



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

GeoMinero de España

PROSPECCION GENERAL DE LA CUENCA CARBONIFERA DE SANTA
MARIA DE REDONDO (PALENCIA).



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

11234



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

PROSPECCION GENERAL DE LA CUENCA CARBONIFERA DE SANTA
MARIA DE REDONDO (PALENCIA).

OVIEDO, OCTUBRE 1989.

I N D I C E

RESUMEN	1
I.- INTRODUCCION	
I.1. Justificación y objetivos del proyecto	2
I.2. Metodología	4
I.3. Situación y rasgos geológicos	5
I.4. Antecedentes	6
I.5. Unidades litoestratigráficas	9
I.6. Edad de las Formaciones	11
II.- ESTRATIGRAFIA	
II.1. Series realizadas	16
II.2. Descripción de las formaciones	19
II.2.1. Formación Vañes	19
II.2.2. Formación Covarres/Vergaño	19
II.2.3. Formación Rozo/Ojosa o Verdeña/ San Salvador	22
II.2.4. Formación Brañosera	22
II.2.5. Formación Barruelo	27
III.- SEDIMENTOLOGIA	
III.1. Descripción e interpretación de facies	29
III.1.1. Formación Covarres	29
III.1.2. Formación Brañosera	33
III.1.3. Formación Barruelo	40
IV.- TECTONICA	
IV.1. Tectónica hercínica	47
IV.2. Tectónica alpina	49
IV.3. Discordancias	50
V.-MINERIA	
V.1. Historia minera	51
V.2. Capas de carbón	54
V.3. Panorama minero	57
V.4. Obras realizadas	59
V.5. Análisis de los carbones	61
VI.- PALEOGEOGRAFIA	
VI.1. Estudio de Paleocorrientes	64
VI.2. Evolución de las formaciones y modelo sedimentario	67
VI.3. Discusión	71
VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES MINERAS	
VII.1. Conclusiones	74
VII.2. Recomendaciones	76
VIII. BIBLIOGRAFIA	77

un conjunto de materiales entre ambos límites, aflorantes en el sector N. de la cartografía y que pudieran corresponder -dada su posición en la serie- a las formaciones Rozo/Ojosa o Verdeña/San Salvador, definidas las primeras por Wagner y Warker en 1971, en el sinclinal de Casavegas y las segundas en el sinclinal de Castillería; y consideradas ambas, ausentes en el de Redondo.

Dentro de la segunda unidad litoestratigráfica se distinguen las formaciones Brañosa y Barruelo con la que culmina la sucesión carbonífera.

La primera corresponde a un conjunto de materiales eminentemente terrígenos con una potencia que oscila entre 800 y más de 1.000 m. Su límite inferior está definido por un nivel basal continuo de espesor muy variable y constituido por brechas y depósitos olistostrómicos de "debris-flow". El techo lo define la aparición de la primera capa de carbón en la serie, siendo este un límite arbitrario. Cabe destacar su carácter discordante, sectorialmente angular sobre la formación inferior, así como la presencia de una discordancia intraformacional que separa el miembro intermedio del Superior. Este hecho junto con la existencia de importantes cambios laterales hacen que su espesor sea muy variable.

La Formación Barruelo alcanza una potencia próxima a los 800 m, constituyendo el final de la sucesión carbonífera. En ella cabe citar la presencia de horizontes carbonosos, estando representados ambientes deltaicos de dominio mareal en la parte basal a ambientes fluviales en su parte superior.

En la parte suroccidental del mapa se localizan un conjunto de escamas de trazado NNE-SSW, en las que afloran los siguientes materiales:

-En el borde más meridional se sitúa un sinclinal tumbado (ver corte B), constituido por las formaciones Vañes y Vergaño. La primera es una sucesión lutítica con algunas potentes intercalaciones areniscas litareníticas. La segunda, aflorante en el núcleo del sinclinal, tiene una parte basal de alternancias de lutitas, areniscas y calizas, siendo su parte superior eminentemente carbonatada. Este tramo hacia el norte, presenta un carácter masivo, con desarrollo de montículos arrecifales; y hacia el sur un carácter estratificado con intercalaciones detríticas.

-En la banda situada más al norte esta representada la Formación Brañosa con abundantes acumulaciones brechoides y grandes bloques olistolíticos calcáreos (Peña del Moro).

-La más septentrional corresponde ya a la Formación Barruelo, de la que se hablará más adelante.

I.6. EDAD DE LAS FORMACIONES

La edad de la Formación Vañes puede establecerse en base al contenido faunístico de algunos niveles carbonatados en la serie, que han proporcionado faunas de edad Kashisiense. Por otra parte la Caliza de Camasobres, en el que Van de Graaff (op.cit.) sitúa el techo de la formación, ha proporcionado faunas de edad Podolskiense (Westfaliense B-C).

La Formación Covarres fue datada por Van Ginkel (1965), encontrando fauna de Fusulinella de las subzonas B₁ y B₂ en las calizas de las Agujas y del Abismo, respectivamente, que¹ indican una edad Moscoviense superior, Podolskiense para la basal y Myaschoviense Inferior para la del techo.

Así mismo la fauna encontrada en Peña Tejedo corresponde a una edad intermedia a las dos anteriores.

Las formaciones Rozo y Ojosa son de edad Westfaliense D superior y Cantabriense inferior y representan los primeros depósitos de la Cuenca Post-leónica. Una de las intercalaciones carbonatadas de la Formación Ojosa (Caliza de Lores: sinclinal de Casavegas) fue designada como estrato tipo del Cantabriense (Wagner y Warker, 1971), correspondiendo al Myaschoviense de la escala rusa diversas faunas encontradas en otras intercalaciones calcáreas.

Las formaciones Verdeña y San Salvador, definidas en el sinclinal de Castillería son de edad Cantabriense medio (Wagner et al., 1984). En la segunda Lys (en Wagner et al. 1977) ha reconocido fauna de foraminíferos correspondientes al Moscoviense más alto de la Cordillera Cantábrica; prácticamente en el límite con el Kasimoviense.

La datación de la Formación Brañosera ha sido efectuada por fauna como Kasimoviense, perteneciente por tanto al Cantabriense superior.

La Formación Barruelo ha sido datada como Cantabriense superior (Wagner y Winkler Prins, 1970) para su base (Miembro Peñacorba). En la base del miembro siguiente (Miembro Carboneros) se ha encontrado flora del Estefaniense A, siendo designado por esos mismos autores como estrato tipo límite de ese piso.

Por otra, en la elaboración de este informe la Dr. Dña. Elisa Villa ha estudiado 11 muestras micropaleontológicas cuya situación está representada en el plano de cartografía geológica (M-1 a M-11). La mayor parte de las mismas, poseen pocas secciones identificables, y con frecuencia, en deficiente estado de conservación. Por esta razón, alguna de las dataciones realizada presenta una cierta imprecisión, sin que haya sido posible inclinarse por un horizonte concreto. La biozonación basada en fusulínidos que se utiliza corresponde, a la establecida por van Ginkel (1965). Los resultados son los siguientes:

- Muestra M-1

Pseudostaffella ex gr. *sphaeroidea*; *Tuberitina* sp.; *Endothyra* sp.

Edad: Moscoviense Superior. (La fauna es demasiado pobre para poder precisar más).

- Muestra M-2

Beedeina cf. *paradistenta*; *B.* cf. *samarica*; *Fusulinella* ex gr. *schwagerinoides*; *Fusulinella* sp.; *Schubertella* ex gr. *obscura*; *Schubertella* sp.; *Ozawainella* sp.; *Eostaffella* sp.; *Bradyina* sp.; *Spiroplectammina* sp.; *Eolasiodiscus* sp.; *Tetrataxis*, sp.; *Globivalvulina* sp.; *Palaeotextularia* sp.; *Palaeotextulariidae* indet.

Edad: Moscoviense Superior, probablemente la parte baja del horizonte Myachkovsky. Zona de *Fusulinella*, subdivisión B2.

- Muestra M-3

Muestra estéril.

- Muestra M-4

Muestra estéril.

- Muestra M-5

Fusulinella cf. *podolskensis*; *Fusulinella* ex gr. *bocki*; *Fusulinella* sp.; *Fusulina* ex gr. *Kamensis*; *Fusiella* cf. *typica sparsa*; *Schubertella* ex gr. *obscura*; *Taitzehoella* sp.; *Staffella* sp.; *Bradyina* ex gr. *nautiliformis*; *B.* ex gr. *lepida*; *Climacammina* ex gr. *elegans*; *Climacammina* sp.; *Ammodontella* sp.; *Spiroplectammina* sp.; *Eolasiodiscus* sp.; *Endothyra* sp.; *Pseudoammodiscus* sp.; *Globivalvulina* sp.; *Tuberitina* spp.; *Palaeotextulariidae* indet.

RESUMEN

Dentro del Sinclinal de Santa María de Redondo, el más oriental de la Cuenca de la Pernía, se ha estudiado la sucesión carbonífera comprendida entre el Westfaliense D y Estefaniense A. En su conjunto los materiales se ordenan en 4 secuencias deposicionales, representando las dos superiores la colmatación de una depresión o cuenca sedimentaria de tipo "foreland", en la que el relleno se produce por un tramo olistolítico y brechoide basal, otro turbidítico intermedio y otro superior constituido por un sistema deltaico de dominio mareal, que prograda desde el sur y suroeste hacia el norte y noreste; comprendiendo a las formaciones Brañosera y Barruelo. La separación entre las distintas secuencias se realiza por medio de discordancias sectorialmente angulares. Los rasgos geométricos de éstas, son característicos de cuencas sinorogénicas.

Cabe citar también la presencia de un conjunto de materiales lutíticos asimilables a las formaciones Rozo/Ojosa o Verdeña/San Salvador, no descritos hasta ahora en este sinclinal. Este hecho supone importantes cambios en la interpretación de la evolución general de la Cuenca de la Pernía, y más concretamente en el papel jugado por la Falla de los Llazos.

Desde un punto de vista minero se conocía la existencia de 4 capas de carbón, todas ellas en la Formación Barruelo, siendo, en la actualidad, objeto de explotación una de ellas. La elaboración de este proyecto ha supuesto la localización de varios niveles carbonosos, hasta ahora no conocidos, uno de ellos de indudable interés (capa D), dada su potencia y calidad. Así mismo, y en base a la cartografía de detalle realizada (E: 1/10.000) y a los ambientes deposicionales definidos, se han limitado zonas de posible interés minero, y desechado otras.

I. - INTRODUCCION

I.1. OBJETIVOS Y JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Este proyecto se propone alcanzar dos objetivos fundamentales. El primero sería el conocimiento preciso del Carbonífero en el Sinclinal de Santa María de Redondo; tomándolo como base para la prospección general de recursos energéticos en el mismo y la caracterización de los distintos horizontes carbonosos. El segundo es la realización de un estudio sedimentológico y paleogeográfico de las distintas formaciones que dé a conocer los procesos, condiciones y medios en que se ha realizado su depósito.

Todo ello persigue contribuir a un mejor conocimiento geológico del Dominio Palentino en el ámbito de la Cordillera Cantábrica.

El Real Decreto 278-1977, de 25 de febrero, por el que se crea la Comisaría de la Energía y Recursos Minerales, en su Artículo 19 cita, entre otras, como misiones fundamentales de la misma: "la elaboración de las propuestas del Plan Energético Nacional, de los Planes Nacionales de Combustibles, del Plan Nacional de Abastecimiento de Materias Primas Minerales y demás Planes Nacionales que se deriven o sean consecuencia de los anteriores", así como la "adopción de las medidas necesarias para el fomento de la tecnología energética y minera".

En el Artículo 69, que trata de la nueva Comisión Nacional de la Energía, alude como una de sus misiones, a "la definición de los Planes de Investigación del carbón, hidrocarburos y uranio".

En su disposición final, al referirse a la revisión del Plan Energético Nacional aprobado por el Gobierno el 24 de enero de 1975, ordena que "se realizará para el período comprendido entre mil novecientos setenta y siete y mil novecientos ochenta y siete" y deberá llevarse a cabo teniendo en cuenta, entre otros, el siguiente criterio básico:

"Máxima utilización de los recursos energéticos nacionales, perfeccionando para ello los medios humanos, técnicos y económicos necesarios para procurar un incremento del patrimonio nacional de recursos energéticos".

Como consecuencia de todo lo anteriormente citado, el Instituto Tecnológico GeoMinero de España, Organismo directamente relacionado con la Comisaría de la Energía y Recursos Minerales, tiene encomendadas, entre otras misiones, la investigación, evaluación y adecuada gestión de los recursos en carbones del territorio nacional.

El Plan Energético (PEN) instituyó el Plan de Exploración e Investigación del Carbón, con el fin de desarrollar una acción programada a nivel nacional que permitiera alcanzar un mayor conocimiento del potencial real de áreas tradicionales y explotar las posibilidades de otras zonas para el descubrimiento de nuevos recursos. Iniciada su ejecución en 1979, su desarrollo se extiende hasta 1990, con un programa concreto de actuación para el período 1981-1984, en el que deben contemplarse las vertientes geológico-mineras y tecnológicas.

La amplitud del Programa de Trabajo conlleva la colaboración de numerosos técnicos en una labor de equipo, y su calidad, requiere una alta especialización de éstos, tanto en las zonas de trabajo como en la tipología de los problemas a abordar.

En este marco se integra, entre los objetivos del PEN, el estudio de cuencas carboníferas periféricas cuyas posibilidades son poco conocidas. Entre éstas se incluyen las definidas en el proyecto "PROSPECCION PREVIA DE ANTRACITAS EN EL AREA DE LA PERNIA (PALENCIA)", a desarrollar por la Dirección de Recursos Minerales del I.T.G.E., como apoyo a los proyectos del Programa 232 (Energía del Carbón).

Los trabajos de campo y la elaboración de este informe han sido realizados por D. Juan Bahamonde Rionda y D. César Nuño Ortea, Licenciados en Ciencias Geológicas.

El análisis de muestras micropaleontológico y su datación ha sido realizada por la Dra. Dña. Elisa Villa Otero, profesora de la Universidad de León.

El análisis de las muestras de carbón ha sido realizado por los laboratorios de ENADIMSA.

I.2. METODOLOGIA

Dadas las características particulares se ha considerado oportuno seguir la metodología de trabajo siguiente:

1. Recopilación y consulta de toda la información documental sobre la zona objeto de estudio y su entorno.
2. Realización de trabajos de campo, centrándose fundamentalmente, en una cartografía geológico-minera, a escala 1:10.000, con especial atención a los tramos potencialmente productivos y al seguimiento de los niveles carbonosos. Para lo cual, se ha contado con una restitución fotogramétrica con apoyo de campo a escala 1:10.000 y fotogramas aéreos a la misma escala.
3. Levantamiento de series estratigráficas y medida de paleocorrientes.
4. Recogida de muestra de calizas para el estudio sedimentológico de lámina delgada y de su contenido paleontológico, especialmente de foraminíferos, que aporte nuevos datos cronoestratigráficos de la zona.
5. Realización de una zanja de investigación de 800 m de longitud para reconocer posibles nuevos pasos de carbón y el seguimiento de otros conocidos, así como el levantamiento estratigráfico de la misma.
6. Recogida de muestras de carbón para su posterior análisis.
7. Trabajos de gabinete de tratamiento de datos y elaboración de la memoria, destacando la realización de cortes estructurales, el establecimiento de una serie estratigráfica general a escala 1:500 de la sucesión carbonífera, en base a las series realiadas, la interpretación de los ambientes deposicionales y un modelo sedimentológico para los materiales de las formaciones Brañosera y Barruelo.

I.3. SITUACION Y RASGOS GEOLOGICOS

La zona estudiada corresponde a una extensión próxima a las 4.000 Ha, geográficamente localizada al S. del Puerto de Piedras Luengas (Palencia), al N. de Cervera de Pisuerga, comprendiendo los valles altos del Río Pisuerga, en las proximidades, ya, de la Provincia de Santander.

Geológicamente forma parte de la Zona Cantábrica (Lotze, 1945) que corresponde al sector más externo del Macizo Hespérico, en el noroeste de la Península Ibérica. Más concretamente el Sinclinal de Santa María de Redondo está situado en el Dominio de La Pernía, dentro de la Región del Pisuerga-Carrión (Julivert, 1971).

La Cuenca de la Pernía está constituida por 3 sinclinales: uno meridional denominado Sinclinal de Castillería, otro noroccidental o Sinclinal de Casavegas y el nororiental que corresponde al de Redondo, representando el área de Barruelo, su prolongación suroriental.

Dentro del Plan M.A.G.N.A. la zona estudiada se localiza en las Hojas Nº 82 (Tudanca) y Nº 107 (Barruelo de Santullán).

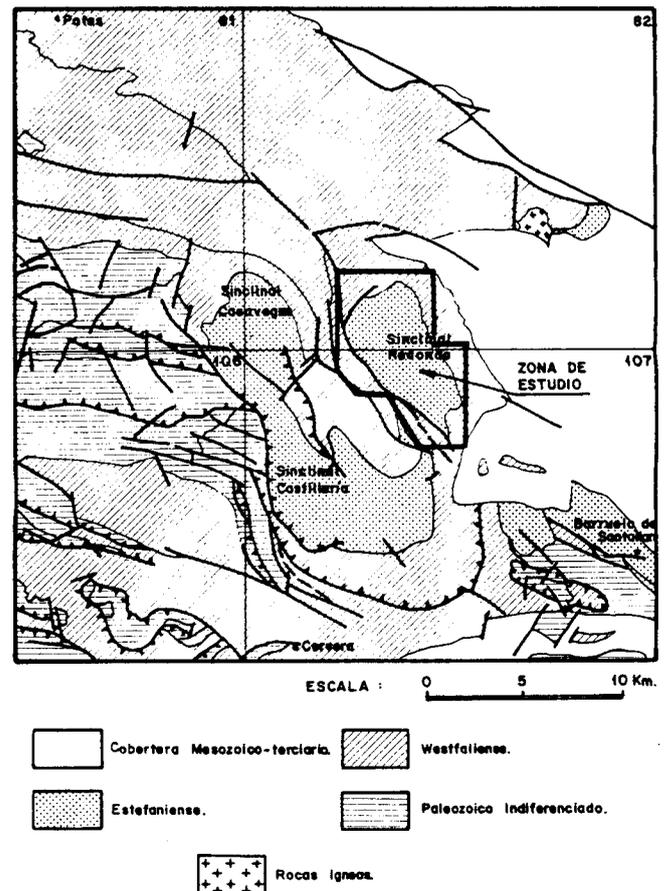


Fig. 1.- Situación Geológica

I.4. ANTECEDENTES

Existe una amplia bibliografía geológica de carácter general sobre la Cuenca de La Pernía, no obstante sobre el área de trabajo que abarca este informe hay relativamente pocos trabajos específicos. La carencia es más evidente en el campo de la infraestructura minera. De todas formas solo haremos mención a los que, a nuestro juicio, han supuesto un avance significativo en el conocimiento del Carbonífero de esta zona.

El primer estudio importante sobre las cuencas carboníferas del Río Pisuerga es publicado por Nederlof y de Sitter en 1957. En él se establece una base estratigráfica, cartográfica y tectónica de las mismas, aportando una relación detallada de la actividad minera desarrollada en cada una de las subcuencas. Sirve además, de punto de partida de gran parte de trabajos posteriores.

Nederlof publica en 1960 un extenso estudio en el que trata aspectos cartográficos, estratigráficos, petrológicos y sedimentológicos (descripción de estructuras sedimentarias, y paleocorrientes), del Carbonífero Superior en los valles altos del Río Pisuerga, área que coincide en buena parte, con la estudiada en este informe. Aporta también una cartografía detallada a escala 1:25.000.

En este mismo año, van Ginkel (1960) realiza importantes aportaciones cronoestratigráficas en todo el área de La Pernía, en base al contenido en fusulínidos de las calizas. Este trabajo completa al editado anteriormente (Van Ginkel, 1957) y sirve de base para otros más recientes de ámbito más general.

Van de Graaff ha realizado estudios muy interesantes centrados en la sucesión westfaliense de los tres sinclinales, (Van de Graaff, 1971) todos ellos basados en un trabajo publicado en 1971. En él, trata aspectos fundamentalmente sedimentológicos, describiendo e interpretando las distintas facies sedimentarias de los mismos, asimilándolas a sistemas deltaicos altamente destructivos. Propone también una evolución

general del Westfaliense, con esquemas paleogeográficos. A nuestro juicio, su contribución al conocimiento de la geología de esta región es importantísima.

De Sitter y Boschma (1966) estudian todo el área de La Pernía, prestando especial atención a la estratigrafía y a la geología estructural; aportando una cartografía y columnas estratigráficas. Dividen a la sucesión carbonífera en 3 grupos: Ruesga, Yuso y Cea que comprenden a los materiales de edades Carbonífero inferior y Namuriense, Westfaliense y Estefaniense respectivamente. Por otra parte, ponen de manifiesto la estrecha relación existente entre tectónica y sedimentación.

Heward y Reading (1980) en un trabajo a nivel global de la Cordillera ponen como ejemplo al Sinclinal de Redondo de la existencia de movimientos laterales importantes por fallas regionales de "strike-slip". Para estos autores el límite Suroccidental de la Cuenca estaría definido por uno de estos accidentes tectónicos. Llegan a esta conclusión por no coincidir la petrología de las areniscas líticas situadas actualmente en áreas fuente, según indican las paleocorrientes, y las areniscas cuarcíticas que aparecen en la Cuenca de Redondo. Esta coincidencia la interpretan como un desplazamiento lateral al no poder ser las areniscas líticas el origen de las cuarcíticas. En nuestra opinión ese hecho, debe de estar más relacionado con un ambiente deposicional (mareal) capaz de clasificar ordenadamente las areniscas.

Martínez García et al. (1983) realizan una recopilación de varios de sus trabajos, proponiendo nuevas divisiones geológicas para la Región del Pisuerga-Carrión, estableciendo una nueva estratigrafía, señalando también las distintas discordancias de carácter general presentes. Es un trabajo de indudable utilidad para una visión de conjunto dada la compleja estratigrafía de la Región.

Wagner posee una amplia bibliografía sobre el Carbonífero de la zona palentina y más concretamente del área de La Pernía, destacando en este sentido las publicaciones: Wargner, (1955); Wagner y Warker, (1971); Wagner et al.(1977); Wagner et al. (1984) y Wagner y Winkler Prins (1985). Todos ellos constituyen una aportación inestimable al conocimiento de la Geología de la Cuenca de La Pernía, tanto desde un punto de vista estructural y cartográfico, como estratigráfico, crono-bioestratigráfico y de evolución de la Cuenca. No obstante el Sinclinal de Santa María de Redondo es el menos estudiado de los tres. Es quizás Wagner et al. (1984), que corresponde a la Memoria de la Hoja nº 107 (Barruelo de Santullán) del Mapa Geológico Nacional (M.A.G.N.A.) el que sirve de síntesis para toda la parte S. de la Cuenca.

El Inventario de Recursos Nacionales de Carbón (zona de Guardo-Cervera) realizado en 1977 (Centro de Estudios de la Energía) y

actualizado en 1985 (ICME), da una buena idea de la minería de esa zona. En ellos se sintetiza la geología y se recopila toda la información de índole minera existente, aportando una abundante documentación gráfica: cartografía geológica a escala 1:25.000, columnas estratigráficas, cortes estructurales, esquematización de paquetes mineros con espesores de capas y planos de concesiones mineras. Finalmente calcula las reservas de las distintas cuencas.

Por otra parte la Memoria de la Hoja nº 82 (Tudanca) del Mapa Geológico Nacional (Rodríguez Fernández et al., 1987) completa lo anterior en su parte septentrional, abarcando casi la totalidad del Sinclinal de Santa María de Redondo.

Rodríguez Fernández y Heredia (1987) publican un estudio sobre la estratigrafía carbonífera y estructura de toda la Unidad del Pisuega-Carrión, en el cual proponen un esquema general de correlación entre las distintas unidades litoestratigráficas (Grupo y Formaciones) de cada una de las áreas. A estas unidades se les considera "cuñas clásticas" separadas por discordancias y cuyo origen está relacionado con el emplazamiento de mantos. Establecen también los rasgos fundamentales de la estructura y proponen por último un modelo de evolución tectonosedimentaria general.

Más recientemente, y dentro del Plan de Investigación de Cuencas Carboníferas llevado a cabo por el I.T.G.E., se han realizado 2 proyectos de investigación referidos a las cuencas de Casavegas y Castillería (Leyva et al. 1987 y Leyva et al. 1988). Corresponden a dos extensos y detallados informes que hacen importantes aportaciones en el campo de la minería de la región, basadas en datos cartográficos y sedimentológicos de los dos sinclinales.

Por último cabe destacar un informe privado elaborado por D. Modesto García en el año 1981 para la empresa Antracitas de Monteabismo, de seguimiento de las capas de carbón explotadas en este sinclinal. En él, se realizaron un conjunto de zanjas y calicatas de investigación para evaluar las variaciones de espesor a lo largo de las corridas de las capas en la parte septentrional de la zona cartografiada en este proyecto.

I.5. UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS

En el Sinclinal de Santa María de Redondo, puede separarse un conjunto de unidades litoestratigráficas que diversos autores han asimilado o dado la categoría de formación. Una primera división distingue dos unidades, una que corresponde a los materiales de edad Westfaliense y otra a los materiales cantabrienses y estefanienses, ambos están separados por la discordancia Leónica, definida por Wagner y Winkler Prins (1970). La primera es totalmente improductiva, caracterizada por ambientes marinos abiertos, con sedimentación de plataforma interna, externa y talud; la segunda representa una macrosecuencia de somerización desde ambientes de plataforma con sedimentación turbidítica en la base a ambientes generadores de carbón en su parte superior.

Dentro de la unidad basal se distinguen las Formaciones Vañes y Covarres. La primera, muy parcialmente contemplada en la cartografía, comprende el paquete sedimentario por debajo del primer horizonte carbonatado (Caliza de las Agujas). Fue definida por Van de Graaff en 1971, en ella separa dos miembros. En el Sinclinal de Redondo el basal está constituido por una sucesión arenoso pelítica de origen turbidítico, y el intermedio es eminentemente lutítico al que Van de Graaff asigna un origen ligado a procesos de deslizamiento masivo ("mud flow").

La Formación Covarres está constituida por 2 potentes niveles calcáreos: Caliza de las Agujas en la base (también denominada Caliza de Camasobres en otras unidades) y Caliza del Abismo en el techo; entre ambas se encuentra un tramo siliciclástico, siendo su potencia total de unos 1.000 m. El carácter turbidítico del tramo terrígeno intermedio, en contraste con el carácter fluvio-deltaico que presenta este mismo horizonte en otras áreas del dominio palentino, hizo a Van de Graaff introducir esta nueva unidad asimilable a parte de la Formación Vergaño. A esta Formación Vergaño puede asimilarse un conjunto de materiales, eminentemente carbonatados, que afloran en el sector suroccidental del mapa, pertenecientes a esta misma edad.

Localmente -borde S. de la Caliza del Abismo- por encima de esta formación se sitúa la discordancia Leónica, existiendo en otros puntos

Edad: Moscoviense Superior, parte alta del horizonte Myachkovsky de la Unión Soviética. Zona de *Fusulinella*, subdivisión B3.

La presencia de una forma perteneciente al grupo de especies de *Fusulinella schwagerinoides*, sugiere una edad probable equivalente a la parte alta del horizonte Myachkovsky. Esta impresión está reforzada por la aparición en esta muestra de ejemplares de *Fusulinella ex gr. backi* que son similares en todos sus caracteres a los que Van Ginkel encuentra en el olistostromo de Remoña (Maas & Van Ginkel, 1983).

- Muestra M-6

Fusulinella valida superba; *F. ex gr. schwagerinoides*; *Fusulinella (Nipperella) sp.*; *Fusulinella sp.*; *Fusulina cf. agujasensis*; *Schubertella ex gr. obscura*; *Ozawainella sp.*; *Bradyina ex gr. cribrostomata*; *Spiroplectamina sp.*; *Tetrataxis sp.*; *Tuberitina spp.*

Edad: Moscoviense Superior, Horizonte Myachkovsky, Zona de *Fusulinella*, subdivisión B2 o B3.

La presencia de *Fusulinella valida superba* podría sugerir que la correlación más probable fuese la establecida con la parte inferior del horizonte Myachkovsky de la Unión Soviética. Sin embargo, la existencia de formas que muestran un caparazón con pared de características avanzadas, induce a pensar en una edad equivalente a la parte superior de dicho horizonte.

- Muestra M-7

Fusulinella? sp.; *Beedeina? sp.*; *Fusiella sp.*; *Tetrataxis sp.*; *Bradyina ex gr. cribrostomata*.

Edad: Se puede realizar el mismo comentari que en la muestra M-8.

- Muestra M-8

Fusulina (Quasifusulinoides) sp.; *Fusulinella? sp.*; *Bradyina ex gr. cribrostomata*; *Ammovertella sp.*; *Eolasiiodiscus sp.*; *Tuberitina, spp.*

Edad: Probablemente, techo del Moscoviense (parte superior del horizonte Myachkovsky).

En esta muestra aparecen varios fragmentos difíciles de asignar a un género concreto, debido a la inadecuada orientación que presentan las secciones. Sin embargo, las características de la pared señalan que pertenecen a formas propias de los niveles de transición entre el

Moscoviense y el Kasimoviense, sin que sea posible inclinarse con seguridad por una u otra de las dos opciones.

- Muestra M-9

Muestra estéril.

- Muestra M-10

Fusulinella aff. *subcylindrica*; *Fusulinella* sp.; *Protriticites*? sp.; *Staffella* sp.; *Globivalvulina* sp.; *Bradyina* sp.; *Tuberitina callosa*.

Edad: Techo del Moscoviense (es decir, parte final del horizonte Myachkovsky) o base del Kasimoviense. Pertenece, probablemente, a la parte más baja de la Zona de *Protriticites*, según sugiere la presencia de formas de *Fusulinella* con pared de características intermedias entre las de este género y las de *Protriticites*.

- Muestra M-11

Ozawainella ex gr. *pseudorhomboidalis*; *Proticites* ? sp.; *Hemigordius* sp.; *Tetratarxis* sp. y *Tuberitina* sp.

Edad: Techo del Moscoviense o base misma del Kasimoviense. Las escasas secciones presentes en la muestra no permiten una identificación precisa, pero si la presencia de *Proticites* se confirmase, significaría que nos encontramos en la Zona de *Proticites*, aunque probablemente en la parte más baja de la misma.

De todos estos datos se pueden realizar las siguientes observaciones:

- 1) Los materiales más antiguos parecen ser, sin duda, los representados en la muestra M-2 (Myachkovsky inferior). De la misma edad, o incluso más antigua, podría ser M-1, pero por las razones ya aludidas, no es posible afirmarlo con certeza.
- 2) La muestra M-4 podría ser de la misma edad, aproximadamente, que M-2 o tal vez ligeramente más moderna.
- 3) Las muestras M-8 y M-7 presentan formas que sugieren su pertenencia a niveles situados en la transición entre las zonas de *Fusulinella* y de *Protriticites*, con más probabilidades de pertenecer a la primera de ellas y, en ese caso, a la subdivisión B3 (parte alta del horizonte Myachkovsky).

4) El mismo comentario puede efectuarse para las muestras M-10 y M-11, aunque en ellas parece más probable que nos encontremos con niveles de la parte más baja de la Zona de **Protriticites**. Esto significaría igualmente la parte alta del horizonte Myachkovsky, pero en este caso ya casi en el límite con el Kasimoviense.

Una de las muestras recolectadas, M-9, fue tomada en la llamada "Caliza de Corros". Esa muestra contenía fusulínidos, como se pudo comprobar en los estudios previos realizados, pero desgraciadamente, no se logró ninguna de lámina delgada con buenos ejemplares, y por tanto no aportó ningún dato. Sin embargo, Van Ginkel dió a conocer en su trabajo de 1965 datos croestratigráficos sobre esta caliza. Una revisión posterior revisión del material recogido por este autor, ha podido confirmar su atribución inicial a la Zona de **Protriticites**, precisando además que la edad más probable debe ser el Kasimoviense más bajo (Van Ginkel & Villa, en preparación).

De los datos anteriores se desprende que, aunque las muestras de edad más antigua parecen haber sido recogidas hacia la parte externa del sinclinal, en el resto no existe una clara correspondencia entre muestras más jóvenes y muestras más próximas al núcleo. Tal disposición podría obedecer al hecho de que la sedimentación en el sinclinal de Redondo incluyese abundantes bloques alóctonos. Sin embargo, hay que señalar que todo este material, de posición más o menos caótica, pertenece a una distribución de edades no muy amplia; lo que indicaría que los bloques que se fragmentaron y sufrieron un cierto transporte desde su posición original, pertenecían a niveles estratigráficos próximos, situados en la parte superior de la sucesión estratigráfica westfaliense.

II. ESTRATIGRAFIA

II.1. SERIES REALIZADAS

Se han realizado un total de 6 series estratigráficas a escala 1:500, sumando un total de unos 2.000 m.

La Serie I, levantada en el Sector NW. del mapa, en las proximidades de El Fresno, describe los materiales correspondientes a la Formación Covarres. Su base está situada en un afloramiento carbonatado aislado, prolongación de la Caliza de las Agujas. Tiene una potencia de 100 m. El tramo intermedio terrígeno alcanza los 175 m, siendo el espesor de la Caliza del Abismo de 75 m, aunque aumenta considerablemente hacia el N.

La Serie II tiene en total 1.200 m de potencia, y sirve de base para elaborar la serie general; en ella se encuentra representada en su totalidad la Formación Brañosera (750 m) y la mitad inferior de la Formación Barruelo, terminando en las proximidades de Santa María de Redondo.

La Serie III es de carácter parcial y complementa la anterior. Describe el tramo areniscoso medio-superior de la Formación Brañosera, siguiendo el margen izquierdo del Río Pisuegra. Tiene un espesor próximo a los 300 m.

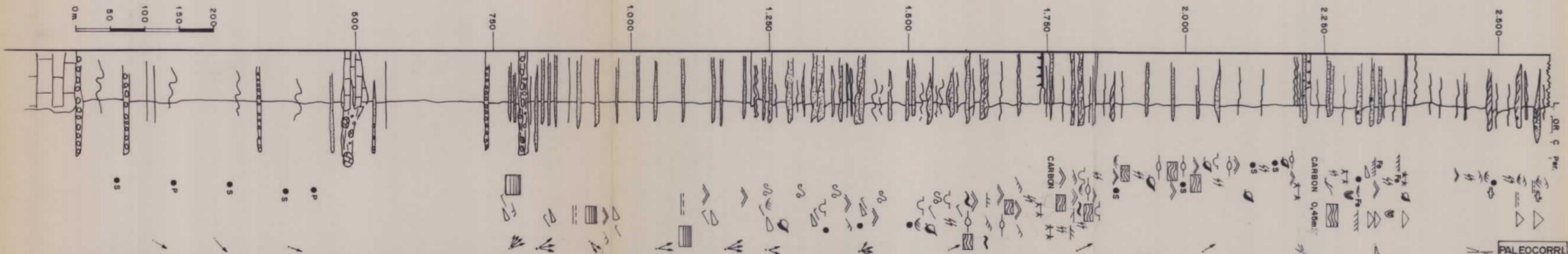
La Serie IV es una serie de detalle a escala 1:500 del tramo correspondiente a la brecha basal de la Formación Brañosera, en el sector nororiental (fig.4). Su espesor es de unos 50 m.

La Serie V está situada en las explotaciones a cielo abierto abandonadas en el cierre del sinclinal. Es de carácter parcial, estando limitada al tramo donde se localizan las dos capas de carbón. Tiene un espesor de 65 m.

Serie VI corresponde a una serie esquemática de materiales asimilables a las Formaciones Rozo/Ojosa o Verdeña/San Salvador y miembro inferior de Brañosera (fig. 3), situada en el curso alto del Río Pisuerga.

También se ha realizado la descripción estratigráfica de la zanja de investigación, situada en el sector occidental del mapa y corta materiales de las formaciones superiores (Brañosera y Barruelo). El espesor real de los materiales es de 500 m.

Así mismo, se ha elaborado una serie general de sinclinal, a escala 1:500, de más de 2.500 m de espesor, en base a las series I y II, completándose la parte superior de la Formación Barruelo con observaciones puntuales en el núcleo del sinclinal, donde los afloramientos son muy escasos.



CALIZAS AGUJAS	COVARRES / VERGAÑO	CALIZ. ABISM.	ROZO/OJOSA-VERDE./SSAL	B R A Ñ O S E R A		B A R R U E L O		PALEOCORRL		
				M E D I O	S U P E R I O R			FORMACIONE		
	WESTFALIENSE D.	WESTD SUP-CANTAB. MEDIO	CANTABRIENSE	S U P E R I O R		E S T E F A N I E N S E A		MIEMBROS		
								EDAD		
PLATAFO CARBON	DEBRIS FLOW TURBIDITAS	PLATAFOCAR Y BORDE DE TALUD	TURBIDITAS Y DEBRIS FLOW	TALUD DEBRIS FLOW	PRODELTA TURBIDITAS	FRENTE DELTAICO	INTER Y SUBMARE CARBON CALES, BARRAS, DUNA	LLANURA MAREAL FANGOSA CANALES MAREALES	LLANURA MIXT. INTERSUBM. MARISMA SUELOS FERROLITICOS CANALES MAREALES	FACIES DEPOSICIONAL
	10		20		30		40	SECUENCIAS DEPOSICIONALES		
	DISCORDANCIA		DISCORDANCIA		DISCORDANCIA					

II.2. DESCRIPCION DE LAS FORMACIONES

En base a las series realizadas citadas en el apartado anterior, así como también a observaciones puntuales en lugares muy diversos, y datos bibliográficos, pasamos a describir cada una de las formaciones presentes en el área cartografiada.

II.2.1. Formación Vañes

Fue definida por Nederlof y de Sitter (1957) apenas observable en el sinclinal, y sin ningún interés minero, no ha sido estudiada en detalle en este informe.

II.2.2. Formación Covarres/Vergaño

Fue definida por Van de Graaff (1971), su espesor varía considerablemente desde unos 350 m en el sector occidental a más de 750 m en el sector nororiental. Es totalmente improductiva y su descripción se hará de forma muy general. Como ya dijimos anteriormente, tiene 3 miembros bien diferenciados, 2 carbonatos separados por 1 intermedio terrígeno.

El miembro basal está constituido por la denominada Caliza de las Agujas, que corresponde a un nivel carbonatado masivo, parcialmente discontinuo que llega a tener hasta 400 m de potencia y constituido por un conjunto de bancos biogénicos bioconstruidos con depresiones intermedias rellenas por acumulaciones bioclásticas (Van de Graaff 1971). Texturalmente son mudstone, wackestone y más raramente packstone bioclásticas, siendo los más abundantes: Equinodermos (crinoideos), Algas

(Dasycladaceas, Codiaceas, etc.), Foraminíferos (Fusulínidos), etc. y más raramente Corales, braquiópodos y briozoos. Hacia el N. (Puerto de Piedras Luengas) pierde su continuidad, llegando a tener un aspecto caótico de bloques que para Van de Graaff (1971) representan olistolitos de la plataforma carbonatada deslizados. Su continuación hacia el S. es problemática: en la parte occidental se acuña, pasando a bloques aislados y brechas; mientras que en la parte oriental parece corresponder con Peña Tejedo.



Foto 1.- Caliza de las Agujas desde Santa M^a de Redondo, con el Permo-Trías discordante al fondo.

El borde S. del mapa está formado por una banda predominantemente carbonatada asimilable a la Formación Vergaño. En el sector suroriental (Collado Verdiana) las calizas están estratificadas y alternan con materiales detríticos finos, mientras que en la rama noroccidental, que constituye el núcleo de un sinclinal tumbado, aparece un conjunto masivo de calizas con morfologías biohermales o bioconstrucciones que sufren rápidos acuñaientos laterales.

Al igual que los otros 2 miembros, el intermedio tiene importantes variaciones de espesor teniendo en la localidad donde se realizó la Serie I, un escaso desarrollo (175 m), llegando a superar los 500 m en otros puntos más septentrionales. De la misma manera los cambios litológicos son también importantes, siendo eminentemente lutítica hacia el N. y con intercalaciones areniscosas de cierta entidad hacia el W (Serie I). En esta localidad pueden separarse varios tramos:

1. Tiene un espesor de unos 50 m; es eminentemente lutítico con nódulos dispersos de siderita e intercalaciones limolíticas poco importantes. En la base se ha encontrado fauna marina (braquiópodos y crinoideos). En la parte central del tramo se encuentran capas areniscosas de poco espesor (menores de 50 cm) formando una secuencia estrato creciente; son masivas o con laminación paralela y ripples en el techo. Por encima se intercala un nivel de espesor superior a 0,6 m gradado, microbrechoide de base

erosiva formado por fósiles, bioclastos e intraclastos, con una matriz fangosa. La parte central vuelve a ser lutítica.

2. Es un tramo ligeramente superior a 25 m con abundantes areniscas, cuarzo, areníticas de grano fino y, en ocasiones, medio, organizadas en capas delgadas -raramente superiores a 60 m- con morfologías canaliformes, de base erosiva, gradadas y ocasionalmente con cantos blandos y estratificación cruzada en surco, alternando con episodios lutíticos y estratos tabulares arenoso-limosos centimétricos con laminación paralela y ripples de corriente en el techo. El tramo termina con un nivel lumaquélico microbrechoide similar al del tramo inferior.

3. Tiene un espesor de 50 m de litología predominantemente lutítica con escasas intercalaciones de areniscas de grano fino y muy fino, cuarzo, arenitas y litarenitas, en capas tabulares, inferiores por lo general a 0,3 m, gradadas, con laminación paralela u ondulada, ocasionalmente, y de ripples de corriente en el techo. Ocasionalmente presentan estructuras de muro ("prod cast"). La bioturbación es moderada y no figurativa.

4. Es el tramo superior, de unos 25 m, poco visible; con muy mala calidad de afloramientos y de naturaleza lutítica.

El miembro superior lo constituyen las calizas denominadas del Abismo. Su espesor oscila entre menos de 80 m (Serie I) a más de 100 m, en puntos más septentrionales. En la Serie I separamos los siguientes tramos:

1. De 15 m de espesor, constituye un horizonte masivo de calizas de color gris y beige claras. Texturalmente corresponden a calizas wackestone bioclásticas y peletoidales, bioturbadas y con cemento esparítico.

2. Es una intercalación terrígena intermedia, con un espesor de unos 15 m que se acuña lateralmente. Litológicamente son lutitas fangosas, lutitas margosas y margas, con fauna marina dispersa en algunos niveles y un episodio lumaquélico-brechoide similar a los dos inferiores.

3. El tramo superior vuelve a ser carbonatado, con un espesor de 45 m. Está formado por un nivel inferior de calizas grises packstone bioclásticas e intraclásticas, laminadas y con grietas de desecación, de 4 a 5 m de potencia. El resto corresponde a horizonte marino de calizas biopelmicríticas, bioturbadas.

Este miembro superior de la formación sufre, en una prolongación oriental, una buena terminación o cambio lateral de facies, existiendo una ruptura espectacular de la misma, pasando a depósitos olistolíticos y brechoides carbonatados en una matriz lutítica. Este hecho supone que el límite superior de la Formación Covarres, en algunos puntos del

sector nororiental y oriental, no quede bien definido, poniéndose en contacto dos formaciones terrígenas pizarrosas.

II.2.3. Formación Rozo/Ojosa o Verdeña/San Salvador

Por encima de la formación anterior se observa en el sector N. de la cartografía, un conjunto de materiales fundamentalmente lutíticos, que dado el carácter discordante de la Formación Superior (Brañosera) impide que afloren en un área más extensa.

Su posición en la sucesión estratigráfica, entre las formaciones Covarres y Brañosera, hace que las asimilemos a las formaciones Rozo/Ojosa o Verdeña/San Salvador, aflorantes en esa misma posición estratigráfica en otros sinclinales de la Cuenca de La Pernía.

Dado su carácter improductivo hizo que su estudio no fuera detallado. No obstante se realizó una serie esquemática a través del curso del Río Pisuerga. En ese punto tienen un espesor de 125 a 150 m, pudiendo alcanzar potencias superiores a los 400 m en otras zonas.

Litológicamente están formados por lutitas oscuras homogéneas, con intercalaciones areniscosas con un componente carbonatado importante, dispuestas en capas tabulares con una organización turbidítica e intercalaciones más finas, discontinuas. Localmente aparecen niveles lenticulares canaliformes, de base fuertemente erosiva y brechoides con fragmentos de calizas bioclásticas y de lutitas en una matriz fangosa, con espesores métricos. Estos horizontes tienen un mayor desarrollo en la parte superior.

II.2.4. La Formación Brañosera

Fue definida por Wagner et al.(1977). Corresponde a un conjunto de materiales eminentemente terrígenos, con una potencia que oscila entre 800 y más de 1.000 m. Se encuentra representada en una extensa área de la cartografía. En ella se puede apreciar su carácter discordante y fuertemente angular en algunos puntos, y la presencia de una discordancia intraformacional, también localmente muy visible (Sector NW.).

Su descripción se hará en base a las series II y III. Litológicamente pueden separarse 3 miembros bien definidos: uno basal olistostrómico y brechoide, otro intermedio lutítico con alternancias de finas capas areniscosas, y otro superior lutítico-limolítico con intercalaciones areniscosas gruesas.

1. Está constituido por un nivel cartográficamente continuo, con oscilaciones de espesor que van desde más de 200 m en el sector oriental a escasos metros en su prolongación septentrional. En el primer caso (Foto 3) corresponde a un depósito caótico y desorganizado que engloba bloques de calizas de más de 20 m de diámetro, fragmentos de capas de areniscas, bloques de alternancias arenisca/lutita, con grandes clastos de lutitas arcillosas oscuras y también algún bloque y canto de brechas calcáreas; todo ello dentro de una matriz fangosa (pelítico-arenosa) en ocasiones muy abundante (Serie VI).



Foto 2.- Miembro inferior olistostrómico de la Fm. Brañosera, con Peña Tejedo al fondo.

Aunque la base del tramo no es visible en muchos puntos, puede observarse localmente su fuerte carácter erosivo y gran cantidad de cicatrices erosivas muy penetrativas dentro de él.



Foto 3.- Detalle del miembro inferior de la Fm. Brañosera, en el que se observa un bloque de brechas calcáreas (1.2*0.9 m).

Por otra parte, hacia el N., en zonas con un espesor mucho más reducido, presentando ya una organización grosera del depósito. En la Serie IV se puede apreciar un espesor de unos 20 m y el carácter no erosivo de su límite inferior, así como también la individualización en 3 coladas independientes con cierta gradación interna, en la que los bloques de caliza y cantos de mayor tamaño se disponen en la base, los fragmentos de lutitas (grandes cantos blandos) en una parte media-superior y material más fino con una matriz fangosa más abundante en el techo. Están separadas entre sí por una microbrecha estratificada también gradada y ocasionalmente un nivel lutítico superior. El límite con el miembro superior es neto.

2. A este miembro Nederlof (1960) lo denominó "The Gradaded Sandstone Formation", asignándole un espesor muy variable entre 0 y 1.000 m, alcanzando las mayores potencias en la zona suroriental de la cartografía.

En la Serie II se recoge un corte bastante representativo del mismo. Presenta un espesor de unos 350 m, y está constituido por una alternancia de lutitas y areniscas en capas delgadas.



Foto 4.- Aspecto general del miembro intermedio de la Fm. Brañosa.

Las areniscas tienen una granulometría desde arena muy gruesa a grano muy fino, con granos de cuarzo subangulosos, un considerable porcentaje de fragmentos de conchas de matriz fangosa, en ocasiones con una fracción de cemento carbonatado y pequeñas diseminaciones de materia orgánica. El tamaño de grano es proporcional al tamaño de la capa, no superando nunca los granos de cuarzo 1 mm de diámetro, pudiendo alcanzar los 6 mm los bioclastos. Se disponen en capas tabulares desde 1 ó 2 cm, a menos de 0,50 m. Su límite inferior no es erosivo y su techo es

gradacional a limolitas en la parte basal del miembro a neto en la parte superior. Internamente tienen un intervalo basal gradado con estructuras de impacto y arrastre en el muro, frecuentemente de composición bioclástica, un intervalo intermedio con laminación paralela y ocasionalmente con laminación convolute y un intervalo superior con laminación con ripples de corriente, siendo de ola en la parte superior del miembro, llegando en ocasiones este intervalo a ocupar más de la mitad del estrato. A techo pasan gradualmente a un intervalo limolítico finamente laminado y a lutitas, no estando presente con limos en la parte alta del miembro. El techo de alguna de las capas se encuentra fuertemente bioturbado.

Las lutitas son de tonos oscuros, con concentraciones nodulosas o laminares sideríticos y bioturbación de escasa a moderada.

Son también frecuentes las estructuras de deslizamiento (slumping) y hacia la base cuerpos lenticulares, con espesores que llegan a los 10 m, de naturaleza brechoide, clastos de naturaleza bioclástica y carbonatada y una matriz fangosa muy abundante, llegando en ocasiones a ser "Pebbly mudstone".

Hacia el extremo suroriental cabe citar la presencia de una cuña brechoide y olistolítica similar a la que constituye, en esa localidad, el miembro inferior (1) caracterizada por una potencia superior a los 200 m en su parte más gruesa, un rápido acuñaamiento y la existencia de una digitación de las mismas características litológicas.

Aunque la distribución de las areniscas no parece formar secuencias estratocrecientes o decrecientes, en general el miembro parece estar constituido con una menor cantidad de areniscas en el techo.

3. Este miembro fue denominado por Nederlof (1960) "Caldero sandstone formation". Aunque su espesor es también variable, mantiene una potencia más regular en el flanco nororiental del Sinclinal de Redondo. Se encuentra representada parcialmente (parte medio-inferior) en la Serie III y de forma total en la Serie II. En esta última presenta una potencia de 400 m. Cabe destacar su carácter discordante sobre el miembro inferior; observándose en muchos puntos un tramo decimétrico, entre ambos miembros constituido por areniscas cuarcíticas intercaladas en lutitas y limolitas con un gran desarrollo de estructuras de deslizamiento.

A nuestro criterio este fenómeno de slumpinización afecta también a la parte basal del miembro.

Pueden diferenciarse 2 grandes tramos:

a. Tiene un espesor de unos 270 m y está constituido por potentes estratos areniscosos separados por intervalos lutítico-limosos con alternancias areniscosas en capas más finas.

Las areniscas son por lo general de tamaño de grano fino y medio, moderadamente clasificadas y de naturaleza bastante cuarcítica. Las capas son potentes, en ocasiones superan los 2 m, canaliformes, con acuñamientos, base erosiva, poco penetrativa, cicatrices internas erosivas.

Internamente presentan estratificación cruzada en surco de mediana escala, intervalos con laminación paralela muy reducidos y ripples en el techo. En ocasiones tienen un lag en la base con cantos blandos y fragmentos vegetales. Son también frecuentes los slumpings en la base del miembro y flutes y estrías en el muro de algunas capas. Los estratos más finos son por lo general tabulares, también bastante cuarcíticos, con un gran desarrollo de estructuras de muro (flutes y estrías en menor cantidad), laminación paralela y ripples de ola y corriente en el techo, y otros lenticulares con techo convexo y ondulado. La bioturbación en algunos horizontes es intensa, siendo también frecuentes los restos vegetales finos.



Foto 5.- Slumping en las areniscas del miembro superior de la Fm. Brañósera. Serie invertida.

En las lutitas se observan intercalaciones limolíticas, laminación ondulante y lenticular y bioturbación moderada.

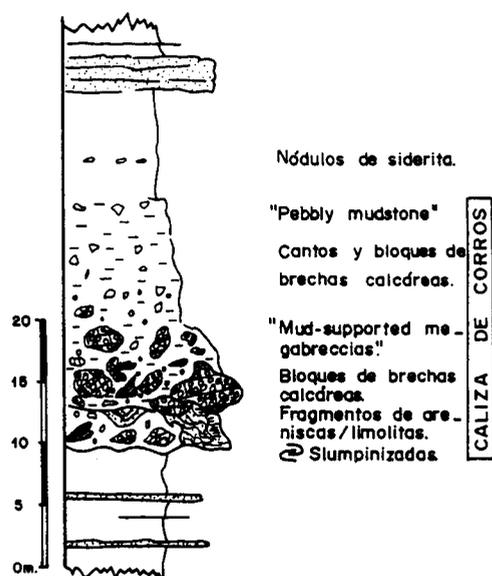
Hacia el N. las areniscas potentes van perdiendo importancia.

b. Tiene un espesor de 120 a 130 m, reduciéndose notablemente la proporción de areniscas canaliformes y las estructuras de deslizamiento; aumentando la proporción de intervalos con laminación ondulante, lenticular y areniscas en capas finas.

El gran desarrollo en toda la Formación Brañoseira de estructuras tractivas o de turbulencia de flujo en la base de las capas ha permitido realizar un gran número de medidas de paleocorrientes que se expondrán en un capítulo posterior.

Por otra parte cabe destacar la presencia de dos niveles lenticulares, situados ambos en la base del miembro intermedio, conocida en la bibliografía como la "Caliza de Corros" y, otro similar, en la misma posición stratigráfica, localizado en el flanco occidental del sinclinal. Estan constituidos por bloques y cantos de brechas calcáreas, calizas bioclásticas y clastos arcillosos, aislados en una matriz lutítica.

Fig. 2.- Caliza de Corros.



II.2.5. Formación Barruelo

También definida por Wagner et al. (1977), aflora principalmente en el flanco oriental del Sinclinal de Redondo, alcanzando una potencia de 800 m. Se encuentra representada en la Serie II, excepto sus 200 m superiores que, debido a la mala calidad y escasez de afloramientos, solo se ha podido levantar de una forma menos detallada en la columna general. También en la Serie V ésta representa una parte de ella. A grandes rasgos separamos varios tramos:

a. Tiene una de unos 125 m, situándose en su parte más inferior los 2 horizontes carbonosos objeto de explotación en la zona. Está caracterizado por una parte inferior eminentemente lutítica y otra superior con importantes intercalaciones areniscosas con frecuentes estratificaciones cruzadas en cuña, de pequeña y mediana escala, así como laminaciones con morfologías sigmoidales y de ripples de ola.

b. Tiene un espesor de 270 m, formado por un alto porcentaje de lutitas oscuras, con abundantes nódulos sideríticos, entre las que se intercalan niveles canaliformes de areniscas de grano fino, de escasa potencia y desarrollo lateral, con estratificaciones cruzadas en surco de mediana escala, cartográficamente muy discontinuos.

Por otra parte, se intercalan en la serie capas muy finas lenticulares, de areniscas limosas con laminaciones de ripples -fundamentalmente de ola- y niveles con laminación lenticular y alternante. Los restos vegetales flotados y la bioturbación son frecuentes. Aparecen también acumulaciones de fósiles algo fragmentados de fauna marina.

c. De unos 200 m de potencia, en él vuelven a ser abundantes los niveles areniscosos, apareciendo en su parte media-inferior horizontes carbonosos de poca importancia, si bien la bioturbación por raíces está presente en gran parte del tramo.

d. Este tramo superior forma una secuencia negativa de unos 200 m de espesor. En su base son frecuentes las delgadas intercalaciones areniscosas con laminaciones de ripples; siendo éstas más abundantes hacia el techo. Hacia su parte media aparecen gruesos estratos canaliformes de base erosiva conglomerática, con gruesos fragmentos vegetales y lutíticos, y el resto de arenisca cuarcítica de grano grueso a fino, con estratificación cruzada en surco de mediana escala.

III. SEDIMENTOLOGIA

En este capítulo se realizará una descripción somera de las facies presentes y su interpretación encuadrándolas después en uno o varios ambientes deposicionales. Un tratamiento especial merecerán las secuencias, y facies generadoras del carbón presenta en la zona.

Con frecuencia se hará referencia al trabajo de Van de Graaff (1971) en el que se realiza una descripción detallada de las facies presentes en la sucesión Westfaliense de la Cuenca de La Pernía, y que en algunos casos, se ajusta bastante a nuestras observaciones.

Por otra parte este capítulo está dirigido fundamentalmente a las formaciones superiores Brañosera y Barruelo, y en menor proporción a la Formación Covarres, quedando excluidas, por falta de datos y de interés minero, las formaciones Vañes, y el conjunto de materiales asimilados a las formaciones Rozo/Ojosa o Verdeña/San Salvador.

III.1. DESCRIPCION E INTERPRETACION DE FACIES

III.1.1. Formación Covarres

III.1.1.A. Facies carbonatadas

Están presentes en la Serie I, distinguiéndose 2 niveles, 1 la prolongación de la Caliza de las Agujas y otro la Caliza del Abismo. Su estudio se ha realizado a través de observaciones de campo y de lámina delgada.

Los fósiles encontrados indican un origen marino de las calizas, la presencia de gran cantidad de algas, especialmente dasycladáceas, indican un ambiente deposicional de aguas someras.

Por otra parte hay que decir que el tramo correspondiente a la Caliza de las Agujas en la Serie I, corresponde a un bloque aislado, al que Van de Graaff le asigna la facies IIc ("Isolated limestone blocks") e interpreta como bloques deslizados olistotrómicos. No obstante también se analizaron las facies carbonatadas primarias del bloque.

Separamos los siguientes tipos de facies:

A.1.- Es la facies calcárea más abundante. Son calizas grises micríticas, masivas o irregular y muy groseramente estratificadas en capas potentes con acuñamientos laterales. Texturalmente son mudstone, wackestone y raramente packstone mejor estratificadas, de fósiles y bioclastos, siendo los más frecuentes los crinoideos, fragmentos de equinodermos, fusulínidos y otros foraminíferos, dasicladaceas y otras algas calcáreas (fundamentalmente *Komia*), y también lamelibranquios, braquiópodos, gasterópodos, briozoos fenestrales y corales rugosos solitarios en menor proporción. Localmente aparecen mayores concentraciones bioclásticas. Cabe también destacar la presencia de rellenos geopetales y birdeselles en algunos niveles. Nódulos de chert y zonas o parches dolomitizados secundariamente se observan localmente. Sería equivalente a las facies Xb y Xc de Van de Graaff.

Esta facies está depositada bajo condiciones de aguas relativamente tranquilas, dado el alto contenido en fango carbonatado que contienen localizadas en ambientes submareales someros a intramareales en forma de apilamientos o montículos de fango ("mud mound"). La abundante bioturbación y la existencia de organismos fijadores de fango carbonatado y que posteriormente no se conservan (algas no calcáreas) son argumentos propuestos por varios autores para explicar el carácter masivo de estos depósitos (de Meijer, 1969). La existencia de rellenos geopetales y birdeselles son una evidencia de ambientes intramareales de los niveles donde aparecen (Shinn, 1968). Las texturas packstone pueden corresponder a acumulaciones mecánicas de bioclastos.

A.2.- Corresponde al tramo 27 de la Serie I, en la Caliza del Abismo. Sería equivalente a la facies Xh de Van de Graaff (1971).

A nivel de afloramiento se presentan en tramos de escala métrica, de base gradacional a neta, finamente laminadas, con espesores de lámina de 0.5 a 2 cm, que lateralmente pueden aparecer interrumpidas por discontinuidades o grietas rellenas por una matriz fangosa con cuarzo tamaño limo abundante que le dan a la roca un aspecto característico, denominado "mottled" (moteado, jaspedado), por Van de Graaff (op. cit.). Texturalmente son packstone y grainstone de pellets (pelesperitas) y/o bioclastos redondeados con bordes micritizados bien clasificadas y de grano fino, (bioesparitas) pudiendo presentar en ocasiones algún oolito y oncolito.

Esta facies está formada en un ambiente de aguas agitadas submareales de escasa profundidad. En principio esa laminación interrumpida con un cierto intervalo, que podría deberse a grietas de desecación.

A.3.- Constituye la prolongación oriental de Peña del Abismo y la gran parte de la traza cartográfica de la Caliza de las Agujas, presentándose de forma más concentrada en el área de Pico Guillermo (vertiente Sur del Puerto de Piedras Luengas). La forman grandes olistolitos calcáreos, brechas y megabrechas, así como niveles con texturas packstone de grano grueso en la que se observan estructuras de deslizamiento. Esta facies se acuña rápidamente en el primer caso mientras que en el segundo constituye un nivel discontinuo de bloques carbonatados. Correspondería a la facies IIc de Van de Graaff (1971) ("Isolated limestone blocks ...").



Foto 6.-Terminación oriental de peña del Abismo y depósitos brechoideos y olistostrómicos asociados. En el sector N. del mapa.

Corresponden a depósitos de pendiente y talud carbonatado. En el caso de Peña del Abismo consideramos que la posición de la Caliza es lateral, perpendicular a la dirección principal de aportes a la cuenca, pudiendo corresponder la terminación del banco carbonatado con una falla sindeposicional frecuente en este tipo de cuencas.

En el caso de Peña de las Agujas corresponde a una fragmentación de una plataforma carbonatada individualizándose bloques con "aprons" o conos de derrubios adyacentes.

III.1.1.B Facies detríticas.

De acuerdo con los datos expuestos en la Serie I podemos distinguir las facies siguientes:

B.1. Tienen un desarrollo importante en la formación, corresponden a lutitas pizarrosas gris y pardo oscura, con concentraciones sideríticas abundantes en determinados niveles arrosariados o discontinuos. Presentan también intercalaciones de finas láminas arenoso-limosas de base neta o gradacional, ocasionalmente con laminaciones de ripples. Por lo general la bioturbación es escasa aunque, en la parte alta de la Serie I existen niveles con abundantes pistas y burrow. Pueden presentar horizontes con fauna marina. Serían equivalentes a las facies IIIa de Van de Graaff (1971).

Corresponden a depósitos de decantación con episodios tractivos esporádicos. Su localización en un ambiente deposicional concreto está en relación con el resto de las facies acompañantes. En este caso podemos decir que ocuparían condiciones intermedias entre un depósito de aguas someras carbonatado y otro más profundo turbidítico. Representando bien la colapsación o hundimiento de una plataforma carbonatada hacia ambientes turbidíticos más profundos, o bien el proceso de colmatación y relleno de una depresión hasta la implantación de una sedimentación carbonatada de aguas someras.

Por otra parte la presencia de nódulos de siderita pueden formarse en un gran número de ambientes, no permitiendo realizar ninguna precisión.

B.2.- Alternancias de lutitas grisáceas y areniscas en capas finas y tabulares. Ocupan un espesor considerable dentro de la formación en este área. Sería asimilable a las facies Ib, Id y Ie de Van de Graaff (1971). Las areniscas son cuarzoareníticas a sublitareníticas, por lo general de tamaño de grano fino, aunque en la base pueden llegar a arena gruesa, siendo en este caso los granos bioclásticos. Las capas son tabulares, y oscilan entre 2 y 40 cm de espesor, siendo las más frecuentes las de 5-15 cm. La base es neta y el techo gradacional o neto. Internamente presentan una ordenación turbidítica, siendo la secuencia más abundante la de tipo Tb-d y Ta-c. Solo se han observado estructuras de muro (bounce cast) en 2 capas. La bioturbación es escasa.

La proporción areniscas/lutitas es muy variable, siendo 1/1 en algunos tramos y en otros las areniscas ocupan un porcentaje mínimo quedando restringidas a niveles discontinuos de laminación de ripples o finas laminaciones aisladas.

Corresponden a depósitos turbidíticos en sentido amplio, a depósitos de plataforma o prodelta distal, aportados desde sistemas deltáicos destructivos, descritos por Van de Graaff (1971) en áreas situadas hacia el S.

B.3.- Son areniscas cuarzoareníticas a sublitarenitas de grano medio y fino, dispuestas en capas delgadas menores, por lo general, a 0,6 m. que presentan morfología canaliforme, con variaciones laterales de espesor importantes y base ligeramente erosiva. Internamente presentan estratificación cruzada en surco y cantos blandos en la mitad inferior. Ocasionalmente presentan un intervalo superior con laminación paralela.

Corresponden a pequeños canales sumergidos de distribución de material de la facies B.2. en las partes distales de deltas.

B.4.- Constituye 3 horizontes, 2 de ellos en el miembro intermedio, con espesores próximos a 1 m. Están constituidos por calcarenitas o calcarenitas gradadas, con una matriz fangosa, en la que son frecuentes los cantos calcáreos, bioclastos y fragmentos arcillosos. La base es planar, ligeramente erosiva y el techo gradacional a lutitas limosas. Se han encontrado también restos vegetales finos. Corresponden a las facies Ig de Van de Graaff.

Es difícil explicar el depósito de esta facies por una simple corriente de turbidez. La pobre gradación, la gran cantidad de matriz en la parte inferior, sugiere un mecanismo sedimentario desde suspensiones viscosas a "mud flow". La parte superior gradada se debe ya a mecanismos tracción/decantación simultáneos (corriente de turbidez). Su gran espesor y aparente continuidad lateral, así como su ordenación interna indica un solo evento sedimentario para cada capa, bien de carácter sísmico (sismoevento) o por tempestades.

III.1.2. Formación Brañosera

Dependiendo del miembro considerado las facies varían sustancialmente. En los 2 basales existe una gran uniformidad, mientras que en el superior la variedad es mayor. Distinguimos los siguientes tipos:

III.1.2.A. Brechas

III.1.2.B. Areniscas

III.1.2.C. Alternancias de areniscas y lutitas

III.1.2.A. Brechas

Esta facies constituye el miembro basal de la formación, algunos niveles discontinuos del miembro intermedio y de 2 horizontes de brechas calcáreas (Caliza de Corros) en el superior. Distinguimos las siguientes subfacies:

A.1.-Es la que más desarrollo tiene, corresponde a los depósitos situados en "Pozo del Diablo", constituyendo tramos de hasta 200 m de potencia. Se encuentran representadas de esquemáticamente en la Serie VI. Corresponderían a las "Mud-supported megabrecias" descritas por Mullins y Cook (1986), y a las facies F. de Mutti y Ricci Lucchi (1972). Se caracterizan por clastos heterogéneos, pobremente clasificados, desorganizados, en una matriz fangosa abundante. Los bloques más grandes llegan a medir más de 20 m. Son de calizas westfalienses biopelmicríticas, también son frecuentes los grandes fragmentos lutíticos (mayores de 2 m), de areniscas, bloques de alternancias lutitas/areniscas, y clastos de brechas calcáreas. La base del depósito es fuertemente erosiva, observándose cicatrices erosivas internas penetrativas. Puede observarse una gradación clasto decreciente grosera general, existiendo calcarenitas pasando a lutitas fangosas en el techo. En zonas más distales, en el mismo nivel cartográfico, pasan a depósitos brechoides más organizados que corresponden a la subfacies . A.2.

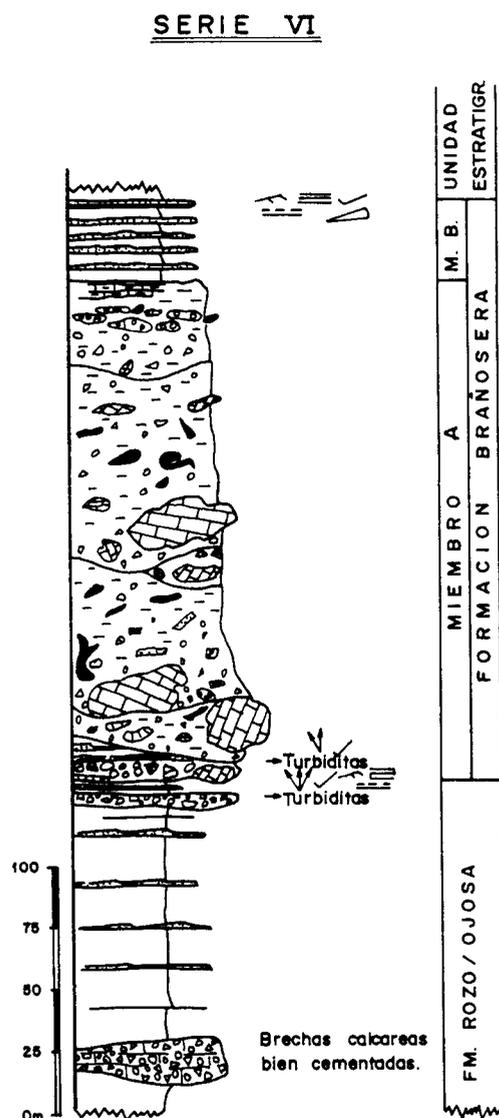


Fig.3.- Serie esquemática Nº VI.

A.2.- Son continuación lateral de la subfacies anterior. Correspondería a la facies "Mud-supported conglomerates" descrita por Mullins y Cook (1986) y facies F de Mutti y Ricci Lucchi (1972). Está representada en la Serie IV, en la que aparecen superpuestas 3 secuencias o coladas distintas. Internamente cada una de ellas están ordenadas en una serie de intervalos:

A.- Constituido por brechas, donde la mayoría de los cantos son menores a 20 cm, de composición fundamentalmente carbonatada, siendo su base no erosiva.

B.- Se caracteriza por la presencia de gran número de cantos blandos y grandes fragmentos de arcilla. El soporte es también de matriz lutítica. Existe una gradación grosera de granodecreciente desde A a B.

C.- Es un intervalo granoclasificado, con una composición calcarenítica con intraclastos, bioclastos como principales componentes. Pasa gradualmente al intervalo D.

D.- Está constituido por margas y lutitas margosas, pudiendo evolucionar verticalmente a lutitas. Su desarrollo es escaso.

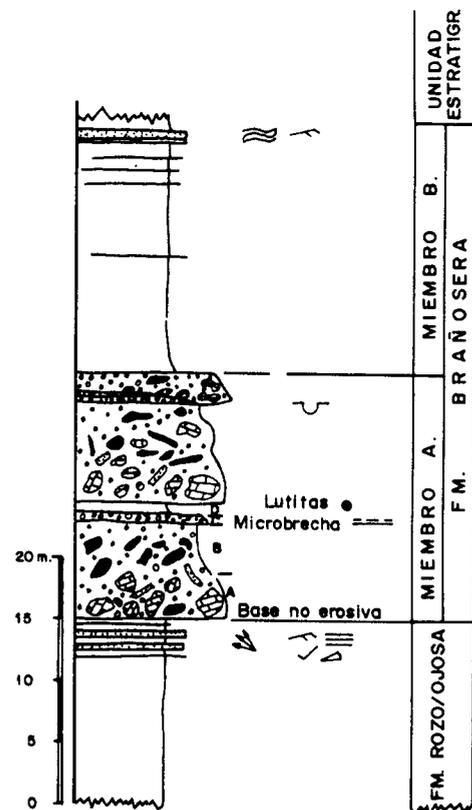


Fig.4.- Serie N° IV.

Estos intervalos coinciden en buena parte para los descritos por Labaume et al. (1983) para megaturbiditas.

Interpretamos a estas facies como el primer depósito de una depresión o cuenca sedimentaria de carácter sinorogénico originada por la destrucción de una plataforma mixta con un componente carbonatado importante, en la que las lutitas, areniscas turbidíticas y brechas calcáreas serían el resto de los componentes. La consolidación o cementación de los materiales erosionados es evidente por la presencia de bloques de estas litologías. Dado que el soporte de estas facies así como su organización parece indicar que los mecanismos de transporte han sido de "debris flow" y "mud flow", al menos para el tipo A.1. que constituiría las partes proximales al área de aporte. El tipo A.2., dada su organización interna, el carácter no erosivo de su base y su adelgazamiento respecto al tipo A.1., indica posiciones más distales. Podrían interpretarse como megaturbiditas en sentido amplio, según el concepto de Labaume et al. (1983). En la Serie IV se puede observar la existencia de 3 coladas o episodios distintos que indican el origen complejo o múltiple, al igual que las cicatrices erosivas de la Serie VI. Los

intervalos C y D corresponden al depósito, de las partículas gruesas puestas en suspensión (suspensión turbulenta), quedando abortada su decantación por la colada siguiente. La continuidad a escala cartográfica de este tramo indica la generalización del proceso a toda la cuenca, hecho que coincide con la interpretación propuesta. La morfología del depósito con un cambio de espesor desde cerca de 200 m a algo más de 20 m, en un recorrido lateral de varios kilómetros, pudiera dar también una idea de la propia morfología de la depresión, con un surco muy pronunciado en proximidad.

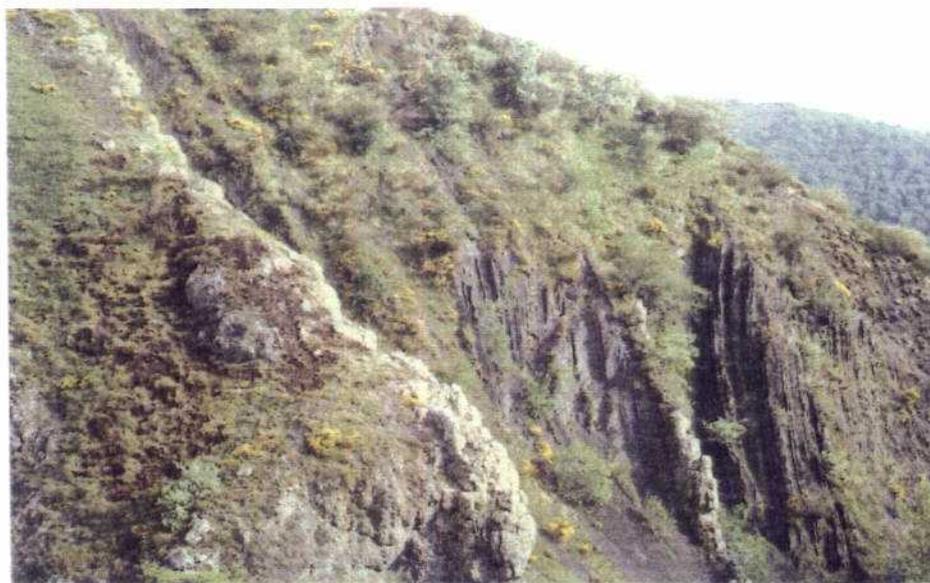


Foto 7.- Miembro inferior (en primer término) groseramente estratificado y miembro intermedio de la Fm. Brañosa. Techo de la serie hacia la derecha.

Episodios de colapsos bruscos, producidos por el emplazamiento de un manto, pudieron ser, en este caso, los causantes no solo del depósito de estos materiales, sino de la distribución y creación de las distintas cuencas deposicionales. Esta facies representa también el comienzo de una secuencia deposicional y constituye una línea-tiempo de correlación en el área estudiada, tal como proponen Labaume et al. (1983) para este tipo de depósitos.

A.3.- Esta facies es también relativamente frecuente en los materiales asimilables a las formaciones Roza y Ojosa. Son depósitos lenticulares de base erosiva constituidos por brechas ricas en matriz en la que los cantos son por lo general de pequeño tamaño, dominando los de naturaleza

calcárea, lutíticos y bioclastos de fauna marina. Alcanzan espesores de hasta 2 m. Internamente están mal ordenados y clasificados.

Corresponden a "pebbly mudstone", transportando por flujos de fango (mud flow) o "debris flow cohesivo" (Lowe, 1979), localizados en zonas próximas a taludes deposicionales. Corresponderían en sentido amplio a las turbiditas del tipo III de Mutti, interpretados como característicos de un talud deposicional, encontrándose un área de depósito en la parte frontal de una plataforma o ligada directamente con sistemas deltaicos en zonas de prodelta. Corresponderían al relleno de pequeñas depresiones erosivas de escaso desarrollo lateral.

A.4.- Corresponde a 2 afloramientos situados en el miembro superior de la formación Caliza de Corros y otro pequeño situado en el borde occidental, escasamente visible, por lo que describiremos solo el primero. Tiene un espesor de unos 15-20 m; su parte inferior está formada por bloques de limolitas y areniscas con abundantes estructuras de deslizamiento, bloques de más de 1 m de diámetro de brechas calcáreas bien cementadas, con superficies enrojecidas y con encostramientos y cantos arcillosos, todos ellos en una matriz fangoso-arcillosa muy abundante, en la que también se encuentran dispersos cantos de brechas calcáreas. Verticalmente evolucionan a un "pebbly mudstone" en la que los cantos son progresivamente más escasos.

Corresponden también a depósitos en masa, transportados por "mud flow"; su naturaleza brechoide de los cantos y bloques así como el encostramiento de su bordes puede indicar la existencia de más de un proceso de resedimentación para los mismos.

III.1.2.B. Areniscas

Se sitúa en la base del miembro superior. Son areniscas en capas potentes, superiores a 1 m, que pueden presentarse amalgamadas o separadas por delgados intervalos lutíticos, constituyendo tramos o crestones areniscosos, en ocasiones superiores a 5 m y reconocibles a nivel cartográfico. Son areniscas cuarcíticas en capas que sufren rápidos acuñaamientos laterales, con morfologías canaliformes y de base planar y techo convexo, ondulado. En su base son frecuentes "estructuras impacto", "arrastre" y "flute cast". En la parte inferior de las canales existen fragmentos vegetales y numerosos cantos blandos. Internamente presentan estratificación cruzada en surco y planar en cuña. Son muy frecuentes las estructuras de deslizamiento ("slumping"). Es también característico los pliegues disarmónicos a escala cartográfica que presentan.

Esta facies representa la zona de tránsito entre una zona de prodelta y cuenca (facies C.1) y las áreas de llanura mareal que constituyen la Formación Barruelo. En su conjunto son canales y bancos situados en la parte frontal de un sistema deltaico, en sentido amplio, afectadas ya por procesos de deslizamiento.

La existencia de megaslumping puede ser una posible interpretación de los pliegues cartográficos que se observan aunque mantenemos nuestras reservas y lo consideramos un punto conflictivo de este estudio.

III.1.2.C. Alternancias de areniscas y lutitas

Dependiendo de sus características estratigráficas y asociación de facies distinguimos los siguientes tipos:

C.1.- Forman casi exclusivamente el miembro intermedio de la formación, aunque presentan variaciones de la base a la parte superior del mismo. Las areniscas son litareníticas, disponiéndose en capas delgadas, por lo general, entre 5 y 30 cm, de morfología tabular, con base neta planear con frecuentes estructuras de impacto y arrastre ("groove cast", "prod cast" y "bounce cast"), el techo puede ser gradual, pasando a limolitas, frecuente en la parte inferior del miembro, o neto y ondulado por ripples de oscilación, frecuente en la parte superior. Internamente presentan varias organizaciones dependiendo del espesor del estrato y de su posición en la serie. En algunas ocasiones y en la parte inferior del miembro se observan secuencias del tipo Ta-e de Bouma (1962) donde el intervalo gradado basal es frecuentemente bioclástico. En capas más delgadas las secuencias son Tb-e y Tc-e. En la mitad superior los techos de las capas son netos y están ondulados por ripples de ola, las secuencias más frecuentes son Ta-c y Tb-c. Las lutitas son de tonos grises y constituyen junto a limos microlaminados los intervalos d y e. La proporción arenisca/lutita es muy variable en los distintos tramos del miembro, aunque en su conjunto es próxima a 1:10, siendo las areniscas más frecuentes y potentes en la base. La distribución secuencial es bastante aleatoria, no observándose con claridad secuencias "coarsening upward" ni "fining upward".

Por otra parte, pueden observarse estructuras de deslizamiento del tipo "slumping", abundantes bioturbaciones por pistas y burrow en el techo de los niveles areniscosos, algún resto vegetal flotado en la parte superior del miembro y nódulos sideríticos en alguno de los intervalos lutíticos. En la base del miembro existen también depósitos de canaliformes brechoides y microbrechoides de bioclastos y cantos carbonatados de poco espesor.

Interpretamos esta facies como depósitos turbidíticos en sentido amplio que rellenan una depresión constituyendo las facies de cuenca y las partes distales o prodelta de sistemas deltaicos, constituyendo pequeños abanicos. La organización interna de las capas areniscosas y las facies presentes a muro y techo así parecen indicarlo. La existencia de slumping estarían en relación con el carácter sinorogénico de la sedimentación y las pendientes deposicionales propias de estos ambientes.

El progresivo relleno de la cuenca o descenso de la batimetría haría que la parte superior del miembro estaría por encima del nivel medio de acción de ola, movilizándolo el material fino en el techo de las capas arenosas. Este hecho explicaría el carácter neto del techo de algunas capas y su ondulación por ripples de ola. Serían en parte similares a las facies C y D de Mutti y Ricci Lucchi (1972).



Foto 8.- "Groove cast" en la base de una capa areniscosa.



Foto 9.- Intensa bioturbación en el de una capa de areniscas.

C.2.- Se presentan en el miembro superior de la formación, en relación con las facies areniscosas, formando tramos de orden métrico, que representan un alto porcentaje del espesor total del miembro. Las areniscas son bastante cuarcíticas organizándose en capas tabulares de base neta planar con estructuras de arrastre, impacto y flutes e internamente pueden presentar laminación paralela y ripples de corriente en el techo. Son frecuentes las superficies con una intensa bioturbación y los restos vegetales flotados. Las lutitas son oscuras y ocreas con pequeñas intercalaciones limo-arenosas, continuas o discontinuas de ripples. La proporción arenisca/lutita es muy variable aunque los términos finos son por lo general dominantes, llegando a existir tramos superiores a 10 m,

casi exclusivamente lutíticos. El nivel basal del tramo superior está slumpizado, siendo también muy frecuentes en el resto.

Corresponden a desbordamientos laterales, en zonas marginales o entre las acumulaciones areniscosas de las facies areniscosas, tal como parece indicarlo su relación con ellas y las estructuras presentes.

III.1.3. Formación Barruelo

Las facies de esta formación están definidas en base a los datos expuestos en la Serie II para su parte media-inferior y en la serie general para su parte superior. Separamos los siguientes grupos de facies:

II.1.3.A. Areniscas

A.1. Areniscas canaliformes

A.2. Barras

III.1.3.B. Alternancias

III.1.3.C. Lutitas

C.1. Lutitas con raíces

C.2. Lutitas homogéneas

C.3. Lutitas con intercalaciones limo/arenosas.

III.1.3.D. Carbón

III.1.3.E. Calizas

III.1.3.A. Areniscas

A.1. Areniscas canaliformes

Dentro de la sucesión distinguimos 2 tipos de areniscas canaliformes, uno, los canales mareales y, otro, los de origen fluvial. El primero ocupa posiciones medias-superiores, en la sucesión y el segundo la parte más alta de la misma.

A.1.1. Canales mareales.- Están constituidos por areniscas litareníticas de grano fino y muy fino en capas de espesores comprendidos entre 0,25 m y 1,20 m. Lateralmente sufren variaciones de espesor. Su base es ligeramente cóncava y poco erosiva, en la que se han encontrado en dos ocasiones "flutes marks". Cantos blandos y fragmentos vegetales gruesos, se disponen en su parte inferior. Su techo es gradacional y en ocasiones está bioturbado por raíces. Son también frecuentes horizontes enrojecidos y con cierto encostramiento. Internamente presentan estratificación cruzada en surco de mediana escala de bajo ángulo con las láminas asintóticas en la base. En ocasiones forman la parte basal de secuencias

estrato decrecientes. Se encuentran asociados a facies de marismas y llanuras mareales mixtas ("mixed flat").

Por otra parte, cabe citar también niveles arenoso-limosos, aislados entre lutitas, con espesores de 0,5 a 1,5 m, con intercalaciones lutíticas. Su morfología es canaliforme, con rápidos acuñamientos laterales, base ligeramente cóncava levemente erosiva, con estratificación cruzada en surco. Cada lámina está separada por un intervalo limoso fino, y presenta laminaciones de ripples, fundamentalmente de ola en su techo. En la Serie V los niveles areniscosos relacionados con las capas de carbón son de este tipo.

Interpretamos esta facies como canales mareales muy planos. Los primeros constituyen secuencias de relleno de canal con facies de desbordamiento en áreas situadas en una llanura mareal mixta, próxima a marismas formando parte de la llanura deltaica superior. Ocasionalmente la presencia de slumping los interpretamos como las márgenes del canal slumpinizados.

El otro tipo presenta caracteres mareales más marcados tales como la existencia de "mud drapes" e interferencia de ripples en el techo de las láminas. Su interpretación debe de corresponder a flujos confinados en pequeños cauces o depresiones muy planas que surcan llanuras mareales fangosas ("mud flat").

A.1.2. Canales fluviales.- Están constituidos por areniscas cuarcíticas y sublitareníticas, en capas gruesas, de 0,5 a 1,5 m de base erosiva y acuñamientos laterales. Internamente se han observado estratificaciones cruzadas en surco de mediana escala. En otras ocasiones, en los niveles más altos de la sucesión, las capas tienen una base conglomerática de cantos cuarcíticos, pizarrosos, de lutitas y de carbón y fragmentos vegetales gruesos; internamente presentan una gradación granodecreciente muy clara hasta arena de grano fino en el techo, con una estratificación cruzada en surco gruesa.



Foto 10.- Arenisca cuarcítica gradada con una base erosiva conglomerática.

pueden presentar laminación flaser y ondulada. Son frecuentes las bioturbaciones, restos vegetales flotados y raíces en algunos horizontes.

Los ambientes más característicos de esta facies son los submareales somero e intermareal, formando parte de la llanura mixta ("mixed flat") o asociado a canales (desbordamientos) y marisma.

III.1.3.C. Lutitas

Representan más del 50% del espesor total, formando, en ocasiones, tramos muy potentes, homogéneos, más abundantes en la parte media e inferior de la formación. Dependiendo de sus características, rasgos estratigráficos y asociación de facies que presentan, separamos los siguientes tipos:

C.1. Lutitas de tonos grisáceos, con bioturbación por raíces. Aparecen en tramos poco potentes, en la parte inferior y media superior en relación con las subfacies A.1, dentro de la Serie II. En otros puntos pueden aparecer en cualquier lugar de la formación, normalmente relacionadas con niveles carbonosos. Pueden presentar pequeñas concentraciones de pirita.

C.2. Son lutitas gris oscuras, homogéneas, con abundantes nódulos sideríticos, dispersos o constituyendo niveles arrosariados. Forman potentes tramos separados por intercalaciones areniscosas lenticulares de escasa importancia. En ocasiones están relacionados con la subfacies A.1. La bioturbación es moderada, y los fragmentos vegetales finos están presentes. Esta subfacies constituye la parte media-inferior de la formación.

C.3. Son lutitas grisáceas y ocreas, con nódulos sideríticos aislados y láminas limolítico-arenosas con microlaminaciones paralela/ondulada y de ripples (de oscilación y corriente), formando intervalos de laminación ondulante y lenticular. La bioturbación y restos vegetales flotados son muy abundantes. En otras ocasiones constituyen tramos de escasa potencia, con abundante bioturbación por pistas y burrow, identificándose el icnogénero *Diplocraterion* (con forma de U, foto 11), relacionadas con las facies de carbón. En ocasiones pueden presentar fauna marina (gasterópodos, braquiópodos, etc.) a techo de los niveles carbonosos.

En general esta facies corresponde a una sedimentación por decantación y muy débiles corrientes tractivas. Representan ambientes

Las estructuras que presentan, así como la evolución general de la sucesión, nos hacen pensar en el carácter fluvial de estos canales. A pesar de ser insuficientes los datos de que disponemos, por la mala calidad de los afloramientos, razones como el rápido relleno que sufrieron estas cuencas, con presencia de relieves próximos en un ambiente deposicional sintectónico con una red fluvial, nos inclinan a asimilarlos a canales trenzados tipo braided.

A.2. Barras

Esta facies se presenta en toda la mitad basal. Constituyen tramos de areniscas de hasta 4 m de espesor o capas aisladas menores a 0,5 m. Son areniscas litareníticas a sublitareníticas, en ocasiones de cuarcitas de grano fino y ocasionamente medio. Las capas, por lo general inferiores a 0,6 cm presentan acuñamientos laterales acusados, y morfologías de base planar y techo convexo ondulado; aparecen amalgamadas, en tramos separados por delgados intervalos lutítico-limosos o aisladas. Internamente presentan laminación cruzada en cuña, con láminas curvadas y sigmoidales, asintóticas a la base, definidas con finos intervalos de decantación. Son también frecuentes las capas muy finas, lenticulares, en ocasiones, con laminaciones de ripples de ola, estructura que muy frecuentemente aparece superpuesta a otras mayores. Las laminaciones onduladas, ripples lingüoides con gran variedad de dirección de migración, restos vegetales flotados y horizontes muy bioturbados también son frecuentes.

En otras ocasiones organizaciones de este tipo se encuentran en facies canaliformes.

Interpretamos esta facies como migración de dunas o megarripples bi y tridimensionales, bien constituyendo llanuras mareales arenosas ("sand flat") o parte de llanuras mareales mixtas ("mud flat") barras o formas de lecho migrando de canales mareales planos. La morfología de las capas y de las láminas, la existencia de "mud drappes" (planos de prensa), la diversidad de orientación de los ripples lingüoides, así como las asociaciones de facies presentes, parece indicarlo.

III.1.3.B. Alternancias

Esta facies tiene un amplio desarrollo en toda la formación. Está constituida por tramos de espesor métrico o menores, y relacionados, por lo general, con las facies I.a. y I.b. En el primer caso las areniscas se ordenan en finas capas tabulares con laminación de ripples en el techo y un intervalo de laminación paralela y en el segundo caso en capas de techo ondulado, lenticulares, con laminación de ripples. Internamente

restringidos de circulación y energía de la llanura mareal fangosa ("mud flat") y zonas de marisma (III.a). La existencia de intervalos con laminación lenticular, presencia de finas láminas arenosas con ripples, niveles con fauna marina (C.3), así como la relación con otros tipos de facies, sugiere que estuvieron sujetos a inundaciones de marea. La subfacies C.1, relacionada con las facies carbonosas, corresponde a áreas con colonización vegetal inter o supramareales.



Foto 11.- Icnogénero *Diplocraterium* en facies lutíticas (C.2).

Por otra parte la presencia de bioturbación, así como la presencia del icnogénero *Diplocraterium* (subfacies C.2), que indica una sedimentación prácticamente al nivel del mar, está en consonancia con esta interpretación.

III.1.3.D. Carbón

Son acumulaciones de materia vegetal sin que se produzca su oxidación, siendo posteriormente macerado. Estan en relación con las facies

lutíticas y especialmente con las C.1. y con los canales mareales (A.1.1.). Su desarrollo se produce en llanuras mareales altas o marismas ("tidal-marsh"), en ocasiones relacionados con zonas de relleno y abandono de canal mareal. El carácter impuro de los carbones y su alto contenido en azufre esta de acuerdo con esta interpretación.

III.1.3.E. Calizas

Son muy escasas en toda la formación, habiendo reconocido solamente 2 niveles, uno a techo de la capa basal de carbón, en la Serie V (explotación a cielo abierto) y otro al W. del "Canto de la Lomba"; en ambos casos su espesor es muy reducido, no sobrepasando los 0,60 m en el primero y los 30-40 cm en el segundo. Por otra parte su continuidad lateral es escasa, con frecuentes cambios de espesor. Constituyen pequeños parches carbonatados, aislados entre sí, en los que las algas del tipo *Girvanella* jugaron un papel importante en el desarrollo de los mismos. En ocasiones constituyen bafflestones de algas, con abundante fango, existiendo también acumulaciones bioclásticas bien cementadas y acumulaciones lumaquéllicas con matriz fangosa. Los fósiles y bioclastos más abundantes además de las algas calcáreas son los braquiópodos, crinoideos, foraminíferos, crinoideos, espongiarios, gasterópodos y lamelibranquios.

Representan etapas de colonización carbonatada incipiente en áreas submareales muy someras, laterales a los aportes terrígenos; o bien, correspondientes a pequeñas esporádicas etapas transgresivas, poco importantes, en áreas colonizadas por vegetación (marismas).

IV.- TECTONICA

El área objeto de estudio se sitúa en la Región del Pisuerga-Carrión (Julivert, 1971), o Unidad del Pisuerga-Carrión (Rodríguez Fernández y Heredia, 1987)(UPC), la más oriental de la Zona Cantábrica, y constituye desde un punto de vista tectónico la cuenca de antepaís ("Foreland Basin") de la cadena hercínica. La deformación se caracteriza por haberse producido en condiciones relativamente superficiales, con un predominio de la tectónica tangencial donde las estructuras más importantes son los mantos y los pliegues genéticamente relacionados con éstos (Alastida et al., 1984). No obstante y aunque no afecta al área de estudio, el gradiente metamórfico de la Cuenca de La Pernía es más elevado que en el resto de la Zona Cantábrica, encontrándose también en esta región una apreciable cantidad de cuerpos plutónicos tardihercínicos emplazados a través de grandes fracturas (Rodríguez Fernández et al., 1986).

Dado que existen ya numerosos trabajos sobre la tectónica regional de la UPC (Alonso y Rodríguez Fernández, 1983, Rodríguez Fernández et al., 1986 y Rodríguez Fernández y Heredia, 1988), donde se localiza la zona estudiada, nos limitaremos a describir aspectos específicos del área cartografiada.

La sucesión estratigráfica carbonífera presente, ha sido afectada por las orogénesis Hercínica y Alpina, respectivamente. La primera produjo una deformación más intensa y configura la estructura general, mientras que la segunda modifica o retoca la anterior, produciéndose en muchos casos por la reactivación de accidentes tectónicos hercínicos.

IV.1. TECTONICA HERCINICA

Como estructura más importante hay que citar al sinclinal de Santa María de Redondo, que posee una morfología compleja. El hecho de plegar a una sucesión con 2 discordancias, localmente angulares, hace que la traza del eje se desplace y la morfología del pliegue varíe, dependiendo de la unidad litoestratigráfica tenida en cuenta. Su morfología se ve también modificada por la acción de fallas inversas tardihercínicas o Alpinas que invierten buena parte de su flanco oriental.

Si tenemos en cuenta el conjunto litoestratigráfico más alto, constituido por el miembro superior de la Formación Brañosa y la Formación Barruelo, el sinclinal presenta una charnela única; la traza de su eje y su morfología es claramente asimétrica con el flanco oriental más tendido y plano axial ligeramente inclinado hacia el SW.

Por otra parte, si tenemos en cuenta las unidades inferiores el pliegue, tiene una morfología más compleja, con charnela múltiple, teniendo las trazas de los ejes orientaciones NNW-SSE y NNE-SSW, con un ligero desplazamiento de la unidad inferior a la intermedia tal como puede verse en la cartografía.

El flanco occidental está cabalgado parcialmente en la mayor parte de su trazado.

Cabe también destacar la presencia de un anticlinal en el flanco occidental que pudiera estar relacionado con el emplazamiento de alguno de los cabalgamientos.

En el borde suroccidental del plano destaca la presencia de un sinclinal tumbado cuya traza del eje tiene una dirección NW-SE, incliniéndose su plano axial hacia el SW, quedando cortado en su prolongación meridional por un cabalgamiento. Se puede observar que la zona de charnela coincide con el brusco acuñaamiento del paquete calcáreo que forma su núcleo.

Los cabalgamientos tienen quizá una importancia regional mayor que los pliegues y probablemente ambos esten relacionados genéticamente. En la cartografía puede verse un conjunto de 4 cabalgamientos de trazado NW-SE que confluyen en una única superficie de despegue, fuera ya del

área cartografiada de la cartografía. Tanto este hecho como su morfología nos hacen pensar que en su conjunto constituyen un "duplex" o apilamiento de escamas.

Los cabalgamientos más importantes, son respectivamente el más occidental, y el 2º más oriental, que en trabajos publicados anteriores se describen sin más precisiones como fallas regionales: "Tremaya Fault" y "Redondo Fault", respectivamente (Van de Graaff, 1971).

Como estructuras directamente relacionadas con ellos cabe citar la presencia de numerosos pliegues menores ("pliegues de arrastre") en el alóctono relativo, próximos a la superficie de cabalgamiento de los mismos; destacando los existentes en el sector occidental, al Oeste del "Val de Bermuda" y en general los relacionados con el cabalgamiento más nororiental.

Por otra parte existen pequeños trenes de pliegues en otras localidades como por ejemplo, al E. del pueblo de Santa María de Redondo, que pueden estar relacionados con algunas fracturas de trazado E-W visibles en cartografía.

Un problema no enteramente resuelto en cartografía corresponde a la disposición replegada de los niveles areniscos gruesos en la mitad inferior del miembro intermedio de la Formación Brañosera. Este hecho puede corresponder a megaslumping de dichos niveles areniscos, o bien a que dicho contacto sea una superficie de despegue entre los dos conjuntos litoestratigráficos.

IV.2. TECTONICA ALPINA

Su influencia más importante corresponde a la inversión de gran parte del flanco oriental del Sinclinal de Redondo, tal como puede verse en los cortes realizados. Los buzamientos oscilan entre 20° (en las proximidades de "Cascaja del Oso") y 70°; siendo el buzamiento medio de 40-50°; siempre en posición invertida. Los buzamientos en el otro flanco (serie normal) oscilan entre los subverticales a 35-40°. La separación entre serie normal y serie invertida está definida por una falla subvertical, de trazado aproximado N-S, de escaso desplazamiento. Su origen pudiera estar relacionado con la existencia de un conjunto de fracturas inversas de trazado NW-SW, situada ligeramente al NE de la zona cartografiada. El rejuego alpino que sufrieron estas fallas, pudo ser la causa de este hecho. La orientación del Sinclinal de Redondo hizo que solo se viera afectado en esa parte.

Por otro lado, pudo haberse producido también en esta época el reapretamiento de los sinclinales.

IV.3. DISCORDANCIAS

Regionalmente y en el período de tiempo que comprende la sucesión carbonífera estudiada se ha descrito la Discordancia Leónica, situada en la base del Westfaliense D superior - Cantabriense. En el sinclinal de Redondo, esta discordancia estaría marcada por la base de la Formación Brañosa, que separa las formaciones Westfalienses (Vañes, Covarres, Rozo y Ojosa) de las Cantabrienses (Brañosa y Barruelo).

Así mismo, se ha cartografiado, al menos, una nueva discordancia intraformacional en la Formación Brañosa, que separa el miembro 29 del 30, y es bien visible en el corte A-A'.

Alonso y Rodríguez Fernández (1983), y Rodríguez-Fernández y Heredia (1987), consideran que las discordancias de índole regional descritas en la UPC no tienen un carácter tan generalizado, siendo normalmente de tipo progresivo y apareciendo un mayor número de ellas de importancia y área de influencia muy localizada. Estas discordancias suelen estar relacionadas con el emplazamiento de determinadas unidades alóctonas (mantos) en el caso de las más importantes; o bien, con el rejuego de estructuras más pequeñas (pliegues o fallas), lo que condicionará a su vez, la magnitud de estas. En todos los casos se desprende una contemporaneidad entre la actividad tectónica y la sedimentación; típica esta de cuencas de Antepais o "Foreland Basín".

La Discordancia Leónica y la encontrada en la realización de este trabajo, podrían, en este contexto, estar relacionadas con el emplazamiento del cabalgamiento que limita al sinclinal por el Oeste, o con algún otro situado aún más occidental (cabalgamiento de la Pernía), tal como describen Rodríguez-Fernández y Heredia (1987).

V.- MINERIA

V.1. HISTORIA MINERA

Los antecedentes mineros señalan la existencia de una actividad más o menos continuada desde finales del siglo pasado o principios de este, siempre en minería de montaña, con una única excepción de explotación a cielo abierto durante un corto período de tiempo, en los años 80 al N. de Santa María de Redondo.

El tipo de explotaciones ha correspondido a pequeñas empresas, poco mecanizadas y con el sistema clásico de explotación por testereros y, en general, con abandono y posterior hundimiento de los macizos ya beneficiados, entibándose los talleres de arranque con madera y las galerías generales con cuadros de madera y metálicos. Dichas galerías generales, en su casi totalidad, avanzan sobre capa.

Toda la actividad minera se localiza en el flanco oriental del Sinclinal de Redondo, y todas las labores extractivas están centradas sobre dos capas (Grupo Redondo) con una potencia media de 0,70 m y 1,00 m, respectivamente, conocidas localmente, de muro a techo, como la 2ª y la 1ª.

En 1953 Nederlof, en su estudio "La cuenca carbonífera del Río Pisuerga" cita la existencia de tres minas en producción durante aquella época en la cuenca de Redondo, realizando la siguiente descripción de cada una de ellas:

- Mina "El Olvido": Situada a unos 1.000 m de Santa María de Redondo, en la ribera meridional del Río Pisuerga. Las capas se presentan volcadas, con buzamientos de 25 a 45º al E. De las dos capas reconocidas se explota la 2ª, con 0,80 m de potencia media y de calidad "semiantracítica". Hay dos galerías a cotas 1.220 m, 1.150 m, unidas por un plano inclinado interior y otra a 1.207 m, siendo la longitud de ellas de varios cientos de metros.

- Mina "Matasocarrera": Situada frente a la anterior, en la ribera septentrional del Río Pisuerga. Las capas aparecen invertidas, buzando al E 45º. La capa 2ª ha sido ya explotada y se trabaja sobre la capa 1ª, con 0,70 m de espesor, que aparece con intercalaciones de estériles de hasta 0,30 m, siendo la separación entre ambas capas de 15 m. La galería de explotación está situada a cota 1.245 m, existiendo unos 800 m. de galerías.

- Mina "Monteabismo": Actualmente en actividad, está situada a unos 1.250 m al N. de Santa María de Redondo, en la ribera septentrional del arroyo de Bulero, cuyo curso en esta zona marca el cambio de buzamiento de las capas de carbón. Las galerías siguen las capas del Grupo Redondo que "yacen" a una distancia estratigráfica de 20 m y que emboquillan a cotas de 1.225 m y 1.255 m, distanciadas entre sí unos 400 m.

Además de estas explotaciones, Nederlof cita la existencia de una mina ya abandonada ("Mina del Carmen") situada en la "proa" del sinclinal de Redondo, en la cual, existían tres boca-minas a cotas de 1.400 m, 1.437 m y 1.443 m, con una longitud total de galerías de unos 800 m. En esta zona, que coincide con el cierre periclinal norte del sinclinal, a principios de los años 80, se realizaron trabajos de explotación a cielo abierto en las capas del grupo Redondo a lo largo de unos 400 m, como puede verse en la foto 12.



Foto 12.- Explotación a cielo abierto en el sector N. de la cartografía.

Estas mismas capas se atacaron también con 2 transversales a cotas de 1.356 m, 1200 m, que denominaron piso 3º y piso 2º respectivamente, situados entre las explotaciones actuales y las de cielo abierto.

Durante el desarrollo del presente trabajo se intentaron reconocer las labores antiguas, lo cual resultó imposible dado que todas ellas se encontraban hundidas, y donde tan solo las antiguas escombreras y restos de edificaciones eran señales de ellas.

V.2. CAPAS DE CARBON

El "productivo" de la cuenca estudiada constituye el núcleo del Sinclinal de Redondo, en el cual como se puede ver en el mapa geológico-minero y en los cortes geológicos presentados, existen 5 capas de carbón, de las cuales, como ya se ha dicho, las dos más bajas han sido beneficiadas, estableciéndose en la de muro el límite entre la Formación Brañosa y la Formación Barruelo. La explotación minera siempre se ha centrado en el flanco oriental del sinclinal.

Además existen un número de carboneros, cuya posición estratigráfica viene representada en las columnas levantadas.

Para la realización de este estudio, hemos podido contar con los datos aportados por la empresa explotadora, entre los que se encuentra un informe de índole privado, realizado por García (1981), que a partir de los datos obtenidos en mina y en calicatas, sobre las capas A y B (en número de 21), y situados sobre la charnela y flanco occidental de la estructura, definen la evolución y características de los carbones.

De muro a techo aparecen las capas de carbón siguientes:

- **Capa A o Capa 2a** (denominación de mina).- En el flanco oriental del sinclinal, en el área de explotación actual y de S. a N., presenta las siguientes características:

En el Piso 1º a 200 m de la bocamina, tiene una potencia de capa de 0,80 m con un estéril de 0,50 m a muro; a 1.200 m de la bocamina, en la misma planta, la potencia es de 1 m con un estéril en el centro. En el transversal de la bocamina del piso 3º 0,90 m de potencia con 45% de cenizas. A 300 m hacia el N, a partir de la bocamina del piso 3º, la capa A tiene una potencia de 0,80 m (0,45 m de carbón a muro y el resto lutitas carbonosas). En la explotación a "cielo abierto" potencia media 0,80 m y un porcentaje de cenizas sobre el 40%.

En el flanco occidental, a partir del cielo abierto hacia el sur los datos obtenidos sobre 6 zanjas, en una corrida de 100 m, varían

desde potencias de 1,05 m con 25,3% de cenizas para los primeros, a 0,23 m de potencia con 56% de cenizas en la 5ª, y sin resultados en la zanja nº 6.

-Capa B o capa 1ª (denominación de mina).- En el ámbito de la explotación (rama oriental del sinclinal), a partir de las bocaminas de los pisos 1º y 2º y en corridas hacia el N. de 1.300 m en el piso 1º y 1.500 m en el 2º, la potencia de la capa varía entre 1,5 m y 2,00 m con un porcentaje de cenizas entre el 30% y el 45%.

En la explotación a "cielo abierto" la potencia es del orden de 1,00 m con 45% de cenizas.

En el flanco occidental la potencia de la capa B, a partir de la información aportada por una zanja, sería menor de 0,20 m.

- Capa C.- Esta capa no ha sido explotada nunca y ha sido reconocida en superficie mediante 15 calicatas en un recorrido de 550 m. Los datos aportados por las calicatas indican que se trata de una capa de poco interés con potencias por debajo de 0,50 m y un 30% de cenizas como media.

- Capa D.- Fue reconocida en el flanco occidental del sinclinal de Redondo durante la realización de los trabajos de campo (zanjas) de este proyecto. Estas obras dieron oportunidad de detectar la existencia de una capa de carbón con 1,50 m de potencia máxima y 30% de cenizas como media, con un reconocimiento parcial por calicatas de al menos 100 m de corrida (fig. 5).

-Capa E.- Corresponde a un carbonero, a techo y muy próximo a la capa anterior, cortado en la zanja principal; pero que hacia el sur alcanza potencias de 0.25 a 0.6 m, por lo que puede ser interesante un mayor reconocimiento de la misma. Hasta ahora se tienen pocos datos de ella, por lo que no aparece representada en la cartografía.

- Capa F.- Esta capa se caracteriza por tener a muro un nivel potente y continuo de areniscas. La traza de dicho banco dibuja claramente la zona de charnela y el flanco oriental del sinclinal de Redondo. En esta capa es citada por varios autores la existencia de una cinerita. Sobre ella, existen dos labores de reconocimiento o explotación, una junto al cementerio de Santa María de Redondo y la otra más al N, donde se aprecia una pequeña escombrera. Por los datos recogidos, la capa es de escasa entidad, con escasa potencia y un alto contenido en cenizas.

Al SE. de Santa María de Redondo, se han reconocido tres indicios de carbón, uno de los cuales está situado en el paraje "Las Llanas"

perteneciente a la Formación Baruelo, y coincide en un área fuertemente tectonizada por lo cual su interés minero es mínimo.

En la zona meridional del área de estudio, se aprecian labores antiguas, con pequeñas escombreras, siendo probable que dichas explotaciones se hayan beneficiado de las capas basales (A y B) de la Formación Baruelo. En esta zona existe una amplia mancha forestal y una topografía muy abrupta, lo que ha dificultado en gran medida el estudio y seguimiento de las mismas.

Por otra parte, en el borde suroriental del mapa se pueden observar 2 niveles carbonosos, uno dentro del miembro superior de la Formación Brañosera, cuya escasa potencia, baja calidad, y difícil acceso hacen que su interés económico sea nulo. El segundo corresponde a un carbonero de unos 20 cm. de potencia, que dada la complicación tectónica y la falta de afloramientos, resulta difícil asignarle a una unidad estratigráfica determinada. En nuestra opinión la interpretamos como correspondiente a la Formación Vañes.

V.3. PANORAMA MINERO

Como ya se ha señalado, la única explotación existente en la actualidad es la mina "Monteabismo", de la Empresa Antracitas de Monteabismo S.A., ubicada en el flanco occidental del Sinclinal de Redondo al NE. del arroyo de Bulero. En ella se desarrollan labores de preparación y explotación de forma continuada. El beneficio minero se hace sobre dos capas del Paquete Redondo (capas A y B), dentro de la Formación Barruelo.

Actualmente, la explotación se centra fundamentalmente sobre la capa B o "capa Primera" (término local), que corresponde a la situada a techo del paquete minero. La mina consta de una galería guiada sobre la capa B, a 1.250 m de cota, denominada piso 1º; y de un pozo plano de extracción realizado a mediados de los años 80, situado a pié del arroyo de Bulero, a la misma cota que la galería y que emboquilla a muro de las dos capas de carbón. Este plano inclinado tiene una dirección E-O, 160 m de longitud y 25º de inclinación, lo que supone 67 m de diferencia de cota. Al final del mismo existe un transversal hasta la capa B, que se guía en galería, con recortes hasta la capa A.

La explotación cuenta con unos 20 trabajadores obteniendo unos buenos rendimientos, pero dado los altos contenidos en cenizas, entre 30% y 45%, y en azufre, de este paquete, la empresa mezcla estos carbones con otros de contenidos más bajos. En este sentido la capa D, con unos valores menos elevados, sobre todo en azufre, pudiera resultar muy interesante su cuantificación y seguimiento, tanto lateral como vertical, para una futura explotación.

En un futuro próximo, la empresa tiene proyectado abrir nuevos campos de explotación, realizando una reprofundización del plano inclinado, alargándolo unos 160 m. Actualmente el bombeo de agua en el interior de la mina representa un costo muy elevado, llegando a alcanzar valores máximos de unos 80 m³/h en determinadas épocas del año. Esta

infiltración es debida a que el pozo plano esta cortado por la falla que produce la inversión del flanco oriental del sinclinal, marcado en este área por el curso del arroyo Bulero.

La nueva obra plantea un serio problema ante el riesgo de un aumento significativo de la cantidad de agua infiltrada, hecho este que está retrasando el inicio de la obra. En nuestra opinión, dadas las características hidrogeológicas de la zona y la situación de las nuevas labores proyectadas respecto a la falla, no parece probable que los aumentos en la cantidad de agua infiltrada vayan a ser lo suficientemente importantes como para que la reprofundización sea inviable; ya que la zona o vía de infiltración, cortada en el pozo plano actual, seguirá siendo la misma, no produciendo la nueva obra ninguna modificación en este sentido.

V.4. OBRAS REALIZADAS

Se ha determinado por los estudios previos realizados (cartografía geológico-minera y levantamiento de series estratigráficas, fundamentalmente) que el interés minero, se localiza en la Formación Barruelo, y más concretamente, en la parte más interna del Sinclinal de Redondo. Dado que su flanco oriental estaba suficientemente reconocido por los datos obtenidos de las explotaciones mineras, se decidió que el interés de la investigación estaba en reconocer el flanco occidental de la estructura, para poder determinar si la falta de "historial minero" se debía a un acuñaamiento de las capas de carbón (A y B) objeto de las explotaciones, o por causas tectónicas que hayan cobijado al "productivo" de la Formación Barruelo bajo formaciones pre-existentes. Además se pretendía conocer la posible existencia de otros pasos de carbón, a techo de los ya conocidos y poder así conocer su posición en la serie, así como determinar también sus características (potencia, cenizas, contenido en azufre, etc.).

Con estos antecedentes se proyectó la realización de una zanja de más 800 m de longitud y de dirección aproximada E-W., desde el miembro superior de la Formación Brañosa hasta los niveles superiores de la Formación Barruelo.

La obra se hizo con máquina retro-excavadora. Por problemas de recubrimiento en el fondo de valle hubo que desplazar hacia el N. la parte de la zanja que discurría sobre esa zona. Por la dificultad en la obtención de permisos en el tramo más oriental, la zanja no fue todo lo extensa que en un principio se había proyectado, quedando un área potencialmente interesante sin poder reconocerse.

Al ser localizada la capa D, con 1,50 m de caja, se realizaron 4 pequeñas zanjas sobre dicha capa, una a 50 m al N. y las otras dos a 30 y 65 m al S., con la finalidad de poder determinar su continuidad lateral. Así mismo, se tomaron 3 muestras para poder determinar sus características. En la fig. 5, se puede observar los resultados obtenidos: La capa D perdió rápidamente potencia hacia el S., no cortándose en la zanja más meridional; mientras que hacia el N. su potencia era de 0.65

m. A techo de esta capa se cortó en la zanja principal un pequeño carbonero de escasos centímetros que hacia el sur aumentó su potencia hasta 0.60 m. de caja y 0.25 de buen carbón. El reconocimiento en detalle de la evolución de estas dos capas, tanto lateral como vertical es un tema que puede resultar muy interesante y que a nuestro juicio debe de ser abordado por las personas propietarias de la concesión minera.

A partir de la serie levantada sobre la zanja, en la que no se han cortado las capas A, B y C, reconocidas en el otro flanco y en la charnela y del estudio cartográfico del flanco objeto de la investigación, parece existir una progresiva acuñación de dichas capas.

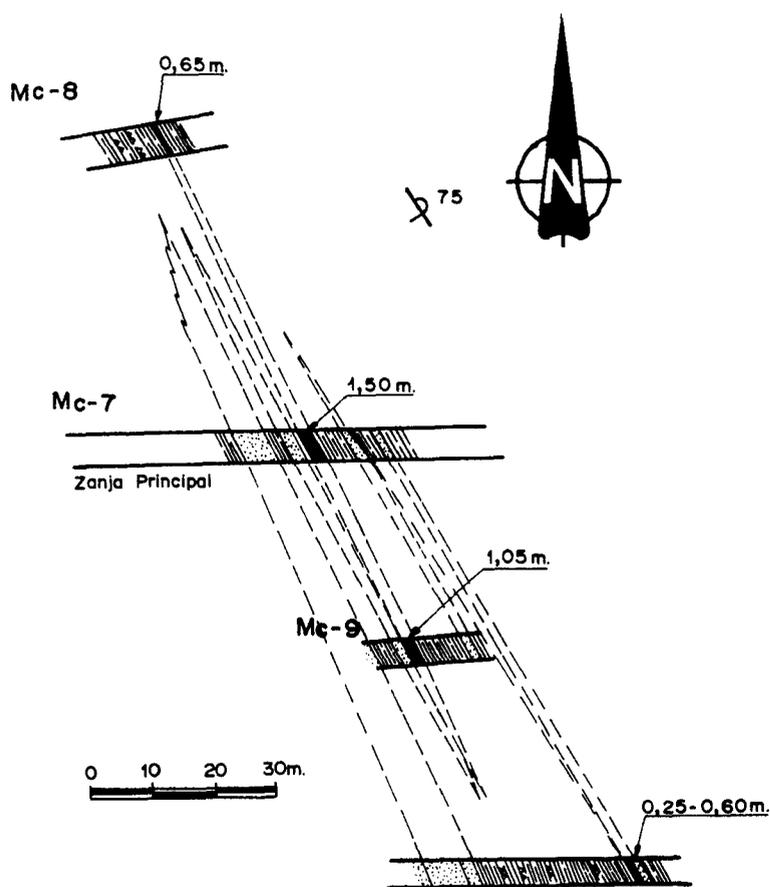


Fig. 5.- Distribución de las calicatas de reconocimiento de las Capas D y E.

V.5. ANALISIS DE LOS CARBONES

Se realizaron análisis químicos sobre un total de 9 muestras, determinándose los parámetros siguientes: humedad, cenizas, volátiles, carbono fijo, poder calorífico superior y azufre.

Estos análisis han sido realizados por el servicio de laboratorios de ENADIMSA, obteniéndose los siguientes resultados:

Muestra Mc-1 Correspondiente a la capa A, denominada en mina como capa 2ª. Ha sido tomada en el área de "cielo abierto" con lo cual su valor en humedad está alterado a la baja.

Análisis químico sobre muestra seca

Humedad	1,08
Cenizas	12,94
Volátiles	10,79
Carbono fijo	76,27
P.C.S.	70,77
Azufre	3,90

Muestra Mc-2 Muestra tomada en el "cielo abierto" sobre carbonero de 0,35 m a techo de la capa A.

Análisis químico sobre muestra seca

Humedad	1,44
Cenizas	60,96
Volátiles	11,38
Carbono fijo	27,66
P.C.S.	24,60
Azufre	3,95

Muestra Mc-3 Corresponde a la capa B, denominada en mina como capa primera. Ha sido tomada en el "cielo abierto".

Análisis químico sobre muestra seca

Humedad	1,23
Cenizas	20,63
Volátiles	9,34
Carbono fijo	70,03
P.C.S.	64,05
Azufre	2,70

Muestra Mc-4 Corresponde a la capa A, tomada en la mina Monteabismo.

Análisis químico sobre muestra seca

Humedad	0,92
Cenizas	51,98
Volátiles	10,80
Carbono fijo	37,22
P.C.S.	34,98
Azufre	3,92

Muestra Mc-5 Corresponde a la capa B, tomada en la mina Monteabismo, a bocamina.

Análisis químico sobre muestra seca

Humedad	0,46
Cenizas	27,52
Volátiles	10,06
Carbono fijo	62,42
P.C.S.	59,93
Azufre	2,60

Muestra Mc-6 Muestra sobre la capa B, tomada en la mina Monteabismo a 700 m al N. de la muestra nº 5.

Análisis químico sobre muestra seca

Humedad	1,58
Cenizas	21,55
Volátiles	12,32
Carbono fijo	66,13
P.C.S.	63,54
Azufre	3,34

Muestra Mc-7 Correspondiente a la denominada capa D, tomada sobre la zanja principal.

Análisis químico sobre muestra seca

Humedad	9,00
Cenizas	28,86
Volátiles	27,44
Carbono fijo	43,70
P.C.S.	44,78
Azufre	0,10

Muestra Mc-8 Correspondiente a la capa D, al N. de la M-7.

Análisis químico sobre muestra seca

Humedad	7,39
Cenizas	32,37
Volátiles	26,82
Carbono fijo	40,81
P.C.S.	41,62
Azufre	0,02

Muestra Mc-9 Muestra tomada sobre la capa D, al S. de M-7.

Análisis químico sobre muestra seca

Humedad	15,81
Cenizas	28,46
Volátiles	34,32
Carbono fijo	37,12
P.C.S.	41,83
Azufre	0,01

VI. PALEOGEOGRAFIA

VI.1. ESTUDIO DE PALEOCORRIENTES

En total se han medido un total de 91 paleocorrientes, en su mayor parte en las formaciones Brañosa y Barruelo, correspondiendo el resto al miembro detrítico intermedio de la Formación Covarres y a la parte superior de los materiales asimilados a las formaciones Rozo/Ojosa o Verdeña/San Salvador. Su localización puede observarse en las columnas estratigráficas o bien en el esquema de la figura 6.

Por lo general las estructuras medidas son lineales, principalmente flutes cast, prod y groove cast, indicando en buena parte de ellas dirección y sentido. Un grupo reducido se han medido bien en alguna estratificación cruzada (areniscas superiores de la Formación Barruelo) o bien surcos erosivos.

De su estudio podemos realizar las siguientes precisiones:

1. Como puede observarse en la Serie-I se han realizado 3 medidas, una en un surco canaliforme que indica una dirección 350º-170º; y 2 en estrías en la base de una capa, que señalan una dirección 20º-200º. A pesar de los escasísimos datos de que disponemos, pero teniendo también en cuenta los recogidos por los otros autores para estos materiales, Nederlof (1960) y Van de Graaff (1971), en otros puntos de la Cuenca de La Pernía, consideramos que los aportes procedían de áreas situadas al S., depositándose en un abanico de dispersión N.350º-N.20º.
2. En los materiales asimilables a las formaciones Rozo y Ojosa se han podido realizar, en un punto (Serie IV), 6 medidas en estructuras de muro (flutes y estrías), dando un sentido de aporte hacia el NW. (300º-350º).

3. Dentro de la Formación Brañosera es donde se ha realizado un mayor número de medidas como puede verse en las Series II y III, indicándose su distribución también en la fig. 6.

En el miembro 2 se han recogido 27 medidas, todas ellas en estructuras de muro de las capas, fundamentalmente "prod cast" y "bounce cast". De ellas sacamos la conclusión que los aportes de materiales se dirigían hacia el NW., N. y NE. con un abanico de dispersión que va desde N.290º a N.50º; siendo el sector medio hacia el NNW. (N.340º).

En el miembro superior (3) se han realizado un total de 30 medidas, la mayor parte de ellas en estrías, indicando sentido de aportes hacia el NNW, con un abanico de dispersión de N.300º a N.355º. Por otra parte se han medido flutes en 3 capas con sentidos de aporte medio hacia N.350º.

En capas delgadas ("thin beds") asociadas a otras más potentes a las que se referían las medidas anteriores y que interpretamos como consecuencia de los desbordamientos laterales de los aportes principales, se han medido paleocorrientes más o menos perpendiculares a las primeras.

4. En la Formación Barruelo solo se han podido tomar 25 medidas. Las más significativas corresponden a flutes en las capas areniscosas superiores a la 3ª capa de carbón en las proximidades de Santa María de Redondo que dan un sentido de aporte hacia el E. (N. 80º-90º).

En niveles ligeramente superiores se han medido dirección de crestas de ripples con valores que oscilan entre N.141º-321º a N.100º-340º, observándose en alguno de ellos un sentido de aporte hacia el N.330º, N.340º.

Por último en los niveles areniscosos superiores se han tomado 8 medidas en ejes de surcos y estratificaciones cruzadas, que señalan direcciones aproximadamente N-S, pudiendo apreciarse en las estratificaciones cruzadas sentidos de aporte hacia el N.

En resumen y como conclusión, podemos decir que en este área los aportes sedimentarios provenían de áreas situadas al S. y dispersándose en un abanico que oscilaba entre N.90º a N.270º, al menos, para el intervalo Westfaliense D - Estefaniense A.

Por otra parte, tenemos que decir que estamos en desacuerdo con algunos de los datos publicados por Nederlof en 1960, sobre todo los que conciernen a los materiales asimilables al miembro superior de la Formación Brañosera y a la Formación Barruelo.

DISTRIBUCION DE PALEOCORRIENTES

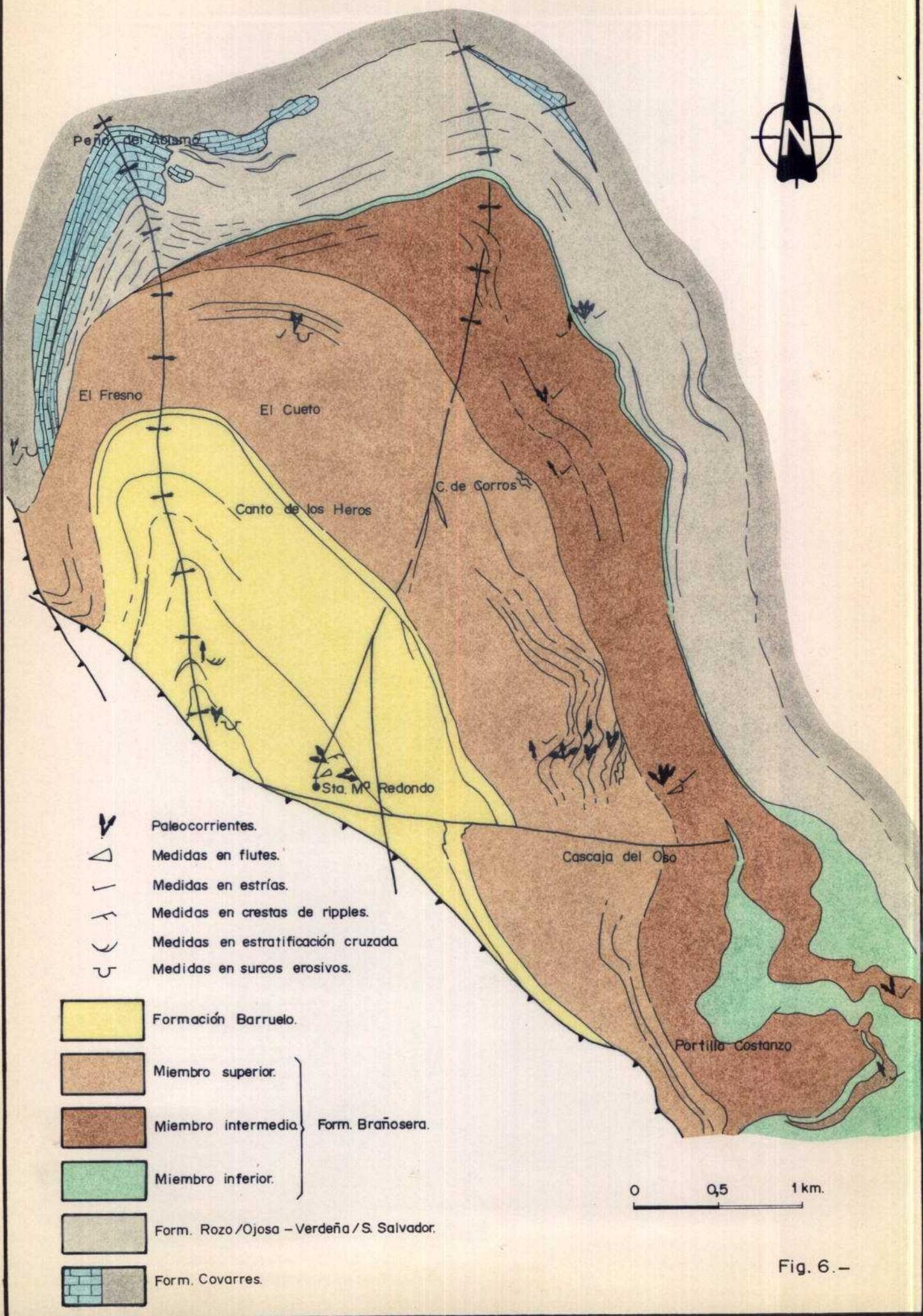


Fig. 6.-

VI.2. EVOLUCION DE LAS FORMACIONES Y MODELO SEDIMENTARIO

De acuerdo con el capítulo anterior de descripción e interpretación de facies y los datos bibliográficos de que disponemos, en especial para los materiales Westfalienses, podemos realizar las siguientes precisiones del ambiente deposicional para las distintas formaciones.

La Formación Covarres, la más antigua del área estudiada, y según la interpretación realizada por Van de Graaff, correspondería a las partes distales de prodelta y plataforma de sistemas deltáicos destructivos dominados por la acción del oleaje, que progradarían desde el suroeste al noroeste. En este sector nororiental (área de Redondo) se formaron depósitos marinos con calizas, produciéndose posteriormente movimientos tectónicos que dieron lugar a importantes slumps y roturas de las plataformas carbonatadas con rápidas transiciones laterales, dando lugar a depósitos de talud y borde carbonatado.

Las formaciones Brañósera y Barruelo, como ya se dijo en capítulos anteriores, constituyen un proceso de somerización. El modelo tectónico supuesto condiciona el tipo y la morfología de la cuenca sedimentaria, de la misma forma que el relleno de ésta, también está condicionado por el carácter sinorogénico de la sedimentación. El miembro inferior de la Formación Brañósera es el producto de un sismoevento múltiple, consecuencia, tal vez, del emplazamiento de un manto y representa la ruptura o erosión de las plataformas situadas en zonas más meridionales, tal como indican las paleocorrientes; siendo por lo tanto, el comienzo o la primera etapa de relleno de un surco o cuenca sedimentaria del tipo "foreland". Corresponde pues, a una línea tiempo que marca el comienzo de una nueva secuencia deposicional. La morfología de este miembro, con espesores muy potentes hacia el SE. y adelgazamiento hacia el N., así como su organización interna, indican también aportes desde el S. SW. y SE.

El miembro intermedio de la Formación Brañósera, con una organización interna turbidítica, representa la continuación o segunda etapa del relleno, con áreas fuente situadas también en zonas meridionales. La

El límite entre el miembro intermedio B y el superior C de esta formación es cartográficamente problemático. Por una parte el carácter discordante angular que presenta, y por otra parte la existencia de abundantes estructuras de deslizamiento (slumpings), tanto a pequeña como a gran escala, generalizados, supone una importante discontinuidad en la sucesión carbonífera que marcaría el comienzo de una nueva secuencia en el sentido de Vail et al.(1977). Por todo ello, en nuestra opinión, este límite debería de marcar la separación entre las dos formaciones, quedando restringida la Formación Brañósera al miembro olistolítico y al turbidítico. No obstante, el proceso sedimentario de relleno o somerización desde la basal, hasta el techo de la superior (Fm. Barruelo) parece ser uno solo, sin interrupciones.

Nuestra hipótesis supone a este tramo como perteneciente al frente deltaico de un sistema con dominio mareal. Dada la morfología de este tipo de cuencas, con escasa extensión, la progradación deltaica se produciría directamente sobre las facies turbidíticas de cuenca, originándose gran cantidad de estructuras de deslizamiento, propiciadas también por la existencia de una tectónica activa sinsedimentaria, que produciría pendientes depósicionales altas, y por una velocidad de sedimentación elevada.

Este miembro forma en su conjunto, una secuencia "coarsening upward". Las areniscas gruesas de su parte basal, serían asimilables a los cordones arenosos mareales de mar abierto (offshore-tidal sand ridges) pertenecientes al frente deltaico de sistemas con dominio mareal, tal como se han descrito en el delta del golfo de Papúa (Fisher, et al., 1969), o el delta del Klang (Coleman y Wright, 1975). En este caso el frente deltaico representaría un talud que diferenciaría zonas dentro de una misma cuenca sedimentaria. El resto del miembro marcaría el paso a ambientes influenciados por una dinámica mareal, y correspondería a ambientes de llanura deltaica inferior.

En resumen, podemos decir que corresponde a una zona de tránsito entre las facies del prodelta o plataforma marina abierta (miembro A) y las facies superiores de la llanura deltaica influenciada por una dinámica mareal.

El retrabajamiento que estos ambientes pudieron realizar sobre el sedimento pueden ser la causa del carácter protocuarcítico de las areniscas que forman este miembro, y no la única existencia de áreas madre cuarcíticas.

La Formación Barruelo representaría -exceptuando sus niveles más superiores- la llanura deltaica. En ella se pueden distinguir llanuras mareales fangosas, mixtas, algunos niveles de barras y sistemas de dunas y megaripples constituyendo llanuras mareales arenosas y pequeños

presencia de ripples de ola, en su parte superior, en cierta medida indica la progresiva somerización del depósito. La interpretación ambiental correspondería a facies de cuenca marina, pudiendo considerarse también como la zona de Prodelta del sistema deposicional superior.

**MODELO SEDIMENTARIO
FM. BRAÑOSERA Y BARRUELO**

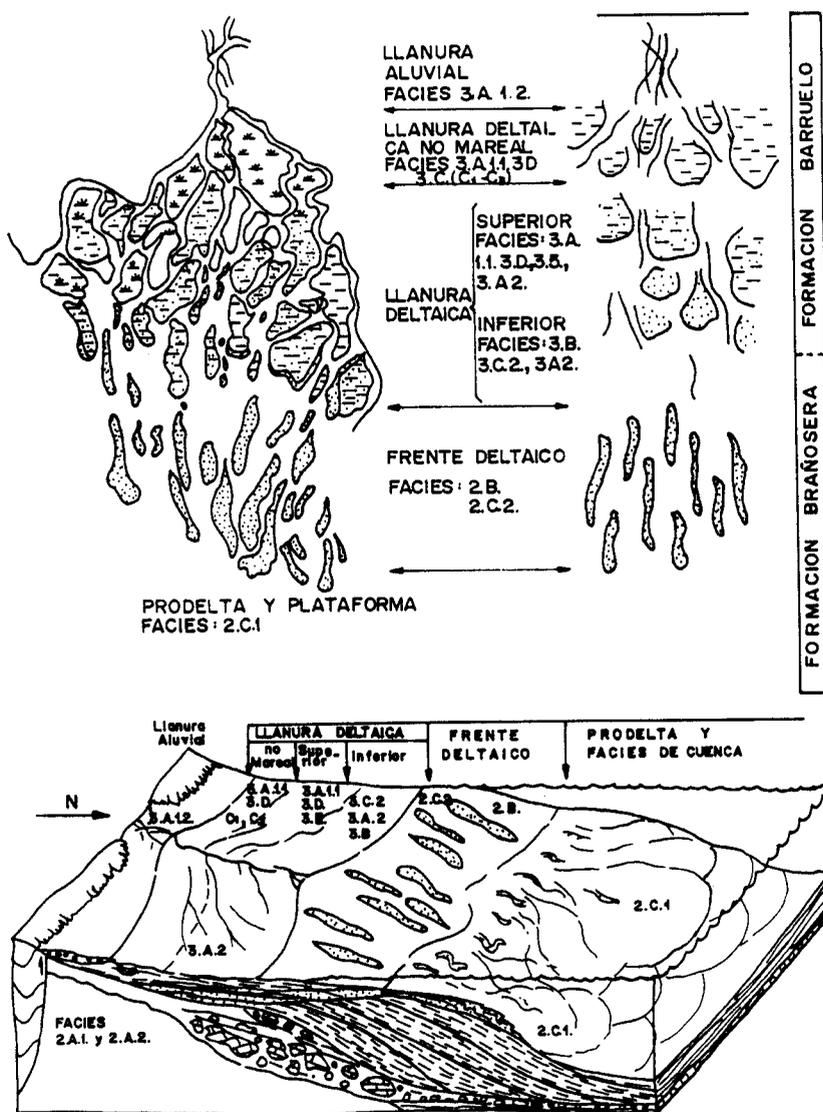


Fig. 7.- Esquema del modelo sedimentario propuesto para las formaciones Brañosa y Barruelo en el sinclinal de Redondo. Basado en Fisher et al., 1969. Escala vertical exagerada.

canales mareales. Los carbones hasta ahora conocidos se sitúan en estos ambientes y corresponden pues a carbones asociados a marismas ("delta marsh") dentro de la llanura deltaica superior. El alto contenido en azufre en las dos capas basales indica condiciones o ambientes de transición, localizados en áreas marginales.

En la parte superior de la formación, poco visible por falta de afloramientos, se observan niveles conglomeráticos y areniscos canaliformes que deben corresponder a ambientes fluviales. La tectónica activa existente, con importantes relieves; y una red fluvial joven, con llanuras aluviales cortas, nos inclina a pensar en cursos trenzados de tipo braided, característicos de estas cuencas.

VI.3. DISCUSION

El proceso de relleno de una depresión constituido por las etapas aquí encontradas: depósito olistolítico y brechoide, tramo turbidítico y finalmente sistemas deltaicos bien con dominio mareal, fluvial o de oleaje, llegando en ocasiones a ambientes continentales; es una sucesión que se presenta con relativa frecuencia en la Cordillera Cantábrica y que pudiera corresponder a la secuencia que se generaría como consecuencia del emplazamiento de un manto, rellenando una cuenca generada al frente del mismo.

A pesar del gran impulso que tienen en la actualidad las ideas eustáticas, en las que los controles de la sedimentación se realizan por causas o cambios glacioeustáticos, nuestra opinión en cuanto al desencadenante del proceso sedimentario es tectonicista. La presencia de una tectónica de carácter tangencial muy importante, tanto en este área como en todo su entorno; así como la existencia de discordancias progresivas, no generalizadas, y de carácter local, descritas por Alonso y Rodríguez Fernández (1983), y en este mismo trabajo, así parecen confirmarlo. Algunos de los rasgos estratigráficos presentes en los materiales, tales como la abundancia de slumps, potentes acumulaciones brechoides y olistolíticas, etc; otorgan también a la tectónica un protagonismo en este proceso.

La existencia de rápidas evoluciones laterales, con acuñaientos bruscos no transicionales, puesta de manifiesto por la cartografía de facies, indican que la morfología de este tipo de cuencas es de escasa extensión, con bordes bruscos y pendientes deposicionales elevadas. El relleno de las mismas tendría lugar con una velocidad de sedimentación elevada, compensada en parte con una subsidencia también activa.

Una consecuencia de este hecho es la gran variedad y confusionismo existente en la estratigrafía en todo el ámbito palentino, con un gran número de formaciones establecidas. En algunas ocasiones, una misma formación recibe distintos nombres locales; mientras que en otras, se

define como una única formación a un conjunto de materiales de litologías y características estratigráficas muy distintas en puntos relativamente cercanos.

Este problema se ve acentuado por el uso de criterios cronoestratigráficos para definir límites entre formaciones; ignorando otros criterios de índole estratigráfica y sedimentológica más propios para el establecimiento de estas unidades litoestratigráficas.

En nuestro caso, para no aumentar el confucionismo existente, hemos adoptado la estratigrafía ya establecida para la zona. No obstante, queremos hacer constar, que nos parecería más razonable considerar al miembro superior de la Formación Brañosera como Formación Barruelo. De esta manera, fijaríamos un límite basado en los rasgos estratigráficos entre las dos; situado en la discordancia situada a techo del miembro intermedio de la primera formación, considerada hasta ahora como intraformacional.

Como resumen, nuestra propuesta es el uso de unidades estratigráficas que definan y separen diferentes procesos de sedimentación, tales como secuencia estratigráfica o secuencia deposicional. El establecimiento de una estratigrafía coherente para este dominio sólo puede ser abordado desde el estudio y análisis secuencial de la sucesión carbonífera.

La presencia de un conjunto de materiales eminentemente lutíticos y un espesor aflorante mínimo (dado el carácter discordante de los materiales suprayacentes), de más de 400 m.; situados entre las formaciones Covarres y Brañosera, y por tanto asimilables a las formaciones Rozo/Ojosa o Verdeña/San Salvador, definidas en otras cuencas adyacentes, pensamos que debería de exigir una revisión de la evolución general de la cuenca de la Pernía. La ausencia de estas dos formaciones en este sinclinal de Santa Mâ de Redondo, fue uno de los motivos que hizo pensar a algunos autores, en la existencia de una falla sindeposicional (falla de los Llazos), que separase dominios de depósito distintos, ocupando el área de Redondo posiciones de no deposición para ese intervalo de tiempo (Westfaliense D sup. a Cantabriense medio). Como ya dijimos anteriormente, el carácter discordante de las formaciones suprayacentes supuso el esmascaramiento parcial de estos materiales que pasaron hasta ahora desapercibidos. Por lo tanto su existencia debe suponer un nuevo planteamiento, sin duda menos complejo, de la evolución de estas cuencas palentinas y más concretamente al papel asignado a la falla de los Llazos.

Por otra parte el resultado micropaleontológico de la muestra M-11 que corresponde a una caliza autóntona que ocupa una posición estratigráfica en la parte media-alta de la Formación Barruelo, parece

indicar una edad ligeramente más baja (base del Kasimoviense) que la asignada en la bibliografía a estos horizontes, en base a datos de flora, como Estefaniense A.

VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES MINERAS

VII.1. CONCLUSIONES

Una vez realizado el trabajo de campo y elaborado los datos para la confección de este informe, hemos llegado a las siguientes conclusiones de índole minera, que resumen y caracterizan de alguna manera, los recursos energéticos de esta cuenca, así como los logros de este proyecto.

1. De acuerdo con la descripción estratigráfica y sedimentológica de la sucesión carbonífera en este área, la Formación Barruelo es la única que presenta un cierto interés minero. La práctica totalidad de capas de carbón descritas se encuentran en ella, generándose en ambientes de llanura mareal en zonas de marisma o de abandono de canal de marea.
2. Las explotaciones mineras, tanto históricas como actuales se centraron en las capas descritas como A y B, situadas en la base de la Formación Barruelo y más concretamente en el flanco nororiental del sinclinal. La prolongación de estas capas al S. del pueblo de Santa María de Redondo, se realizó por medio de un conjunto de antiguos registros (calicatas) estando su explotación mucho menos desarrollada que en áreas más septentrionales, por la pérdida de potencia y calidad. Así mismo estas 2 capas se acuñan en el flanco occidental.
3. Además de las capas A y B, el único nivel carbonoso que tiene un potencial de interés económico en toda la cuenca es la Capa D. Su localización ha sido el principal logro, a nivel minero de este proyecto.
4. El resto de los horizontes carboneros reconocidos carecen de interés minero, bien por falta de potencia, mala calidad o una accesibilidad -sobre todo las del sector nororiental- muy difícil.

5. De acuerdo con el estudio estratigráfico y sedimentológico realizado, en el que se han podido identificar un conjunto de ambientes deposicionales, con una somerización hacia el techo de la sucesión, una zona de prospección muy interesante sería el núcleo sinclinal, entre Canto de la Lomba y Val de Barmudo. En este sector y debido al gran recubrimiento no se ha podido realizar ninguna serie detallada.

6. La relación de los materiales de la Formación Barruelo, entre las cuencas de Redondo y la propia de Barruelo, está con unos recursos energéticos mucho mayores, puede realizarse en base al estudio de paleocorrientes. Los aportes de relleno en Redondo provienen de S. y SO., pudiendo corresponder la zona de Barruelo a áreas más proximales y/o marginales respecto a Redondo, con ambientes más propicios para generar carbón.

7. La ausencia de carbón en unidades estratigráficas más antiguas a la Formación Barruelo se debe a que este sinclinal correspondía a las partes distales de sistemas deltaicos que progradaban de SE a NE.

De todo esto se concluye, que la Cuenca de Santa María de Redondo, tiene menos recursos energéticos que el resto de cuencas del Area de la Pernía.

VII.2. RECOMENDACIONES MINERAS

Las recomendaciones propuestas para un mejor reconocimiento de los carbones son fundamentalmente 3, que por diversas razones no se pudieron abordar durante la elaboración de este proyecto:

1. Seguimiento de la Capa D y cuantificación de sus reservas y calidades. Al mismo tiempo también se podía reconocer la evolución hacia el S. de la capa.
2. La prospección por medio de una zanja de reconocimiento del núcleo del sinclinal (desde Canto de la Lomba hasta el Val de Bermuda), área sin indicios de carbón, pero con interés minero, dados los ambientes sedimentarios presentes.
3. La realización de sondeos para reconocer la evolución de los carbones en profundidad, pudiera tener en algún caso cierto interés, sobre todo en el área de explotación, como comprobación de viabilidad para una reprofundización de las labores mineras.

VIII.- BIBLIOGRAFIA

ALONSO, J.L. y Rodríguez Fernández, L.R. (1983).- Las discordancias carboníferas de la Región del Pisuerga-Carrión (Cordillera Cantábrica, NO. de España). Significado orogénico. Comte Rendu X Congreso Int. de Estrat. y Geol. del Carbonífero. IGME.

BASTIDA, F., MARCOS, A., PEREZ-ESTAUN, A. y PULGAR, J.A. (1984).- Geometría y evolución estructural del Manto de Somiedo (Zona Cantábrica, NO España). Boletín Geológico y Minero, XCII-I: 19-40.

ENADIMSA (1979).- Investigación geológica de carbón del Area de San Cebrián-Casavegas. Fase previa. IGME (Fondo Documental).

COLEMAN, J.M. y WRIGHT, L.D. (1975).- Modern rives deltas: variability of processes and sand bodies. En M.L. Broussard (ed.). Deltas, Models for Exploration. Houston Geol. Soc., 99-149.

FISHER, W.L.; BROWN, L.F.; SCOTT, S.J. y McGOWEN, J. H. (1969).- Systems in the exploration for oil and gas. Bureau Econ. Geol., Texas.

FRETS, D.A. (1965).- The Geology of the Pisuerga Bassin and the adyacent area of Santibañez de Desoba, Palencia, Spain. Leidse. Geol. Meded., 31, 113-162.

GARCIA M. (1981).- Estudio geológico-minero del área situada al N. de San Juan de Redondo y de Santa María de Redondo (Palencia). Inédito.

GINKEL, A.C. van (1960).- The Casavegas section and ist fusulinid fauna. Leidse. Geol. Meded., 24, 705-720 Leiden.

GINKEL, A.G. van (1965).- Carboniferous fusulunids from the Cantabrian Mountains (Spain). Leidse Geol. Meded., 34, 1-225.

GRAAFF, V.J.E. van de (1971).- Three Upper Carboniferous, limestone-rich higer destructive, delta systems with submarine fan deposits, Cantabrian Mountains, Spain. Leidse geol. Meded, 46, 157-235 Leiden.

HEWARD, A.P. y READING, H.G. (1980).- Deposits associated with a Hercynian to late Hercynian Continental strike-slip system, Cantabrian Mountains, Northern Spain. Spec. Publ. Inst. Ass. Sediment, 14, 105-125.

IGME (1985).- Actualización del Inventario de Recursos Nacionales de Carbón. Zona Guardo-Barruelo.

JULIVERT, M. (1971).- Décollement tectonic in the Hercynian Cordillera of northwest Spain. *Am. Jours. Sci.*, 170, 1-29.

LABAUME, p.; MUTTI, E.; SEURET, M. y ROSSELL, J. (1983).- Megaturbidites carbonatées du bassin turbiditique de l'Eocène inférieur et moyen du pyrénéen. *Bull. Soc. Géol. France*, 7, XXV, n° 6, 927-941.

LEYVA, F.; LAZARO, J.M. y FERNANDEZ-PELLO, J. (1987).- Prospección previa de antracitas en el área de La Pernía (Palencia). 3 tomos. IGME (Fondo Documental).

LEYVA, F. y LAZARO, J.M. (1988).- Prospección previa de antracitas en el Sinclinal de Casavegas (Palencia). IGME (Fondo documental).

LOTZE, F. (1945).- Zur Gliederung der Vsisziden der Iberischen Mesetas. *Geotkt. Forsch*, n° 6, pp. 78-92. Berlín (Traducido por J.M. Ríos). Observaciones respecto a la división de las Variscas de la Meseta Ibérica. *Publ. Ext. Geol. España*, t.V., 149-166. Madrid, 1950.

LOWE, D.R. (1979).- Sediment gravity flows: their classification and some problems of application to natural flows and deposits. *S.E.P.M. Sp. Publ.*, 27, 75-82.

MAAS, K. y VAN GINKEL, A.C. (1983).- Variscan olistostrome deposition and synsedimentary nappe emplacement, Valdeón area, Cantabrian Mountains, Spain. *Leids Geol. meded.*, 52, 341-381.

MARTINEZ GARCIA, E.; WAGNER, R.H.; LOBATO, L.; FERNANDEZ, L. y ALONSO, J.L. (1983).- El Carbonífero de la región oriental (Pisuegra-Carrión). Libro del Carbonífero y Pérmico de España. X Congreso Internacional de Estratigrafía y Geología del Carbonífero. IGME.

MEIJER, J. Van de (1969).- Fossil non-calcareous algae from insoluble residues of algal limestones. *Leids. Geol. Med.*, 44, 235-263.

MULLINS, H.T. y COOK, H.E. (1986).- Carbonate apron models: alternatives to the submarine fan model for paleoenvironmental analysis and hydrocarbon exploration. *Sedimentary Geology*, 48, 37-79.

MUTTI, E. y RICCI LUCHI, F. (1972).- Le torbiditi dell' Appennino settentrionale: introduzione all'analisi di facies. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 11, 61-199.

NEDERLOF, M.H. (1960).- Structure and Sedimentology of the Upper Carboniferous of the Upper Pisuegra Valleys, Cantabrian Mountains, Spain. *Leids Geol. Meded.* 24, 2, 603-703. Leiden.

NEDERLOF, M.H. y SITTER, L.U. de (1957).- La cuenca carbonífera del río Pisuerga (Palencia). Bol. Inst. Geol. Min. Esp., 68, 1-44. Madrid.

RODRIGUEZ FERNANDEZ, L.R.; HEREDIA, N.; NAVARRO, D.; PUJALTE, V.; GARCIA MONDEJAR, J.; MARTINEZ GARCIA, F. y LOBATO, L. (1986).- Memoria explicativa de la hoja a escala 1:50.000, Nº 72 (Tudanca), 2ª Serie (MAGNA). IGME.

RODRIGUEZ FERNANDEZ, L.R. y HEREDIA, N. (1987).- La estratigrafía del Carbonífero y la estructura de la unidad del Pisuerga-Carrión. NO. de España. Cuaderno Lab. Xeolóxico de Laxe, 12, 207-229.

SHINN, E.A. (1968).- Practical significance of birdoreise structures in carbonate rocks. Journ.Sed.Petro., 38, 215-223.

SITTER, L.U. de y BOSCHMA, D. (1966).- Explanation geological map of the Palaeozoic of the southern Cantabrian Mountains. 1:50.000. Shert y Pisuerga. Leidse Geol. Meded, 31, 191-238. Leiden.

VAIL, P.R., MITCHUM, R.M., Jr., TODD, R.G., WIDMIER, J.M., THOMPSON, S., III, SANGREE, J.B., BUBB, J.N., & HATELID, W.G. (1977).- Seismic stratigraphy and global changes of sea level, in Clayton, C.E., ed., Seismic Stratigraphy-Applications to Hydrocarbon Exploration: American Association of Petroleum Geologists Memoir 26, p. 49-212.

WAGNER, R.H. (1955).- Rasgos estratigráfico-tectónicos del Paleozoico Superior de Barruelo (Palencia). Estudios Geol., 11, 26, 145-202. Madrid.

WAGNER, R.H. y WARKER, W.J. (1971).- The distribution and development of port-Leonian strata (upper Westphalian D, Cantabrian, Stephanian A) in northern Palencia, Spain. In: R.H. Wagner (ed.) The Carboniferous of Northwest Spain, 11. Trabajos de Geología. Univ. Oviedo, 4, 533-601.

WAGNER, R.H.; PARK, R.K.; WINKLER PRINS, C.F. y LYS, M. (1977).- The Post-Leonian Basin in Palencia: A report on the Stratotype of Cantabrian Stage. In "Symposium on Carboniferous Stratigraphy". Spec. Publ. Geol. Surv. Prague. 89-147.

WAGNER, R.H.; CARBALLEIRA, J., AMBROSE, T.; y MARTINEZ GARCIA, e. (1984).- Memoria explicativa de la hoja a escala 1:50.000, nº 107 (Barruelo de Santullán). 2ª Serie (MAGNA).

WAGNER, R.H. y WINKLER PRINS, C.F. (1985).- The Cantabrian and Barruelian stratotypes: A seminary of basin development and biostratigraphic information. Papers on the Carboniferous of the Iberian Peninsula (Sedimentology, stratigraphy, palaeontology, tectonics and

geochronology)., pp. 359-410. Lemos de Sousa, M.J. y Wagner, R.H. (ed.).
Reprinted from An. Fae. Cienc., Porto, Suppl. V.64 (1983).

Oviedo, 26 de Octubre de 1989

LOS AUTORES DEL INFORME



Fdo.: Juan Bahamonde Rionda

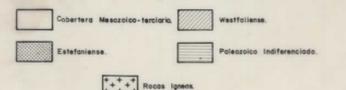
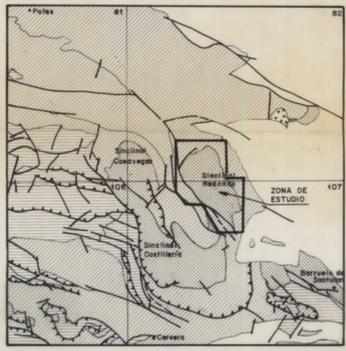
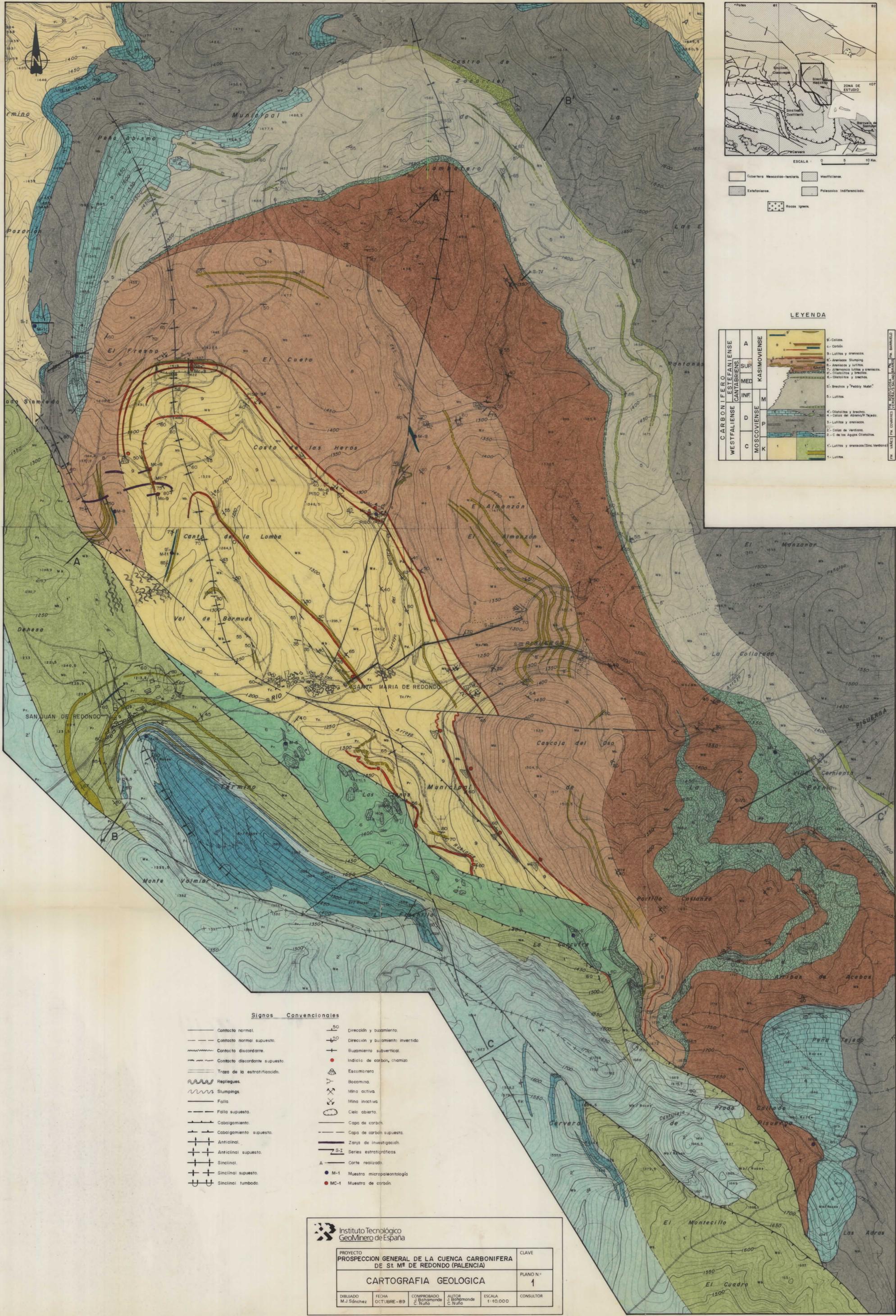


Fdo.: César Nuño Ortea

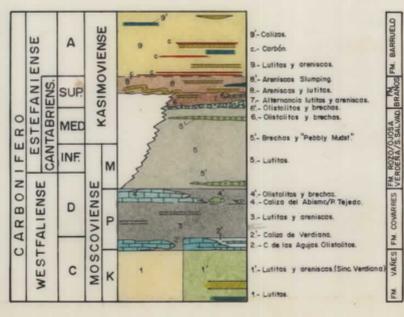
CONFORME
EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Francisco Arquer Prendes-Pando



LEYENDA



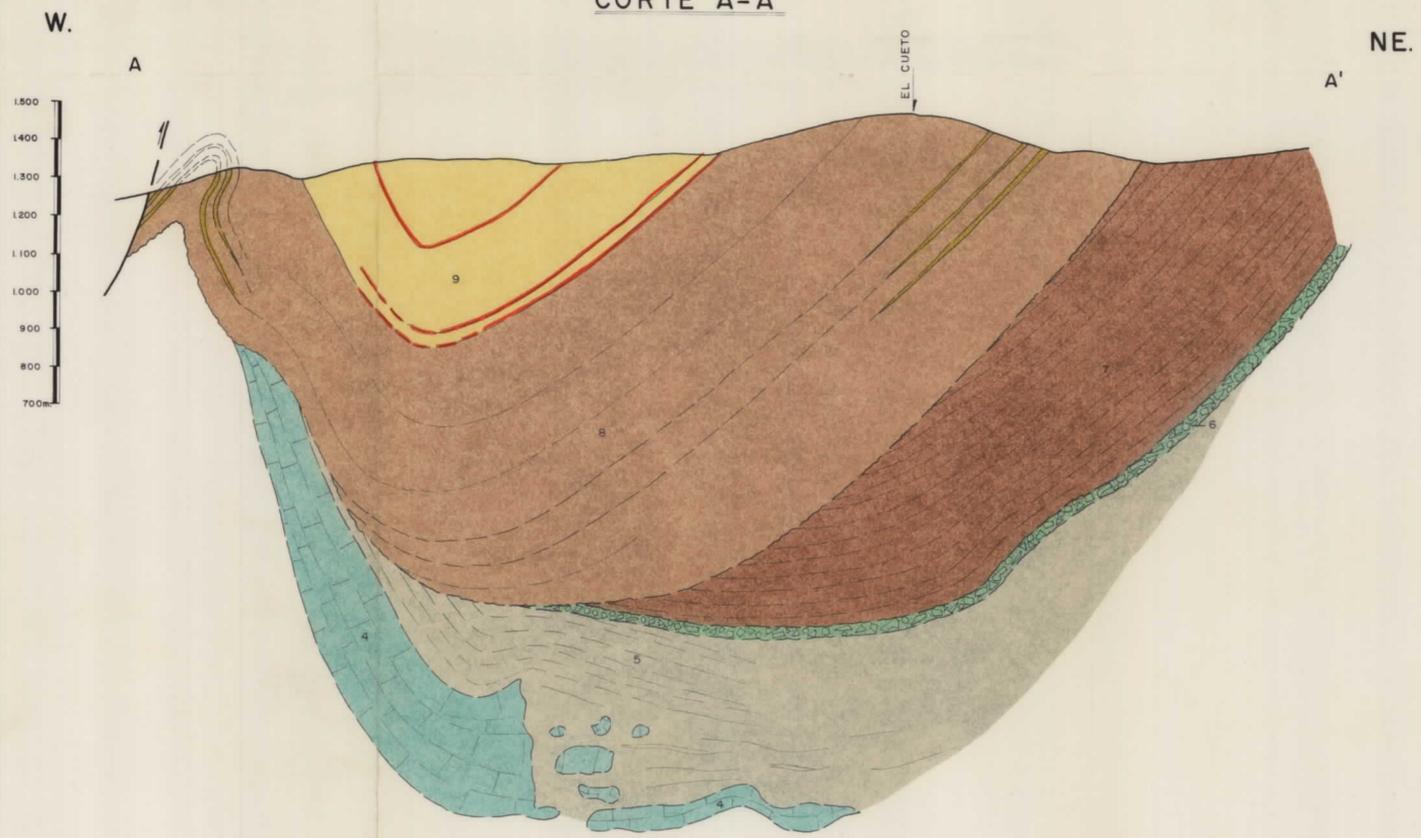
Signos Convencionales

- Contacto normal.
- - - Contacto normal supuesto.
- ~ ~ ~ Contacto discordante.
- - - Contacto discordante supuesto.
- Trazo de la estratificación.
- ~ ~ ~ Repliegues.
- ~ ~ ~ Slumpings.
- Faja.
- - - Faja supuesta.
- Cabalgamiento.
- - - Cabalgamiento supuesto.
- Anticlinal.
- Anticlinal supuesto.
- Sinclinal.
- Sinclinal supuesto.
- Sinclinal tumbado.
- Dirección y buzamiento.
- Dirección y buzamiento invertido.
- Buzamiento subvertical.
- Indicio de carbon, chimazo.
- Escamenera.
- Bocamina.
- Mina activa.
- Mina inactiva.
- Cielo abierto.
- Capa de carbon.
- Capa de carbon supuesto.
- Zanja de investigación.
- Series estratigráficas.
- Corte realizado.
- M-1 Muestra micropaleontología.
- MC-1 Muestra de carbon.

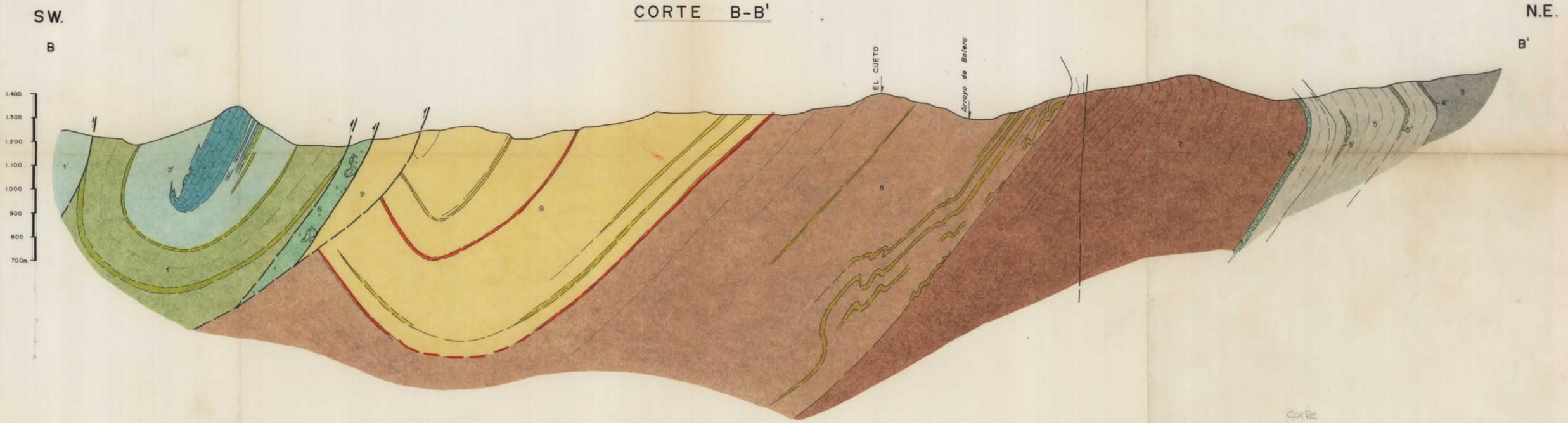
Instituto Tecnológico Geomínero de España

PROYECTO PROSPECCION GENERAL DE LA CUENCA CARBONIFERA DE SI M ^{de} DE REDONDO (PALENCIA)				CLAVE
CARTOGRAFIA GEOLOGICA				PLANO N ^o 1
DIBUJADO M.J. Sánchez	FECHA OCTUBRE-89	COMPROBADO J. Bahamonde C. Nuffo	AUTOR J. Bahamonde C. Nuffo	ESCALA 1:10.000
				CONSULTOR

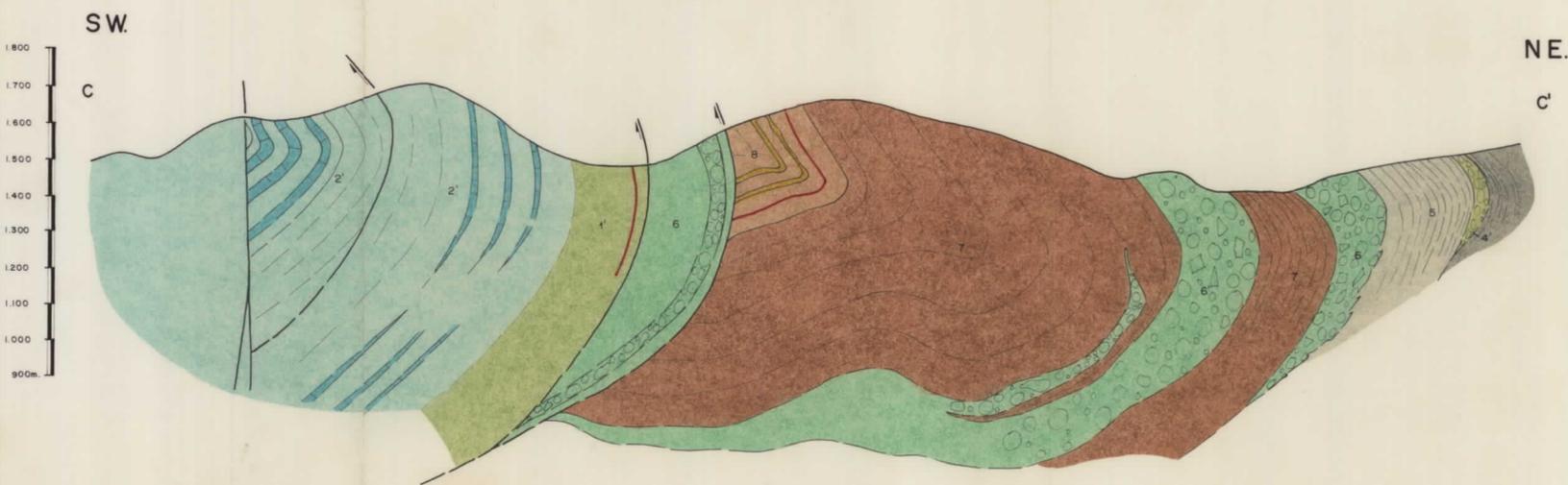
CORTE A-A'



CORTE B-B'



CORTE C-C'



 Instituto Tecnológico GeoMinero de España				PROYECTO PROSPECCION GENERAL DE LA CUENCA CARBONIFERA DE ST. M^o DE REDONDO (PALENCIA)		CLAVE
CORTES GEOLOGICOS				PLANO N. ^o 2		
DIBUJADO M.J. Sánchez	FECHA OCTUBRE-89	COMPROBADO J. Bahamonde C. Nuño	AUTOR J. Bahamonde C. Nuño	ESCALA 1:10.000	CONSULTOR	

LEYENDA

LITOLOGIAS		ESTRUCTURAS INORGANICAS Y COMPONENTES	
□ Arenisca	—	Estrofitación cruzada plana	pequeña escala
▨ Limolita	LL	"	" mediana
▩ Lutitas limosas	LLL	"	" gran
▧ Lutitas	LLL	"	en surco pequeño escala mediana
▦ Mergas	LL	"	" gran
▥ Coliza	LL	"	" gran
ORGANISMOS Y ESTRUCTURAS			
⑥ Fósiles (en general)	—	Fislar	"
⊗ Bioclastos (en general)	—	Laminación sigmoidal	"
⊗ Algas (en general)	—	Acuñamiento de copos	"
⊗ Briofitos	—	Surco erosivo	"
⊗ Cordias	—	Laminación paralela	"
⊗ Cordias solitarias	—	Grano-clasificación	"
⊗ Equinodermos	—	Magarrriples	"
⊗ Lamelibránquios	—	Ripples de corriente	"
⊗ Gasterópodos	—	Ripples de ola	"
⊗ Restos de troncos	—	Cantos blancos	"
⊗ Restos vegetales	—	● S Módulos de Siderita	"
⊗ Trilobites	—	● P Módulos de Pirita	"
⊗ Crinoides	—	∨ Tool marks	"
⊗ Foraminíferos	—	∨ Fulle cast	"
⊗ Bioturbación (en general)	—	∨ Paleocorrientes	"
⊗ Pisos horizontales	—	∨ Grietas de desecación	"
⊗ Diplocorrientes	—	∨ Stimping	"
⊗ Bioturbación por raíces	—	∨ Fe Cantos ferruginosos	"
⊗ Barrilestone	—	∨ Secuencias estroto-decrecientes	"
		∨ Secuencias estroto-decrecientes	"

11234001

Instituto Tecnológico Geominero de España

PROYECTO				CLAVE
PROSPECCION GENERAL DE LA CUENCA CARBONIFERA DE Sta. Mª DE REDONDO (PALENCIA)				
COLUMNA ESTRATIGRAFICA SERIE I		PLANO N.º		3
DIBUJADO	FECHA	COMPROBADO	AUTOR	ESCALA
M. J. Sánchez	OCTUBRE-89	J. Benimonte	J. Benimonte	1:500
		C. Nando	C. Nando	
				CONSULTOR

SERIE I 11234001

