dijo en el Apdo. 3, los yacimientos en explotación más importantes de pizarras se localizan en el NO. de España, en las formaciones del Ordovícico Medio y Superior, en arenas de bajo metamorfismo regional. Y en concreto, el Sinclinatorio de Truchas que comprende las áreas pizarristas de Valdeorras en Orense y San Pedro de Trones y la Cabrera en León, es la cuenca pizarrista de mayor producción a nivel mundial.

La intensa actividad pizarrista, sobre todo en Valdeorras, impulsó la prospección y explotación de todas aquellas masas de pizarras que afloraban claramente y que tenían visos de constituir yacimientos de interés económico.

Los éxitos alcanzados por la experiencia empírica de los canteros locales es evidente, poniendo en explotación los principales yacimientos que en la actualidad se registran en el área.

Pero con el fuerte desarrollo de esta industria y la demanda del mercado, se necesitan nuevos recursos, en continuidad con los actualmente en explotación y en áreas vecinas menos conocidas, como La Cabrera.

En este sentido, la investigación geológica es, con todas sus limitaciones, un arma racional y necesaria para comprender la geometría de los yacimientos, sus características generales y su desarrollo futuro, además del instrumento más adecuado y económico para prospectar nuevos recursos en áreas poco conocidas.

En este estudio, se ha partido de la experiencia en las canteras en producción, integrándola con los conocimientos geológicos alcanzados hasta la fecha sobre el Sinclinatorio de Truchas, llegando a las siguientes conclusiones generales sobre las formaciones pizarrosas donde se localizan los yacimientos productivos.

5.2 LAS PIZARRAS DE LUARCA

En esta formación se encuentran algunos de los mayores yacimientos, en Valdeorras (El Castañeiro, Casayo) y de otros lugares del NO (El Caurel, Monte Ronda).

Dada la potencia y continuidad de esta formación, probablemente sea la unidad litoestratigráfica que guarda las mayores reservas potenciales de "pizarras para cubiertas" de todo el hercínico.

En el Sinclinatorio de Truchas, en Valdeorras principalmente, se localizan explotaciones pizarristas en todas las alturas estratigráficas, con variable rendimiento en función de las condiciones de explotación, rendimiento en la obtención de bloques

para el serrado (rachones), pero sobre todo por las variaciones en la calidad de las pizarras por el contenido en minerales metálicos (pirita, pirrotina, etc.).

Todas las pizarras de esta formación, en general, son pizarras negras (en comparación con las de Formación Agüeira), de grano muy fino, con bajo contenido en cuarzo, donde la esquistosidad (S1) es muy homogénea y penetrativa (slaty-cleavage) posibilitando un alto rendimiento en el labrado de las placas (hasta 3 mm. de espesor).

Dentro de la masa homogénea de pizarras negras que caracteriza esta formación, se distinguen a mayor detalle niveles de pizarras con distinto contenido en minerales metálicos.

Las explotaciones pizarristas en esta formación buscan los niveles de pizarras con más bajo contenido en minerales metálicos y que menos se alteren en las condiciones ambientales de su destino, consiguiendo altos rendimientos en las canteras y el labrado, con formatos de todas las dimensiones y espesores que no son posibles en otras variedades de pizarras.

Del estudio de detalle realizado en la zona de Valdeorras (IGME, 1984) y las observaciones complementarias de este proyecto, parece deducirse que los niveles con menor contenido en metálicos se encuentran "preferentemente" en los 2/3 inferiores de esta unidad estratigráfica, sin poder generalizar esta afirmación para todos los puntos equivalentes a lo largo del Sinclinal de Truchas. Y si además, le añadimos el carácter ligeramente discordante de la Formación Agüeira, llegamos a la

conclusión de que en cada tramo donde aflora esta formación hay que analizar el contenido de metálicos, como factor determinante de la calidad y de las pizarras.

Además de la calidad de las pizarras por el mayor o menor contenido en minerales metálicos, en estas pizarras se registran otras alteraciones sùtiles, como es la pizarra "quemada", y se manifiestan muy claramente las deformaciones secundarias y la fracturación que alteran la continuidad de las masas canterables y la homogeneidad de la esquistosidad principal (S1).

En estas pizarras, en general, se marca poco la lineación de intersección So/S1 (la "febra" para las canteras), dada la homogeneidad de las masas pizarrosas con escasas laminaciones arenosas, manifestándose unicamente por la alineación de los metálicos, sin llegar a ser una línea de debilidad de las placas elaboradas casi nunca.

Sin embargo, las "crenulaciones" ("panilla") "chevron" y "kink-bands" ("bregadas") se manifiestan claramente, por suaves que sean, influyendo directamente en el rendimiento de la cantera y en el labrado de los bloques que se llevan a los talleres.

En los yacimientos de Valdeorras se observan todos estos elementos estructurales y la fracturación (fallas y diaclasado) que afectan a las pizarras negativamente, pero que no impiden la explotación de las grandes masas de estas rocas, allí donde es posible extraer bloques sin alteraciones de hasta aproximadamente 1,5 x 1,5 x 0,5 m., con cierta regularidad.

En definitiva, la formación de las Pizarras de Luarca constituye en su conjunto una reserva potencial de recursos de Pizarras para Cubiertas, con las características indicadas, que deberán estudiarse en cada punto concreto, atendiendo a la composición en cuanto al contenido en metálicos fundamentalmente (sin olvidar otros factores) y analizando la incidencia de los elementos estructurales (crenulaciones, chevron, kink-bands), fracturación y diaclasado, hasta localizar las masas económicamente explotables.

Las mayores reservas de estas pizarras, en general, pensamos se localizan en el flanco S. del Sinclinorio, mientras que en el flanco N. en general esta formación está más intensamente afectada por las deformaciones de la tercera fase hercínica y los kink-bands subhorizontales.

En el cierre periclinal del Sinclinorio, las rocas volcánicas ocupan una gran extensión y produjeron alteraciones en los sedimentos originales que se reflejan en las pizarras (pizarras asalmonadas).

La zona A cartografiada a 1/10.000, es un tramo de esta formación estudiado como ejemplo, donde se han delimitado algunos tramos singulares de pizarras "quemadas", pizarras negras con alto contenido en piritas y alteraciones inducidas por la influencia de las rocas volcánicas que se encuentran en este área (Truchas).

5.3 LAS PIZARRAS DE LA FORMACION AGÜEIRA

En esta formación litoestratigráfica se encuentran numerosas explotaciones pizarristas de Valdeorras y La Cabrera, trabajando varios niveles estratigráficos (Fig. 16) cada uno con sus peculiaridades.

Aunque se encuentran algunos niveles de pizarras negras muy parecido a las de Luarca, en general las pizarras de esta formación son de una tonalidad más grisácea o azuladas, distinguiéndose claramente las variedades más comunes de cada nivel.

La potencia de las capas productivas de esta formación es mucho menor que los masivos yacimientos de Luarca, aunque en algunos casos las duplicaciones en las charnelas de los pliegues y los afloramientos paralelos a la estratificación dan la sensación de yacimientos masivos.

La continuidad de estos niveles potencialmente productivos por el Sinclinorio de Truchas es muy notable, manteniendo su posición estratigráfica aproximada y sus características generales de un extremo a otro de la macroestructura.

Pero en este caso, dada la reducida potencia de algunos niveles y sus características, las masas productivas están muy condicionadas por los factores tectónicos (situación en los pliegues, deformaciones secundarias, fracturación y diaclasado).

La determinación de los potenciales yacimientos en estos niveles exige un análisis muy riguroso de la geometría de las capas y de todos los elementos tectónicos que pueden influir en la productividad de los yacimientos, contrastando las observaciones de superficie con Sondeos sistemáticos a lo largo del nivel.

En el Miembro Inferior de la Formación Agüeira se encuentran las pizarras grises que se explotan en lugares tan conocidos como Mormeau, Los Molinos y La Baña, entre otros.

Este nivel potencialmente productivo de no más de 26 m. de potencia real, de gran estimación entre los pizarristas por la calidad de la pizarra, se ha detectado con seguridad por todo el flanco S. del Sinclinorio (señalando en la cartografía 1/50.000 su posición aproximada), y aunque no significa que sea explotable en todos esos lugares, debido a la presencia de factores negativos puntuales, constituye un recurso de gran magnitud que abre grandes posibilidades en el área de la Reserva del Estado (cartografía 1/10.000 de la zona B).

A esta misma unidad estratigráfica (Miembro Inferior) pertenece el nivel de aproximadamente 8 m. de potencia, de pizarra gris, que se explotó en las minas de As Cuartas, cerca de Domiz (Valdeorras). Este nivel con toda seguridad aflora en el río Casayo, al E. de las minas y en otros muchos lugares, pero dado su reducido espesor cualquier pequeña variación de la potencia, debida al aplastamiento de los pliegues y otras perturbaciones secundarias, pueden hacer inviable su explotación.

LOS NIVELES PRODUCTIVOS



Foto 23.- Canteras en el arroyo del lago de la Baña, en las pizarras grises del Miembro Inferior de la formación Agüeira



Foto 24.- Canteras de la Baña, en las pizarras grises del Miembro Inferior de la formación Agüeira

En el Miembro Medio de la Formación Agüeira se encuentran varios niveles productivos, como se señala en la Fig. 16, separados en la cartografía 1/50.000 donde es posible definir sus límites con cierta precisión.

En esta unidad estratigráfica se diferencian claramente las pizarras azules inferiores, de los niveles de pizarras azules con fragmentos calcáreos que se sitúan en la mitad de la unidad.

En las pizarras azules inferiores se encuentran las grandes explotaciones de San Pedro de Trones, Armadilla y Odollo (León) y las valdeorresas de Rozadais y San Victor, entre otras.

Este nivel productivo también se sigue muy bien a lo largo de todo el Sinclinorio, con algunas variaciones laterales de su espesor y aumento o disminuciones puntuales en cuanto a las inclusiones metálicas y laminaciones arenosas.

El muro de este nivel es muy claro, por las cuarcitas del Miembro Inferior, pero el techo suele ser difícil de definir, salvo en algún punto donde hay un nivel de cuarcitas (Os Foyos), porque es un tránsito gradual hacia las masas de "pelitas con fragmentos" superiores.

La potencia real de este nivel potencialmente productiva deducimos que varía entre 50 y 100 m., como máximo, aunque se encuentra muy aumentado este espesor en los yacimientos citados por estar en charnelas de grandes pliegues.

Sin duda este nivel es otro de los mayores recursos potenciales en el área de la Reserva, pero son necesarios estudios y prospecciones detallados para localizar los yacimientos productivos.

Dentro de las "pelitas con fragmentos", por todo el Sinclinal de Truchas se pueden observar niveles de pizarras azules con fragmentos de caliza dispersos en la masa. Algunos de estos niveles presentan un buen desarrollo de la esquistosidad, con aspecto de ser dóciles al labrado.

En estos niveles se encuentran las canteras que se explotan en monte del Penedo Rayado, en la Sierra del Eje (Valdeorras) (Valdemiguel, La Invencible, San Mateo, etc) de estimable producción y rendimiento económico.

Estas pizarras se caracterizan por la presencia de los cantos calcáreos, en general pequeños, dispersos en la superficie de las pizarras, sin que alteren la superficie sensiblemente, pero que se dejan notar al alterarse la pizarra en ambientes ácidos.

Este grupo de canteras se encuentran todas en un flanco normal largo de un sinclinal de primera fase (So//S1), ondulado suavemente por los pliegues de la tercera fase hercínica. Estas circunstancias pensamos puede ser la razón especial que hace rentable la explotación de estos niveles, exclusivamente en ese área y no en otras.

El caso es que en todo el área de la Reserva, registrándose niveles análogos y en la primera posición estratigráfica, no hemos encontrado situación equivalente con perspectivas de constituir yacimientos de interés. Aunque no descartamos que puedan localizarse en un futuro.

En el techo del Miembro Medio se encuentran las ahora abandonadas explotaciones de Vianzola (Orense), cuya experiencia nos habla del poco interés de este nivel como recurso potencial de pizarra.

En el límite entre el Miembro Medio y Superior de la Formación Agüeira se encuentra el nivel de la cantera de Forna, en la Cabrera, donde se trabaja con buen rendimiento un nivel de pizarras arenosas cuya continuidad nos parece muy limitada.

Como se indica en la Fig. 16, en otros niveles siltíticos y de pizarras arenosas del Miembro Superior se registran algunas antiguas labores, paralizadas desde hace muchos años, y sin ninguna perspectiva de interés industrial.

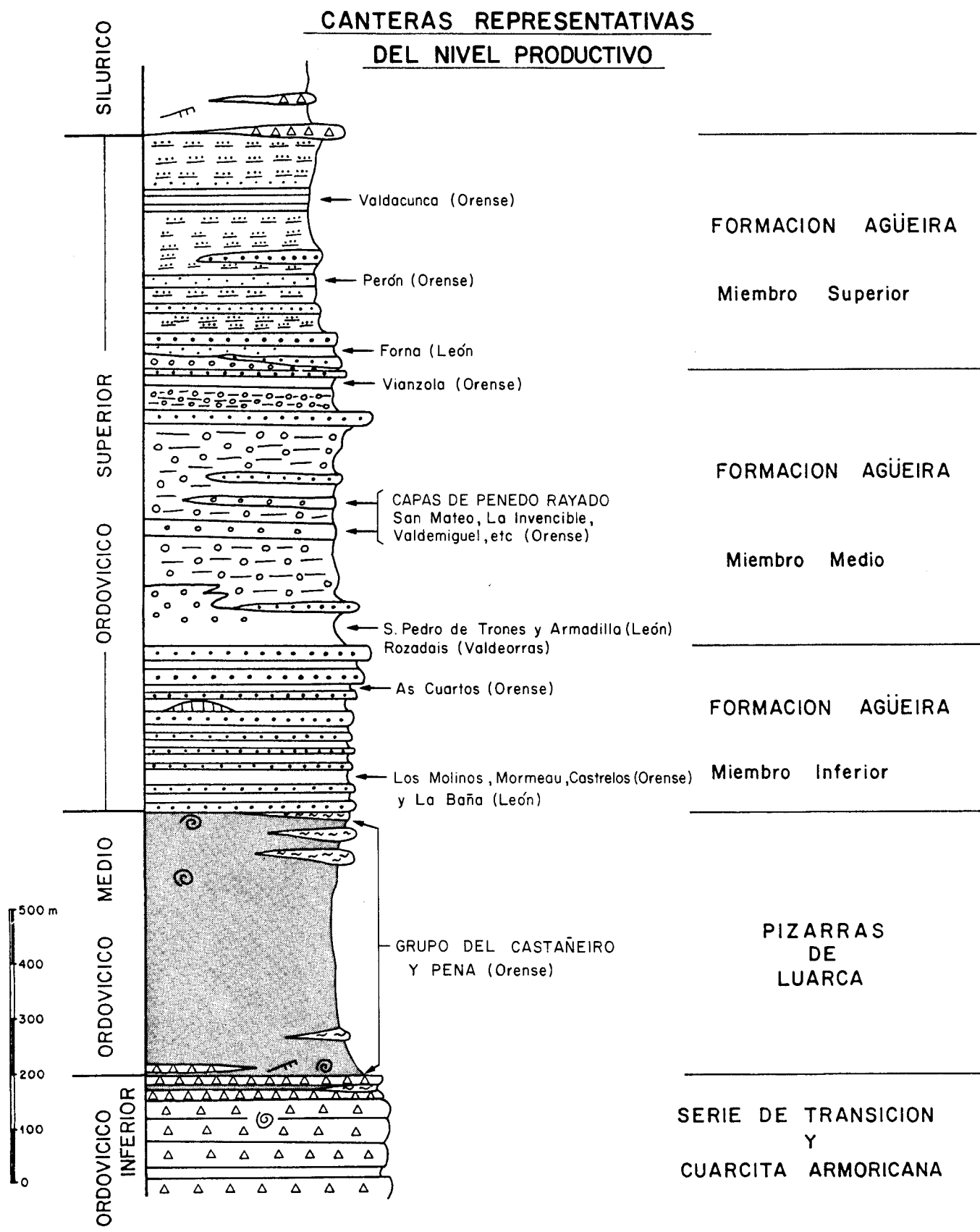


Fig.16 Los niveles productivos de Pizarras para Cubiertas.

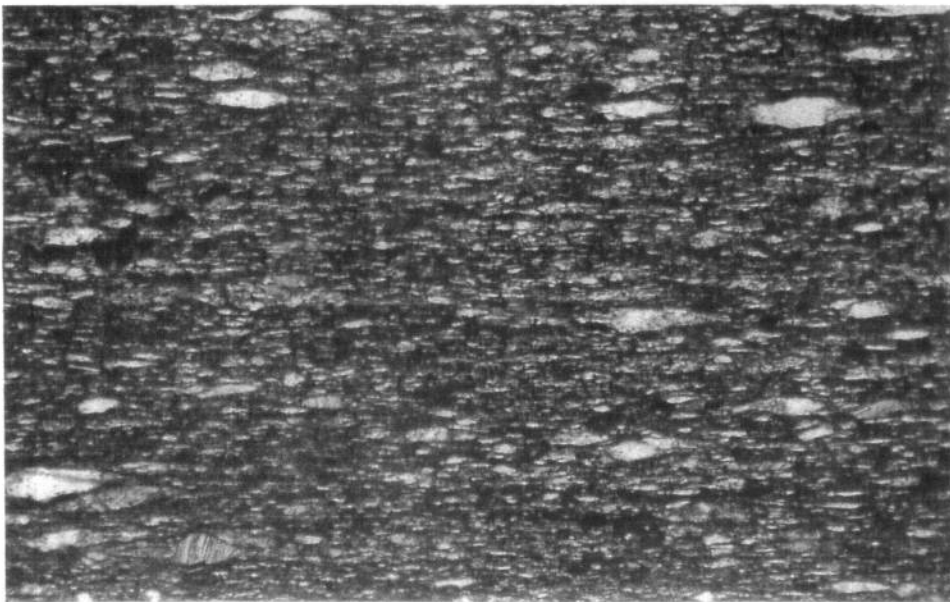
MICROFOTOGRAFIAS DE LAS PIZARRAS



Pizarras negras

PIZARRAS DE LUARCA

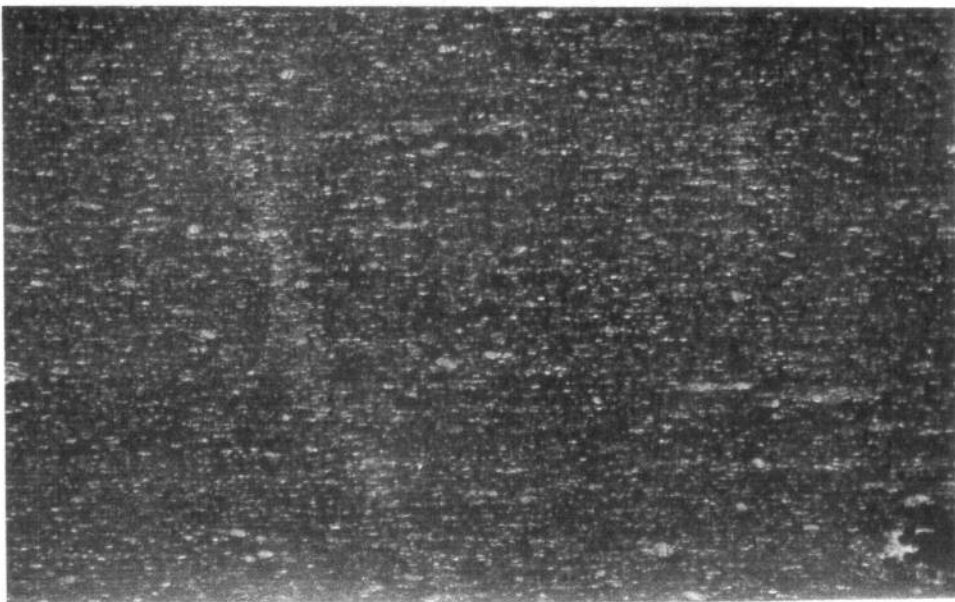
Foto 25 (N// x 30)



Pizarras grises

FORMACION AGUEIRA
Miembro Inferior

Foto 26 (N// x 30)



Pizarras azules

FORMACION AGUEIRA
Miembro Medio

Foto 27 (N// x 30)

6 CONCLUSIONES

Con este trabajo infraestructural, de apoyo a la industria pizarrista, se han puesto en evidencia los grandes recursos potenciales de pizarras para cubiertas que se encuentran en el área de la Reserva del Estado "SINCLINAL DE TRUCHAS" (LEON).

Se han definido las formaciones y posición estratigráfica de los principales niveles productivos a lo largo de toda la macroestructura, cartografiándola a escala 1/50.000, y a 1/10.000 tres áreas de interés prioritario.

En esta memoria se describen las principales estructuras y elementos tectónicos que afectan a las formaciones y niveles de interés, que deben estudiarse en mayor detalle en cada área concreta para llegar a delimitar las masas productivas. Con los conocimientos y experiencias de este proyecto, concluimos que, los mayores y más interesantes recursos potenciales de Pizarras para Cubiertas en el área de la Reserva del Estado se localizan en las siguientes unidades litoestratigráficas:

- A) Las Pizarras de Luarca.
- B) Las pizarras grises del Miembro Inferior.
- C) Las pizarras azules de la base del Miembro Medio.

En estas tres unidades deben centrarse fundamentalmente las prospecciones concretas de masas explotables como pizarras para cubiertas en el futuro.

A su vez estos planos, pueden ser la base infraestructural necesaria para la adecuada ordenación minera de las actividades de las empresas productoras que operen en esta región.

Con esto, no tenemos la pretensión de haber explicado todos los fenómenos geológicos que se registran en esta región y estamos seguros que muchos datos y conclusiones de este estudio serán revisados y precisados en trabajos posteriores. Pero, con todos sus defectos y limitaciones, pensamos que este estudio significa un avance importante en el conocimiento geológico de este área de la cadena herciniana y una contribución directa para el desarrollo futuro del sector minero de la Pizarra, por el descubrimiento y definición de grandes recursos potencialmente productivos de estas rocas de elevado valor industrial, hasta ahora desconocidos.



Foto 28.- Roca y hielo

7 BIBLIOGRAFIA

- ABRIL HURTADO, J.; PLIEGO DONES, D. y RUBIO NAVAS, J. (1982).- Memoria y Mapa Geológico nº 191 (Silván). Mapa Geológico de España E. 1:50.000. ITGE. Madrid.
- APALATEGUI ISASA, O. y ABRIL HURTADO, J. (1981).- Memoria y Mapa Geológico nº 190 (Barco de Valdeorras). Mapa Geológico de España E. 1:50.000. ITGE. Madrid.
- BARROS LORENZO, J.C.; CASTAÑO MENENDEZ, M.; HACAR RODRIGUEZ, M.P.; LOMBARDERO BARCELO, M. y OLMO SANZ, A. (1985).- Metodología de investigación de los yacimientos de pizarras para cubiertas. Cuad. Lab. Xeol. Laxe, 10:429-444. La Coruña.
- BASTIDA, F. (1980).- "Las estructuras de la primera fase de deformación herciniana en la Zona Asturoccidental-leonesa (Costa Cantábrica, NW de España). Tesis. Univ. Oviedo, 276.
- CABERO, V. (1980).- Espacio agrario y economía de subsistencia en las montañas galaico-leonesas: La Cabrera. Ed. Univ. Salamanca.
- CABERO, V. (1985).- El espacio geográfico Castellano-Leonés. Ambito Ed. S.A.
- CAPDEVILLA, R. (1969).- Le métamorphisme régional progressif et les granites dans le segment hercynien de Galice Nord-Oriental (NW de L'Espagne). These Univ. Montpellier.
- COMBA, J.A. (1983).- Geología de España. (Libro Jubilar de J.M. Ríos). Comisión Nacional de Geología. 1. ITGE. Madrid.

- DORE, F.; DUPRET, L. y LE GALL, J. (1985).- Tillites et tillitoïdes du Massif Armoricaïn. 51:85-96. Elsevier Science Publisher B. V. Amsterdam.
- GONZALEZ LODEIRO, F.; HERNANDEZ URROZ, J.; KLEIN, E.; MARTINEZ CATALAN, J.R. y PABLO MACIA, J.G. (1982).- Memoria y Mapa Geológico de España E. 1:200.000 (Lugo). ITGE. Madrid.
- GUTIERREZ MARCO, J.C. (1983).- "Nuevos datos para el conocimiento bioestratigráfico de las Pizarras de Luarca en la Zona Asturoccidental-leonesa (NO de España)". Fascículo aportado por el autor.
- GUTIERREZ MARCO, J.C.; RABANO, I.; GOMEZ MORENO, G. y HACAR RODRIGUEZ, M.P. (1988).- Revisión bioestratigráfica de la sucesión ordovícico-silúrica del sector meridional de la zona asturoccidental-leonesa (prov. de Orense y León, NO de España). Resumen de la X Reunión de Xeología e Minería do NO peninsular. Lab. Xeol. Laxe. A Coruña.
- HACAR RODRIGUEZ, M.P. & GOMEZ MORENO, G. (1987).- La investigación y prospección de las pizarras en España. IGME, 31-36.
- HACAR RODRIGUEZ, M.P.; LOMBARDERO BARCELO, M.; RUBIO UBEDA, V. y BARROS LORENZO, J.C. (1984).- Estudio geológico-minero de los niveles de pizarras para cubiertas en Sinclinal de Truchas (Orense-León). Memoria y mapas geológicos. Fondo documental del ITGE. Madrid.
- HERNANDEZ PACHECO, E. (1912).- "Ensayo de síntesis geológica del N. de la Península Ibérica". T.M.N.C.N., serie geol., 3:136.

- HERNANDEZ PACHECO, E. (1913).- "Datos respecto a la orogenia de Asturias". Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., 13:143-147.
- HERNANDEZ SAMPELAYO, P. (1915).- "Fósiles de Galicia. Notas sobre la fauna paleozoica de la provincia de Lugo". Bol. Inst. Geol. Min. España, 36, (16, 2ª ser.): 277-303.
- HERNANDEZ SAMPELAYO, P. (1922).- "Criaderos de hierro de España. IV Hierros de Galicia". Mem. Inst. Geol. Min. España, 1(1):466.
- HERNANDEZ SAMPELAYO, P. (1935).- "Criaderos de hierro de España. Hierros de Galicia (Tomo III, fascículo 10)". Mem. Inst. Geol. Min. España, 4(1):373.
- HERNANDEZ SAMPELAYO, P. (1942).- "El sistema Siluriano". Mem. Inst. Geol. Min. España, 2(1,2), (1):848.
- IGLESIAS PONCE DE LEON, M. y VAREA NIETO, R. (1982).- Memoria y Mapa geológico nº 228 (Viana del Bollo). Mapa Geológico de España E. 1:50.000. ITGE. Madrid.
- IGME (1986).- Pizarras de España (Catálogo).
- JULIVERT, M.; FONTBOTE, J.M.; RIBEIRO, A. y CONDE, L. (1972).- Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares. E. 1:1.000.000. Inst. Geol. Min. España, Madrid.
- LOTZE, F. (1945 a).- "Einige probleme der Iberischen Meseta". Geotekt. Forsch., 6:1-12 (trad. por J.M. RIOS: Algunos problemas de la Meseta Ibérica. Pub. Ext. Geol. España, 5:43-58).

- LOTZE, F. (1945 b).- "Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta". Geotekt. Forsch., 6:78-92 (trad. por J.M. RIOS: Observaciones respecto a la división de las variscides de la Meseta Ibérica. Pub. Extr. Geol. España, 1950, 5:149-166).
- LOTZE, F. (1956 a).- "Das Präkambriums Spaniens". Neues Jb. Geol. Paläont., Mh., 8:373-380 (trad. por J.M. GOMEZ DE LLARENA: El Precámbrico en España". Not. Com. Inst. Geol. Min. España., 1960, (60):227-240.
- LOTZE, F. (1956 b).- "Über sardische bewegungen in Spanien und ihre beziehungen zur assyntischen faltung". Geotek. Symp. zur Ehren von Stille, 128-139.
- LOTZE, F. (1958).- "Zur Stratigraphie des Spanischen Kambriums". Geologie, 7 (3-6):727-750 (trad. por J.M. GOMEZ DE LLARENA: Sobre la estratigrafía del Cámbrico Español). Not. Com. Inst. Geol. Min. España, 1961, 61:131-164.
- LOTZE, F. (1963).- "Die variszischen Gebirgszusammenhänge im westlichen Europa". Giorn. Geol., Ser. 2.31 (Festband Gortani), 393-412, 9 Abb.
- LOTZE, F. & SDZUY. (1961).- "Das Kambrium Spaniens. Teil I: Stratigraphie". Akad. Wiss. Lit., Abh. math. naturw. Kl., (6-8):1-411 (283-693), Mainz (trad. por J.M. GOMEZ DE LLARENA: "El Cámbrico de España". Mem. Inst. Geol. Min. España, 1970, 75:256).
- LUCIUS, M. (1847).- "La géologie des mos ardoisières". Revue Technique du lkambourgeoise, 39 (2).

- LLOPIS, N. & FONTBOTE, J.M. (1959).- "Estudio geológico de la Cabrera Alta (León)". Dpto. Geogr. Aplicada Inst. Elcano C.S.I.C., 134.
- MALLADA, L. (1896).- "Sistemas Siluriano y Cambriano". Explic. del Mapa Geol. España, (1):515.
- MARCOS, A. (1970).- "Sobre la presencia de un flysch del Ordovícico Superior en el occidente de Asturias (NW de España)". Brev. Geol. Astur., 14, (2):13-28.
- MARCOS, A. (1971 a).- "Las deformaciones hercinianas en el occidente de Asturias; la segunda fase de deformación y su extensión en el NW de la Península". Brev. Geol. Astur., 15, (1):2-6.
- MARCOS, A. (1971 b).- "Cabalgamientos y estructuras menores asociadas, originadas en el transcurso de una nueva fase herciniana de deformación en el occidente de Asturias (NW de España)". Brev. Geol. Astur., 15, (4):59-64.
- MARCOS, A. (1973).- "Las series del Paleozoico Inferior y la estructura herciniana del occidente de Asturias (NW de España)". Trabajos de Geol., Universidad de Oviedo, (6):3-113.
- MARTINEZ CATALAN, J.R. (1981).- Estratigrafía y estructura del Domo de Lugo. Tesis Doctoral. Univ. de Salamanca.
- MARTINEZ-GARCIA, E. (1973).- "Deformación y metamorfismo en la zona de Sanabria (Provincias de Zamora, León y Orense, NO de España)". Stv. Geol. 5:7-106. Salamanca (1973).

- MATA GONZALEZ, J.; PEREZ-ESTAUN, A.; ORVIZ CASTRO, F. y VELANDO, F. (1981).- Memoria y Mapa geológico nº 192 (Lucillo). Mapa Geológico de España E. 1:50.000. ITGE. Madrid.
- MATAS, J. (1982).- Memoria y Mapa geológico nº 230 (Castrocontrigo). Mapa Geológico de España E. 1.50.000. ITGE. Madrid.
- MATTE, Ph. (1964).- "Sur le volcanisme sulurien du synclinal de Truchas (NW de l'Espagne)". C. R. Somm. Soc. Géol. France, (2):57-58.
- MATTE, Ph. (1968).- "La structure de la virgation hercynienne de Galice (Espagne)". Geol. Alpine, 44:1-127.
- MATTE, Ph. (1969).- "Les kink-bands.- Exemple de déformation tardive dans l'hercynien du Nord-Ouest de L'Espagne". Tectonophysics, 7:309-322.
- NOLLAU, G. (1966).- "El desarrollo estratigráfico del Paleozoico en el Oeste de la Provincia de León (España)". Not. y Com. Inst. Geol. Min. España, 88:31-48.
- NOLLAU, G. (1968).- "Stratigraphie, magmatismus und Tektonik des Montes de León zwischen Astorga und Ponferrada in Nordwest-Spanien". Geotek. Forsch., 27(1,2):71-146.
- PARGA, J.R. (1969).- "Sistemas de fracturas tardihercínicas del Macizo Hespérico". Trab. Lab. Geol. Laxe, 37:1-15.
- PARGA PONDAL, I. et al. (1967).- "Carte géologique du Nord-Ouest de la Peninsule Ibérique. E. 1:500.000". Ser. Geol. Portugal, Lisboa.

- PARIS, F. & ROBARDET, M. (1990).- Early Palaeozoic palaeobiogeography of the Variscan regions. Tectonophysics, 177: 193-213.
- PEREZ-ESTAUN, A. (1974 a).- "Algunas precisiones sobre la sucesión ordovícica y silúrica de la región de Truchas". Brev. Geol. Astur., 17, 2:23-25.
- PEREZ-ESTAUN, A. (1974 b).- "La sucesión ordovícica en el dominio del alto Sil (zona asturoccidental-leonesa, NW de España)". Brev. Geol. Astur., 18, 4:53-57.
- PEREZ-ESTAUN, A. (1978).- Estratigrafía y estructura de la rama Sur de la Zona Asturoccidental-Leonesa. Memorias IGME. 92, Madrid.
- PEREZ-ESTAUN, A. y MARCOS, A. (1981).- La Formación Agüeira en el Sinclinal de Vega de Espinareda: aproximación al modelo de sedimentación durante el Ordovícico Superior en la Zona Asturoccidental-Leonesa (NW de España). Trab. Geol. Univ. Oviedo, 2: 135-145.
- PEREZ-ESTAUN, A.; MARQUINEZ, J. y ORTEGA, E. (1980).- La sucesión ordovícica y la estructura de la región de Silván (La Cabrea, León). Brev. Geol. Ast., 24(3-4): 17-24.
- PLOGMAN, H. (1973).- Zur Geologie und Petrographie der Regionen Sanabria (Prov. Zamora) und Cabrera Baja (Prov. León) in Nordwest-Spanien. Mapa Geológico.

- PULGAR, J.A. (1980).- "Análisis e interpretación de las estructuras originadas durante las fases de replegamiento en la zona Asturoccidental-leonesa (Cordillera Herciniana, NW de España)". Tesis. Univ. Oviedo, 334.
- RAMSAY, J.G. (1967).- Folding and fracturing of rocks. Mc Graw Hill Book Co, 568.
- RIEMER, W. (1966).- "Datos para el conocimiento de la estratigrafía de Galicia". Not. y Com. Inst. Geol. Min. España, 81:7-20.
- RINALDI, M. (1977).- "Contribution a l'etude des qualites de resistance et de fissilite des ardoises naturelles". Travail de fin d'etudes. Faculté Polytechnique de Mons (Belgique).
- ROBARDET, M. (1981).- Late Ordovician tillites in the Iberian Peninsula (1981). Ed. Hambrey and Harland, 585-589. Cambridge University.
- ROBARDET, M. & DORE, F. (1988).- The late ordovician diamictic formations from southwestern Europe: North-Gondwana glaciomarine deposits. Elsevier Sci. Pub. 66: 19-31. B. V. Amsterdam.
- ROBARDET, M.; PARIS, F. & RACHEBOEUF, P.R. (1990).- Palaeogeographic evolution of southwestern Europe during Early Palaeozoic times. Geol. Soc. Mem, 12: 411-419.
- ROBARDET, M.; VEGAS, R. y PARIS, F. (1980).- El techo del Ordovícico en el centro de la Península Ibérica. Stv. Geol. Salm, 16: 103-121.

RUIZ GARCIA, C. (1977).- Aplicaciones del microscopio en relación con la calidad de las pizarras de techar. Bol. Geol. Min., 88(1):72-77.

VELANDO, F.; NAVARRO, D. y LAZARO, J. (1981).- Memoria y Mapa geológico nº 229 (La Baña). Mapa Geológico de España E. 1:50.000. ITGE. Madrid.

WALTER, R. (1966).- "Resultados de investigaciones geológicas en el Noroeste de la Provincia de Lugo (NO de España)". Not. Com. Inst. Geol. Min. Esp., 89:7-16.

ZEITZ, U. y NOLLAU, G. (1984).- Ordoviviz und Silur im Sil-Synklinorium südlich Ponferrada (Provinz León) NW-Spanien. Z. dt. geol. Ges., 211-222, 6 Abb. Hannover.