



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

INFORME COMPLEMENTARIO DE

SEDIMENTOLOGIA DEL PALEOZOICO

HOJA Nº 655 (16-26) Los Navalmorales

HOJA Nº 656 (17-26) Gálvez

HOJA Nº 658 (19-26) Mora

HOJA Nº 684 (17-27) Navahermosa

E.N. ADARO

JULIO - 1990



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

**COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS
E INFORME SEDIMENTOLOGICO
DE LOS MATERIALES DEL
PALEOZOICO INFERIOR
DE LAS HOJAS**

655 - LOS NAVALMORALES

656 - GALVEZ

658 - MORA

684 - NAVAHERMOSA

MAPA GEOLOGICO NACIONAL A ESCALA 1:50.000

MAGNA

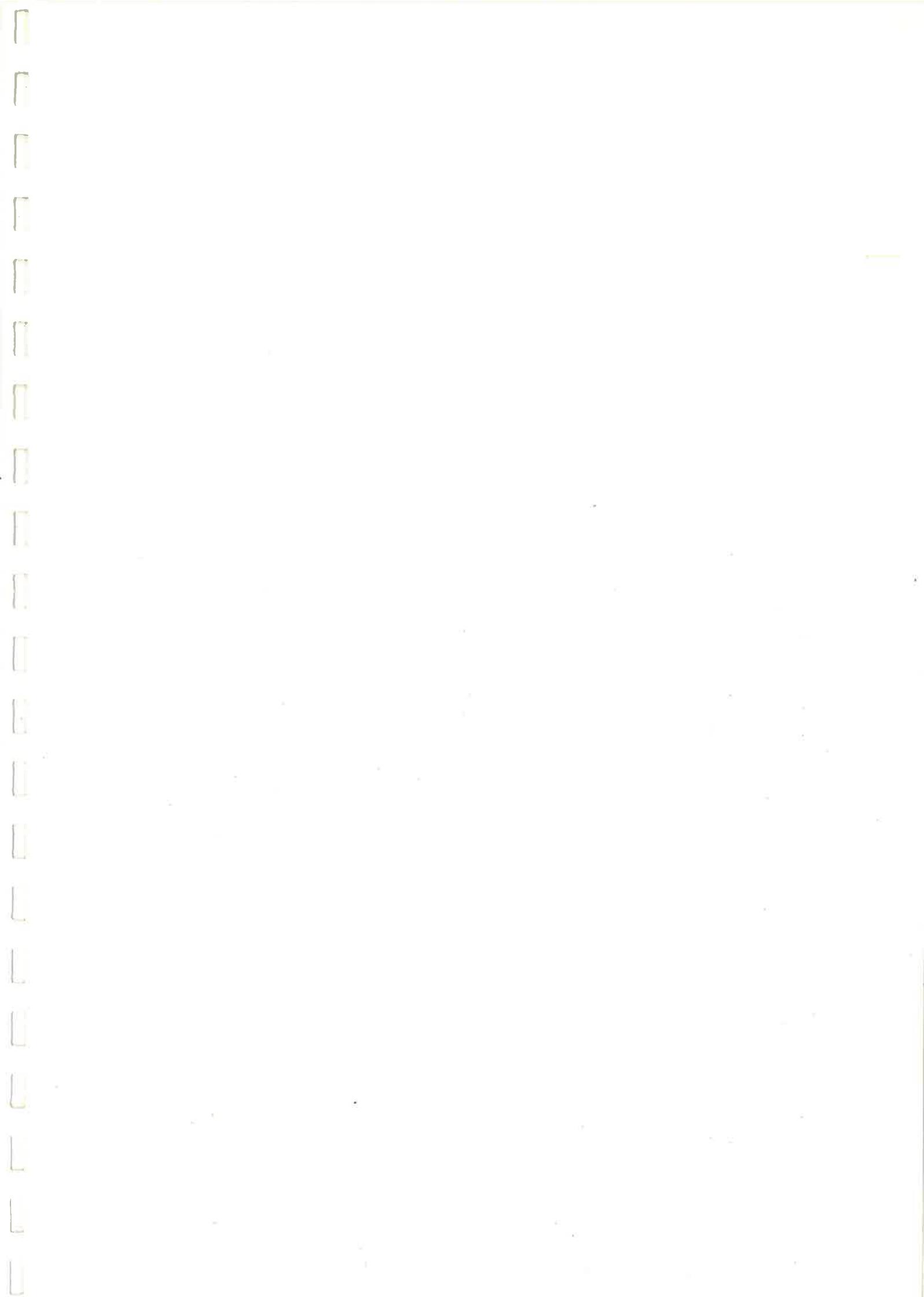
**INFORME REALIZADO POR EL
DOCTOR EN CIENCIAS GEOLOGICAS
CRISTINO JOSE DABRIO GONZALEZ
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

MADRID, 4 DE JUNIO DE 1990

INDICE

1.- Introducción	1
2.- Hoja 655 (Los Navalmorales)	6
2-1.- El Cámbrico de la serie de Los Navalucillos	6
Las Pizarras del Pusa	7
Las areniscas y cuarcitas del Azorejo	8
2-2.- Las pizarras del Pusa (Cámbrico) de la serie de la Fresneda	14
2-3.- Las serie de calizas y pizarras cámbricas del km 63.3	15
Las calizas de Los Navalucillos	16
Las pizarras suprayacentes ("Formaciones Solera y Cortijos")	16
2-4.- Las calizas cámbricas en la serie de la cantera de piedra del km 65	18
2-5.- Las calizas cámbricas en la serie del Arroyo de Navajada	19
2-6.- Las calizas cámbricas en la serie del horno de cal (km 7.5)	20
2-7.- La Serie Púrpura del Cortijo de las Pistolas	22
2-8.- La cuarcita ordovícica (Cuarcita Armoricana) de la serie de Nevada	23
3.- Hoja 656 (Gálvez)	
3-1.- Las pizarras cámbricas del km 23,750 la carretera de Polán a Gálvez	25
3-2.- Las pizarras y carbonatos del Cámbrico al sureste del Puerto de la Jarosa	28
3-3.- Las pizarras cámbricas del camino al Pico de Noez	30
3-4.- La Serie Púrpura y la Cuarcita Armoricana del Pico de Noez	31
Serie Púrpura	31
Cuarcita Armoricana	33
4. Hoja 658 (Mora)	35
4-1.- Las calizas cámbricas de la serie del club pintado de azul	35
4-2.- Las pizarras cámbricas de la carretera a la Ermita de Nuestra Señora de la Antigua	36
4-3.- La <i>Serie Púrpura</i> de la serie de la Ermita de Nuestra Señora de la Antigua	37

4-4.- La <i>Serie Púrpura</i> y la cuarcita ordovícica de la serie del Cerro del Morejón	39
4-5.- Las <i>alternancias superiores</i> (Alternancias de Pochico) del Castillo de Mora	41
5.- Hoja 684 (Navahermosa)	42
5-1.- Las calizas cámbricas de la serie de La Morra	43
5-2.- La <i>Serie Púrpura</i> de la serie del Arroyo del Trampal de la Hiruela	47
5-3.- La <i>Serie Púrpura</i> de la serie de la cota 1.234	49
5-4.- La Cuarcita Ordovícica de la serie de Peñafiel (cota 1.420)	50
5-5.- La Cuarcita Ordovícica de la serie del Risco de las Paradas (km 62 de la carretera a Navas de Estena)	53
5-6.- Las Alternancias de Pochico de la carretera a los Baños del Robledillo	55
5-7.- Las <i>Alternancias de Pochico</i> y las Pizarras con <i>Neseuretus</i> en el km 66.7 de la carretera a Navas de Estena	58
<i>Alternancias de Pochico</i>	58
Pizarras con <i>Neseuretus</i>	59
6.- Conclusiones y paleogeografía	61
6-1.- Las pizarras del Pusa	61
6-2.- Las areniscas y cuarcitas del Azorejo	61
6-3.- Las calizas cámbricas de Los Navalucillos	62
6-4.- Las pizarras suprayacentes ("Formaciones Solera y Cortijos")	62
6-5.- Las pizarras y calizas cámbricas de Noez	62
6-6.- Las pizarras verdes de Mora	63
6-7.- La <i>Serie Púrpura</i> (Capas Intermedias)	63
6-8.- La cuarcita ordovícica	63
6-9.- Las <i>Alternancias de Pochico</i> (Alternancias Superiores)	64
6-10.- Las Pizarras con <i>Neseuretus</i>	65
7.- Bibliografía	66



1.- INTRODUCCION

Durante los meses de febrero y mayo de 1990 realicé campañas de campo destinadas a levantar series estratigráficas detalladas en los materiales del Paleozoico Inferior de los Montes de Toledo como parte de los trabajos especializados para la elaboración del mapa geológico (MAGNA) a escala 1:50.000 de las Hojas 655 (Los Navalmorales), 656 (Gálvez), 658 (Mora) y 684 (Navahermosa) por encargo de ENADIMSA para el ITGE.

El estudio prosiguió después en el gabinete donde se representaron los datos litológicos y sedimentológicos las columnas a escala 1:100, 1:200 y en un caso s 1:500. Hecho ésto, se procedió a realizar la interpretación sedimentaria que, como se verá más adelante, se apoya parcialmente en la comparación con áreas circundantes.

El trabajo de campo se vió algo dificultado por las deficientes condiciones de observación de los afloramientos pues suelen estar cubiertos por depósitos de ladera y monte bajo, salvo (y no siempre) en los cortes de las carreteras y a lo largo de rios y arroyos, donde la pequeña extensión lateral impide analizar adecuadamente la morfología de los cuerpos sedimentarios. También es importante la acción del metamorfismo de contacto en la parte baja de la sucesión en las cercanías del contacto con las rocas ígneas intrusivas (granito). En estas zonas se ha perdido la mayor parte de la información por recristalización o contaminación con otros componentes aportados por la masa ígnea.

No obstante, dispuse en la mayoría de las series de los datos necesarios para llevar a cabo interpretaciones. Estas interpretaciones, aunque dudosas en ciertos casos a causa de la precariedad de los datos disponibles y la pérdida de información ligada a la larga y compleja historia post-sedimentaria, aparecen recogidas en las columnas y, con mayor detalle y discusión, en el comentario general que acompaña a cada una de ellas.

Espero, de esta forma, facilitar en lo posible la incorporación de los datos de este informe a la Memoria explicativa de las Hojas del Mapa Geológico Nacional (MAGNA).

Para denominar y describir las columnas he diferenciado unos términos acordes con la nomenclatura regional que es, más o menos, la utilizada por los geólogos que han elaborado el mapa geológico sobre el terreno y que he resumido en la Tabla I.

TABLA I

término	denominación	edad geológica
8	Pizarras con <i>Neseuretus</i>	Ordovícico Medio
7	Cuarcitas, areniscas y pizarras (Alternancias de Pochico)	
6	Ortocuarcitas (Cuarcita Armoricana)	
5	Cuarcitas, areniscas, pizarras y conglomerados (Serie Púrpura, "Tremadoc")	Ordovícico Inferior
4	Pizarras, limolitas, calizas y areniscas	
3	Calizas de Los Navalucillos	Cámbrico Inferior
2	Areniscas y cuarcitas del Azorejo	
1	Pizarras del Pusa	

Términos cartográficos utilizados en la descriptiva de las columnas de Los Navalmorales, Mora y Navahermosa. Sólo son parcialmente válidos para las de Gálvez

Una importante limitación a la hora de redactar este informe es que los muestreos se realizaron antes del levantamiento de las columnas y por parte de otros técnicos. Esto me ha impedido muestrear todos los términos de potencial interés o que hubiese parecido conveniente a la luz de los datos

que aparecían en las series según se levantaban para apoyar o desmentir algunas hipótesis de trabajo. Además es muy difícil ahora situar las muestras, trabajosamente recolectadas, en su posición exacta en las series.

Tampoco he dispuesto de los datos petrográficos para intentar incorporarlos a este informe, lo cual debe ser tarea de los técnicos encargados de elaborar las memorias finales de las hojas correspondientes. En particular considero necesario que las láminas de los carbonatos (alguna de las cuales tomé en puntos seleccionados de varias series para poner en claro la génesis a partir de sus texturas) sean estudiadas por especialistas en carbonatos del Cámbrico. Ello es debido a que su pésima conservación y la recristalización generalizada que han sufrido hacen que su estudio sea muy problemático o casi imposible para los petrólogos no especializados en ellos.

En todas las columnas se incluye un gráfico de situación a base de un trozo fotocopiado del mapa topográfico a escala 1:50.000 incluyendo las coordenadas UTM correspondientes, con lo que se descarga el texto. He reducido al mínimo la descriptiva de las series pues me parece que lo más importante es la precisión y el detalle de la información de campo incorporada en las columnas. Así pues, la mejor descripción es observarlas con cuidado pues en ellas está todo lo que he visto en el campo. Ello explica también la escasez de «tramos» diferenciados y descritos en los estadillos respectivos, frente a la potenciación de las tendencias y secuencias sedimentarias, cuya información sedimentológica es mucho más interesante.

Sobre esas columnas he elaborado este informe que recoge las principales características sedimentológicas y su posible interpretación sedimentaria y paleogeográfica a la luz de los datos obtenidos en estas y otras hojas vecinas cuyo estudio realicé en otros Proyectos del ITGE.

Para la interpretación sedimentológica he tenido en cuenta los resultados de estudios anteriores en la región de los Montes de Toledo, Cabe citar los relativos a la estratigrafía precámbrica (entre otros: LLOPIS y SANCHEZ DE LA TORRE, 1961, 1963, 1965; SAN JOSE *et al.*, 1974 y HERRANZ *et al.*, 1977), cámbrica (SDZUY, 1971; APARICIO, 1971; APARICIO y GIL CID, 1972; ZAMARREÑO *et al.*, 1976, MORENO, 1977) y Ordovícica (JULIVERT y TRUYOLS, 1983) y los estudios sedimentológicos del Ordovícico de McDOUGALL *et al.* (1987). Atención especial merecen los derivados de los

estudios estratigráficos y sedimentológicos realizados con ocasión del Proyecto de Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000 (MAGNA) de Herrera del Duque a Ciudad Real (IGME-CGS) plasmados parcialmente en PORTERO y DABRIO (1988), los resultados del análisis sedimentológico de la Hoja 685 (Los Yébenes) del MAGNA (ITGE-ETS Ingenieros de Minas, 1988), de las Hojas 734 (Villarta de Los Montes) y 735 (Fontanarejo) del MAGNA (ITGE - Universidad Complutense de Madrid, 1990).

He tenido particularmente en cuenta los datos sobre sedimentación en mares someros bajo el influjo de la tempestades de (entre otros autores): HUNTER y CLIFTON (1981); HUNTER *et al.* (1979) y NELSON (1981), aplicados alguno de ellos, como es el caso de BRENCHLEY *et al.* (1986), a los propios Montes de Toledo. También se han propuesto otras interpretaciones para algunos de los depósitos de esta región que deben tenerse muy en cuenta (McPHERSON *et al.*, 1987).

Otros trabajos consultados contienen ideas generales sobre los ambientes implicados tales como las de: VAN DE KAMP, HARPER, CONNIF y MORRIS (1974); SURLYK (1978, 1984); WESCOTT y ETHRIDGE (1980); ESTEBAN y KLAPPA (1983); KOSTER y STEEL (ed. 1984); STOW (1986); ROBERTS (1987); NEMEC y STEEL, R. J. (1988) y NEMEC (1990).

He aplicado las ideas sobre Estratigrafía Sísmica recogidas en MEGIAS (1982) y en la Memoria 26 de la S. E. P. M. editada por PAYTON (1977) y especialmente en los trabajos de VAIL, MITCHUM y THOMPSON (1977 a, 1977 b y 1977 c) en parte criticados en BROWN y FISHER (1980). Estos trabajos dieron paso a los conceptos de la Estratigrafía Secuencial de varios autores cuyas ideas básicas aparecen resumidas en VAN WAGONER *et al.* (1988) y, con mucho más detalle, en varios trabajos de la Publicación Especial nº 42 de la S de la S. E. P. M.

Este informe se plantea describiendo muy someramente las columnas que levanté pues en los gráficos correspondientes aparecen con mucho detalle (siempre según las posibilidades de observación) y queda poco espacio para añadir descripciones que no serían sino repeticiones escritas de los rasgos representados en las columnas.

Cada columna va acompañada de un apartado específico donde se recoge y discute la posible atribución ambiental. Puede observarse que a veces no es muy segura pues las condiciones de observación no permiten mayores precisiones. Otra vez se plantean dos posibilidades, lo cual da idea de que no he creído conveniente decidirme contando sólo con los datos disponibles y parece mejor dejar una puerta abierta para los que trabajen sobre estos materiales en el futuro.

En total he medido y representado 4.267 metros de serie. De ellos 485 m están a escala 1:100, 3.692 m a escala 1:200 y 90 m a escala 1:500.

Por Hojas, los datos numéricos referentes a los levantamientos se indican en la Tabla II:

Tabla II

Escala / Hoja	655	656	658	684	TOTAL m
1:100	175	---	33	277	485
1:200	2.260	504	311	617	3.692
1:500	---	90	---	---	90
TOTAL m	2.435	594	344	894	4.267 m

Datos numéricos relativos a las columnas levantadas en las Hojas del Proyecto MAGNA del Sur de Toledo. A la derecha figuran los totales por escalas y en la parte inferior los totales por Hojas.

2.- HOJA 655 (LOS NAVALMORALES)

2-1.- El Cámbrico de la serie de Los Navalucillos

La sucesión se levanta al oeste de Los Navalucillos, a lo largo de un carril que discurre más o menos paralelo al Arroyo de los Navalucillos y que conduce a la unión del arroyo con el Rio Pusa (y continúa hacia Espinoso del Rey). Afloran allí, con una gran potencia, los términos cartográficos 1 a 4: la sucesión levantada alcanza los 1800 metros. En la columna que presento aparecen tan sólo el 1 y el 2 pues los materiales carbonatados (Calizas de los Navalucillos, 3) y las pizarras, areniscas y cuarcitas superiores (4) están peor expuestos y se han levantado y estudiado en otros puntos de la Hoja.

En el encabezamiento de las columnas estratigráficas he usado dos modelos de acuerdo con las características de las rocas a representar.

Para la **parte inferior de la sucesión** (metros 0 a 860), correspondiente a parte de las *Pizarras del Pusa* (que considero que alcanzan por lo menos hasta el metro 980) la entrada vertical se presenta por facies sedimentarias definidas por el tamaño de grano y la estructura interna de los sedimentos:

M: pizarras grises, laminadas, que pueden contener pasadas milimétricas de arena fina a muy fina. Presentan pátinas verdoso-amarillentas debidas, generalmente, a la alteración bajo la raña.

M₁: pizarras muy compactas de color gris oscuro de tamaño de grano arena muy fina a limo (lutita gruesa).

M₂: interlaminado de pizarras grises y arenas muy finas en láminas milimétricas (o incluso más finas). Localmente, alguna laminación cruzada debida a *ripples* aislados que migraron en fondos lutíticos con escasez de arena (*ripples* hambrientos ó *starved ripples*).

M₃: pizarras compactas gris oscuro de tamaño de grano grueso (limo a arena muy fina) con intercalaciones de arena fina a muy fina de 1 a 4 milímetros de espesor. Estas capas arenosas presentan varios tipos de

laminación: paralela, suavemente ondulada y cruzada de *ripples* de corriente, de oscilación asimétricos o mixtos entre ellos.

Los dos grupos de facies (M y el conjunto de M₁, M₂ y M₃) se pueden relacionar verticalmente:

(1) como niveles independientes separados de las pizarras por límites netos. Se encuentran diversos ejemplos entre los metros 60 y 180.

(2) formando parte de tendencias granocrecientes de espesores variables como puede verse, por ejemplo, entre los metros 264 y 280, 310 y 366, 505 y 530, etc.

Ambos tipos ilustran dos de las posibles transiciones entre los procesos sedimentarios dominantes durante un intervalo de tiempo concreto.

Para la parte superior de la sucesión (m 860 a 1800), que corresponde a la parte alta de las *Pizarras del Pusa* (860 a 980) y las *pizarras, areniscas y cuarcitas del Azorejo* (980 a 1800) he utilizado una clave similar a la recogida en los estadillos convencionales del MAGNA para rocas siliciclásticas, aunque para la parte alta de las *Pizarras del Pusa* se puede usar también la nomenclatura de facies como en el resto de esta unidad. Con el fin de reconocer mejor las fracciones granulométricas dentro del tamaño de grano de arena introduzco una simbología simple en la que el subrayado de una tamaño indica muy: (f): arena muy fina; (f): arena fina; (m): arena media; (g): arena gruesa; y (g): arena muy gruesa.

Las Pizarras del Pusa

Comprenden una potentísima sucesión cuyo espesor visible es de 860 metros, bastante monótona desde el punto de vista litológico. La mayor parte de la serie está constituida por pizarras grises de facies M que se interpreta como el resultado de la decantación del material arcilloso transportado en suspensión. El depósito se realizaba en fondos tranquilos cuya superficie

redox (separación entre las partes oxidadas y reducidas del sedimento) estaba cerca de la interfase agua-sedimento, de forma que éstos adquirirían ya desde entonces un color gris debido a la abundancia de materia orgánica, que luego se acentuó durante los procesos post-sedimentarios. Esta suposición está basada en la abundancia de restos piritosos, actualmente oxidados, que suelen encontrarse.

En las facies de interlaminados de pizarras y arenas finas se pueden identificar dos procesos de sedimentación distintos: floculación de arcillas a partir de la suspensión y depósito de arenas muy finas y finas con estructuras tractivas a partir de corrientes diluidas. La atribución a corrientes diluidas se basa en la separación neta entre las distintas poblaciones que componen el sedimento y el alto grado de madurez textural que parecen tener en el examen con lupa (esto debe contrastarse con los resultados del estudio de láminas delgadas)

Esto significa probablemente que la sedimentación autóctona estaba dominada por la floculación de arcillas y que de vez en cuando quedaba interrumpida temporalmente porque llegaban corrientes de fondo que actuaban como barrera impidiendo que el material que caía desde la suspensión alcanzara el fondo. Al disminuir la intensidad de las corrientes desaparecía el efecto de barrera física y se reanudaba el asentamiento masivo de las arcillas bloqueadas por la corriente.

A partir de ello, supongo que el depósito se realizó en zonas tranquilas y profundas a partir de la floculación y asentamiento de los sedimentos arcillosos en suspensión que alternaba con depósito relativamente rápido a favor de corrientes diluidas (derivadas de la dilución progresiva de corrientes densas) en las que se producían procesos de transporte por tracción. Estas corrientes de fondo transportaban limos y arenas muy finas y los depositaban bajo cierta energía registrada como laminaciones paralelas de alto régimen de flujo y laminación cruzada de *ripples* de corriente. Hay que destacar que, al ser la arcilla la fracción dominante, se puede interpretar, en principio, que ello es una indicación de que la sedimentación autóctona era elevada.

El modelo propuesto se resumiría así: durante los periodos de máxima intensidad de las tormentas se removilizaría mucho material del fondo en las partes más proximales de la cuenca sedimentaria que sería transportado

hacia el interior. Fuentes alternativas o complementarias de finos podrían ser deltas o sistemas turbidíticos activos. La fracción fina se concentraría en niveles concretos de las aguas formando capas turbias (*turbid layers*) y se mantendría en ese estado durante mucho tiempo viajando a largas distancias. La fracción grosera sería empujada hacia las partes internas de la cuenca por corrientes de resaca, en forma de flujos de alta densidad similares a las corrientes de turbidez. Al disminuir la agitación de las aguas, producida por el oleaje de tormentas en las zonas de plataforma más directamente afectadas, decrecería la competencia de las corrientes de resaca (es decir su capacidad de transporte) y éstas se limitarían mayormente a retocar sus propios depósitos transportándolos algo más lejos como corrientes de fondo. Cuando cesaba la turbulencia cercana al fondo (que actuaba como barrera para el asentamiento y la floculación de los finos apresados en las capas turbias) se produciría nuevamente la floculación de arcillas.

A mayor escala, las facies interlaminadas aparecen formando niveles de espesor variable entre las dominadas por la pizarra. En principio, el mayor o menor contenido de arena podría ser considerado como un exponente de la "proximalidad o distalidad" respecto a los lugares de emisión de tales fracciones, es decir, de la plataforma continental o el talud relacionado lateralmente con ella. Es lógico preguntarse, entonces, cuál es la causa de esta repetidas sustituciones. Una respuesta posible reside en la influencia de los cambios relativos del nivel del mar. Los niveles más ricos en arena ("proximales") corresponderían a episodios de nivel relativo del mar bajo y los predominantemente pizarrosos ("distales") a épocas de nivel relativo del mar alto. Menos claro aún está si éstos cambios serían sólo de origen eustático o se deberían también a causas tectónicas.

Las areniscas y cuarcitas del Azorejo

Dentro de esta potentísima unidad (más de 800 m de espesor) se diferencian varias facies sedimentarias que resultan del funcionamiento de diversos procesos sedimentarios y que se suceden, alternándose, en la vertical. Estos

materiales reciben diversos nombres según los autores. El más usado es el de Areniscas del Azorejo (HERRANZ, *et al.*, 1977) pero también se utiliza el de Formación Gévalo (MORENO y VEGAS *in* ZAMARREÑO *et al.*, 1976)

La abundancia de estructuras sedimentarias primarias indicativas de la acción del oleaje tales como: laminación paralela asociada a estratificación cruzada *hummocky*, laminación cruzada de *ripples* de oscilación y *ripples* de oscilación preservados completos en los techos de muchas capas de arenisca indican un depósito de plataforma marina somera sometida a los oleajes de tempestad.

En la parte inferior (m 980 a 1010) dominan aún las pizarras entre las que destacan algunos bancos de areniscas (cuarcitas) ferruginosas, amarillentas en bancos decimétricos, algunos de los cuales muestran estratificación cruzada (m 985 y 996). Existe otro tipo de bancos aislados, mucho más delgados, con evidencias de oscilación del oleaje. Las interpreto como un sedimento de plataforma marina no muy profunda afectado por corrientes y oleajes de tempestad.

Entre los metros 1023 y 1057 la facies dominante es la de areniscas amarillentas (grises en el techo del paquete) de grano fino (localmente medio) en bancos decimétricos cuya estructura interna no se aprecia. Incluso no se distingue bien la estratificación en las capas situadas hacia la base. (1023 a 1030). Entre los metros 1030 y 1034 alternan con arenas muy finas o lutitas amarillentas y presentan laminación paralela y ondulada. Más arriba, la única estructura interna que pude ver es laminación paralela y ondulada. Con estos datos las interpreto como un depósito de plataforma marina abierta dominada por los oleajes de tempestad y en zonas de acumulación de arena.

Tomando en conjunto los dos términos descritos, se observa un paso a mayores contenidos en arena por unidad de columna medida, lo que puede representar una cierta somerización. Tras ellos, hay un notable cambio que lleva de nuevo hacia sedimentación lutítica (m 1057).

Un cambio así, con tales espesores puede indicar una subida relativa del nivel del mar y la transgresión ligada a ella.

Tres metros de pizarras muy alteradas (m 1057 a 1060) dan paso a una serie lutítica con intercalaciones de bancos delgados (4 a 10 cm) con morfología de

ripples e interior de aspecto masivo. Los bancos de arenisca van aumentando de espesor haciéndose de 15 a 30 cm y presentan alternancias de láminas claras y oscuras (m 1066 a 1074). La estructura interna es laminación paralela y ondulada. Sigue, en fin, un potente paquete (m 1074 a 1108) de alternancias de areniscas (cuarcitas) de grano medio y de grano fino (a muy fino) con presencia casi constante de laminación paralela y ondulada, superficies de *ripples* y de *megaripples* y, localmente, laminación cruzada de *ripples* de oscilación.

Interpreto el conjunto citado (m 1057 a 1108) como el resultado de la sustitución de los fondos lutíticos de plataforma marina por los arenosos, bajo la influencia de las corrientes inducidas por el oleaje de tormenta (tempestad). Es una tendencia somerizante, con progradación de los subambientes proximales más cercanos a la zona sublitoral.

El ambiente de plataforma marina somera con depósito alternante de lutitas y arenas aportadas por las corrientes inducidas por el oleaje perdura mucho tiempo y queda representado en un importante espesor de la serie. Entre 1108 y 1137 se diferencian hasta cinco secuencias estrato- y granocrecientes de tipo $M \rightarrow H$ ($\rightarrow S$) es decir: lutita \rightarrow heterolíticas \rightarrow y (localmente incluso) \rightarrow areniscas, cuyo espesor individual ronda los cuatro metros. Se pueden interpretar como turbiditas de plataforma donde se acumulan grandes unidades arenosas a favor de cambios del nivel relativo del mar que, probablemente, son los responsables de la tendencia negativa (estrato- y granocreciente) observada dentro de este intervalo y que favorecen la progradación de los ambientes sublitorales hacia la plataforma (secuencias de somerización).

A partir de este punto el depósito se vuelve mas pizarroso (facies M , lutitas), con intercalaciones de facies heterolíticas en las que se distinguen secuencias estrato y granocrecientes (metros 1155 a 1170, 1236 a 1245, 1250 a 1262). He de destacar que estos materiales están cubiertos en gran parte por cultivos y vallas, lo cual interpreto como un signo de su carácter pizarroso, pero esta cobertura nos priva, probablemente, de alguna o algunas de estas secuencias. La estructura interna de las areniscas no se observa bien pero por las morfologías de *ripples* y los techos ondulados parecen indicativos de que no ha cambiado respecto a los anteriores.

A partir de 1310 comienza una serie alternante (heterolítica) de areniscas (cuarcitas) violáceas en bancos de espesor decimétrico (10 a 30 cm) con superficies onduladas de *ripples*. La estructura interna es laminación paralela, estratificación cruzada en surco dirigida hacia el oeste-noroeste, estratificación cruzada *hummocky*, laminación ondulada y laminación cruzada de *ripples* de oscilación. Todo ello indica un ambiente de depósito de plataforma marina bajo la acción de los oleajes de tempestad.

Estos materiales se disponen en asociaciones estrato y granocrecientes: **M** → **H** → **S** (y **H** → **S**) a escala decamétrica (por ejemplo, las de los intervalos comprendidas entre los metros 1330 a 1358, con varias subsecuencias menores, 1390 a 1405, 1410 a 1425 y, probablemente, entre 1425 y 1438). Interpreto que están generadas por la migración lateral de los ambientes donde se deposita arena bajo la influencia de los oleajes de tempestad. Esta migración está inducida por cambios del nivel relativo del mar. Es decir, se deben a la progradación de los ambientes sublitorales hacia la plataforma lo cual, en principio, indica una somerización.

Los siguientes cien metros (1438 a 1640) son eminentemente lutíticos (facies **M**) con intercalaciones decimétricas de areniscas o cuarcitas en las que se observa mal la estructura interna. Existen, además, grandes tramos cubiertos. La interpretación es similar a la propuesta para el tramo entre los metros 980 y 1010: un sedimento de plataforma marina no muy profunda afectado por corrientes debidas a oleajes de tempestad.

Progresivamente la sedimentación lutítica va incorporando niveles de arenisca que se hacen muy potentes hacia 1690-1700 y 1712-1722, donde alcanzan espesores individuales de hasta 1 m. Se trata de una tendencia estrato y granocreciente a escala muy grande. La estructura interna es variable como se indica a continuación.

Hacia 1650 se trata de bancos de cuarcita de 25 cm de espesor individual, con intercalaciones centimétricas de pizarras. Presentan laminación paralela y, hacia el techo, algunos bancos tienen laminación paralela que pasa verticalmente a ondulada. Se encuentra un ejemplo de estratificación cruzada planar con sentido de aporte hacia el sur. Una facies similar se encuentra hacia 1664.

Entre 1664 y 1690 se trata de facies heterolíticas (H) con proporciones variables de M (pizarra) y S (arenisca o cuarcita). Las estructuras internas consisten en laminación paralela, ondulada y cruzada de *ripples* de oscilación. Se encuentran superficies de *ripples* de oscilación (sobre todo simétricos) y capitas discontinuas de laminación lenticular propias de fondos lutíticos con escasez de arena (*starved ripples*).

Los episodios cuarcíticos de bancos gruesos presentan estructuras internas que a veces se pueden observar. La sucesión ideal consiste en laminación paralela → estratificación cruzada *hummocky* → laminación cruzada de *ripples* de oscilación (o *ripples* de oscilación) → lutita (pizarra). En otras capas aparece laminación ondulada en lugar de estratificación cruzada *hummocky*. Alguna capa (m 1696) muestra superficies erosivas internas que indican amalgamación de capas, probablemente a causa de la rápida repetición de los episodios de transporte y depósito.

Todos estos depósitos forman parte de ambientes marinos someros con aporte de arena a cargo de oleajes de tempestad que, en ocasiones llegan a formar verdaderas barras.

El resto de la sucesión hasta el pueblo de Los Navalucillos supone una vuelta a las facies descritas en apartados anteriores: son facies heterolíticas (H) con proporciones variables de cuarcita y estructuras internas de laminación paralela, estratificación cruzada planar, laminación lenticular y superficies de *ripples* de oscilación de crestas dirigidas NW-SE.

Así pues, perdura el ambiente de plataforma marina somera con depósito alternante de lutitas y arenas aportadas por las corrientes inducidas por el oleaje. Se diferencian al menos tres secuencias estrato- y granocrecientes de tipo M → H (→ S) es decir: lutita → heterolíticas → y (localmente incluso →) areniscas, cuyo espesor individual oscila entre dos y seis metros (m 1768 a 1782). Las secuencias indicadas se pueden asimilar al resultado de migraciones laterales de barras arenosas, dentro de complejos mayores, a favor de cambios del nivel relativo del mar. A mayor escala, no hay una tendencia definida al aumento o la disminución del tamaño de grano o el espesor de las capas.

2-2.- Las pizarras del Pusa (Cámbrico) de la serie de la Fresneda

La sucesión se levanta inmediatamente al sur de la aldea de La Fresneda, comenzando bajo las propias casas a lo largo del Arroyo de Valbellido y corresponde al término cartográfico 1. El encabezamiento de la columna es igual al de la parte superior de la serie anterior.

Comprende unas pizarras muy potentes en cuyo seno aparecen 15 metros de areniscas y conglomerados. Los primeros 5 m (m 10 a 15) son de areniscas de grano medio con techos ondulados por *megaripples*, cuya estructura interna es laminación paralela y estratificación cruzada *hummocky* (m 14).

Entre los metros 15 y 20 se distinguen secuencias estrato y granodecrecientes que comienzan con niveles finos de microconglomerados. La superior de éstas (m 20) está integrada por un apilamiento de 4 microsecuencias granodecrecientes con laminación paralela.

Sobre los términos descritos se apoyan más de 100 m de pizarras con bancos areniscosos (de unos 20 cm) hacia el metro 40.

La presencia de estratificación cruzada *hummocky* indica que la profundidad no es muy grande, pues (por lo menos en algunos momentos) el fondo está al alcance de la agitación del oleaje. Interpreto esta sucesión como un ambiente marino abierto (plataforma externa ¿o incluso talud continental?) quizás en relación con el relleno de una pequeña depresión o barranco (*gully*), pero carezco de la perspectiva lateral suficiente para determinarlo con precisión.

2-3.- La serie de calizas y pizarras cámbricas del km 63.3

Entre el kilómetro 6.3 y 63.5 de la carretera comarcal 401, que une Navahermosa y Los Navalmorales, aflora una sucesión de casi 200 m de espesor que muestra en la base alrededor de 35 metros de las *Calizas de los Navalucillos* (término cartográfico 3) y sobre ellas una serie de pizarras (término cartográfico 4) y areniscas finas (limolitas) amarillas, reducidas a la cuneta de la carretera, y con frecuencia alteradas, pero en las que se puede levantar la serie. Las pizarras superiores deben corresponder a la *Formación Soleras* de MORENO y VEGAS (in ZAMARREÑO *et al.*, 1976).

La columna muestra un detalle diferente para ambos términos: la sucesión de calizas se ha levantado a escala 1:100 mientras que las pizarras se midieron a escala 1:200 por ser menor el detalle de las observaciones que se podía hacer en ellas.

También es diferente el encabezamiento de las características texturales. En las calizas se emplea uno muy parecido al de las otras series levantadas en carbonatos:

- (1): margas;
- (2): alternancias de margas y margoalizas;
- (3): carbonatos laminados;
- (4): estromatolitos y
- (5): calcarenitas.

La serie siliciclástica conserva el encabezamiento habitual por tamaños de grano.

Deben tenerse en cuenta estas dos advertencias pues se produce un cambio de hoja, dejando en blanco la parte baja de la nº 3, para facilitar la presentación.

Las calizas de Los Navalucillos.

La **sucesión carbonatada** está dominada por las facies de margas y de alternancias de éstas con margozalizas (1 y 2). El carácter margoso es, en principio, indicador de un ambiente (marino ?) relativamente profundo pero dentro de la plataforma carbonatada

Son abundantes, así mismo, las calizas laminadas. En algunos casos, la ondulación de las láminas permite asegurar que son verdaderos estromatolitos (m18); en los restantes es de suponer que también lo son, pero con láminas casi perfectamente paralelas.

Probablemente este paralelismo de las láminas es un rasgo textural indicativo de que se trata de estromatolitos de aguas relativamente profundas donde están a resguardo de acontecimientos que favorecen la deformación o rotura de las láminas (desección, destrucción por oleajes intensos) a cuyo favor se dispara la tendencia a generar bóvedas o cúpulas estromatolíticas.

En consecuencia se propone un ambiente marino, de plataforma abierta y de cierta profundidad, con aguas relativamente tranquilas; es decir, esencialmente por debajo del nivel de base de las tormentas.

Las pizarras suprayacentes (Formación Solera: pizarras y limolitas).

La **sucesión de pizaras y areniscas finas** suprayacente se caracteriza por su tamaño de grano muy fino y por el color violáceo. Ocasionalmente el tamaño de grano de estas pizarras es de limo a arena muy fina y presenta laminación paralela y ondulada (m 154)

En las pizarras se intercalan finos nivelillos de areniscas de grano fino a muy fino (lo que otros autores han denominado *limolitas*) blancas, amarillentas o incluso violáceas que, generalmente, no superan los 2 ó 3 cm de espesor y cuyo tamaño de grano oscila entre arena muy fina y fina. La única estructura

interna reconocida es laminación paralela (m 115). Algunos de estos niveles presentan morfologías lenticulares propias de *ripples* de oscilación (m 162).

En otros casos estos niveles son auténticas capas de potencia decimétrica a métrica (m 110 a 116, 145, 168 y 190) pero que superan incluso el metro de espesor (m 181). La única estructura sedimentaria visible en estos niveles es laminación paralela (m 110, 145, 170). En el campo parecían de naturaleza volcánica o vulcano-sedimentaria (cineritas) pero el estudio microscópico puso de manifiesto su origen puramente sedimentario.

Otro rasgo interesante es la existencia de varios niveles de limonita (m 58 y 84 a 86) en algún caso laminada (m. 86).

La interpretación de esta sucesión siliciclástica de grano fino es que corresponden a un ambiente marino (?) profundo, alejado de costa, al que llegan materiales finos en suspensión que se asientan sobre el fondo generando las capas de lutitas (pizarras). Los niveles intercalados de distinta entidad representan en mi opinión diversos procesos sedimentarios relacionados con agentes muy variados. Interpreto las capas mayores de arena como turbiditas, aunque no he encontrado ninguna evidencia de secuencias consideradas como típicas de estos procesos, sino tan sólo superficies de amalgamación de capas. Las capas delgadas de grano fino representan, en mi opinión, turbiditas diluidas.

2-4.- Las calizas cámbricas en la serie de la cantera de piedra del km 65.

En el kilómetro 65 de la carretera comarcal 401, entre Navahermosa y Los Navalmorales, hay una cantera de piedra, actualmente abandonada, al noreste de la calzada. El afloramiento forma parte de la misma corrida de calizas cámbricas (*Calizas de los Navalucillos*, término cartográfico 3) descrita en el apartado anterior, que se estrella contra una gran falla y las condiciones de observación no son siempre óptimas. La cantera permite levantar una treintena de metros relativamente bien conservados, pero no es, ni con mucho, el total del espesor de la unidad en este área.

Para la descripción se han ordenado las facies carbonáticas en cuatro grupos texturales:

- (1): micríticas (y recristalizadas, en las que no se observa la estructura interna);
- (2): alternancias a escala milimétrica o centimétrica de limolitas (amarillentas, con alguna granoclasificación positiva y laminación cruzada de *ripples* de corriente y de oscilación asimétricos) y de calcarenitas o calizas micríticas;
- (3): laminadas y estromatolíticas;
- (4): calcareníticas con laminación paralela y cruzada de *ripples*.

Cabe destacar que en este afloramiento dominan las texturas de alternancias de carbonatos y sliociclásticos y que no se encuentran muchas evidencias de texturas laminadas y estromatolíticas.

De acuerdo con el modelo general esbozado en la serie de La Morra (cf. § 5-1) correspondería en líneas generales a una zona de transición entre las facies más costeras, dominadas por los estromatolitos, y las de micritas y calcarenitas que se dispondrían más hacia el mar. El paso de ambientes marginales a marinos se produce de sur a norte.

2-5.- Las calizas cámbricas en la serie del Arroyo de Navajada

Esta sucesión de las calizas cámbricas está situada en el flanco norte del anticlinal de Nevada y ofrece buenos afloramientos de carbonatos que alternan con zonas completamente cubiertas donde la observación es pobrísima como se puede apreciar en la columna.

Para la representación he distinguido cuatro tipos texturales:

- (1): rocas carbonatadas en las que no se observa la estructura interna; incluye, pués, tanto texturas micríticas como recristalizadas;
- (2): alternancias de calizas laminadas entre bancos de 10 a 20 cm de facies "masivas" de grano grueso, de *mudstones* y *grainstones* o de capas más o menos margosas;
- (3): laminadas y estromatolíticas;
- (4): calcareníticas con estratificación cruzada y laminación paralela y cruzada de *ripples*.

Es difícil asegurar cuales son las texturas dominantes en el conjunto de la sucesión ya que hay una gran parte cubierta, pero de lo que se ve, se deduce un gran porcentaje de alternancias de facies de tamaños de grano finos y algo más gruesos que indican la dominancia de la repetición de procesos de asentamiento (decantación) y de llegada de las fracciones algo más gruesas.

Esta alternancia puede asimilarse a la sucesión de periodos de buen tiempo (asentamiento) y de tormenta (remoción del fondo) o bien de fuertes vientos que coinciden con mareas vivas (probablemente los efectos de los vientos y de las mareas se potencian mutuamente).

2-6.- Las calizas cámbricas en la serie del horno de cal (km 7.5)

En el kilómetro 7.5 de la carretera de Alcaudete de la Sierra a La Fresneda aflora una sucesión eminentemente carbonatada muy alterada por el metamorfismo de contacto debido a la intrusión granítica vecina y atravesada por varios filones de espesor variable. La serie se levanta a lo largo del corte de la margen occidental de la carretera junto a un arroyo en el que se sitúa un antiguo horno de cal que da nombre a la localidad.

El encabezamiento de la columna, donde se indican las características texturales, muestra algunas diferencias con el de las otras series levantadas en carbonatos pues he representado conjuntamente las características texturales de los carbonatos y de las rocas siliciclásticas. En la parte interior de la serie, hasta el m 28, se utiliza el encabezamiento convencional. Desde ahí hasta el final (m 28 a 110), uno adecuado a las rocas carbonatadas.

Los términos diferenciados son:

- (1): lutitas y margas;
- (2): calizas grises;
- (3): calizas laminadas (localmente estromatolitos);
- (4): alternancias de lutitas y areniscas de grano fino a muy fino y
- (5): arenisca de grano fino a medio.

La parte inferior de la sucesión (metros 0 a 25) comprende materiales siliciclásticos. Son pizarras de color verde oscuro con intercalaciones centimétricas de areniscas de tamaño de grano arena fina. La estructura interna de estas capas es laminación paralela o localmente ondulada y suelen mostrar superficies onduladas de *ripples* y capas discontinuas con laminación lenticular. La morfología de las lenticulas es similar a la de los *ripples* de oscilación simétricos. La sucesión se organiza en varias secuencias granocrecientes distinguidas por aumentar hacia arriba el número de capas areniscosas por espesor de serie.

Se interpreta esta parte como un depósito marino profundo con fondo tranquilo donde decantaban las fracciones finas y al que llegaban

esporádicamente aportes de tamaño de grano más grueso a favor de corrientes de fondo, probablemente turbidíticas, en ambientes de plataforma a talud.

La **serie carbonatada** está constituida sobre todo por alternancias de margas y calizas laminadas. La laminación es muy regular y sólo en algunos casos (m 44, 52, 56) se observa una tendencia a formar montículos regulares que llegan a reflejarse en la morfología de las capas correspondientes, pero sin que haya apreciado una ruptura de las láminas.

La interpretación de éstas litofacies puede ser discutible. En mi opinión, parte de ellas pueden representar turbiditas calcáreas en zonas marginales (distales) de una plataforma carbonatada que estaría situada hacia el sureste (de acuerdo con el conocimiento regional). No obstante, varios geólogos (y yo mismo) encontramos también probable la posibilidad de que sean de tipo estromatolítico, al menos en parte. En este caso, alternarían con materiales propios de ambientes claramente marinos (margas y margozalizas) y deberían considerarse como estraomatolitos no costeros o intermareales que tienden a mostrar una mayor irregularidad en la laminación pues desarrollan bóvedas y resaltes a favor de las fracturas producidas por la desacación o la erosión durante arrasamientos costeros.

En cualquier caso, la asociación de facies sugiere un ambiente marino más abierto que el invocado en las sucesiones estudiadas en el sector oriental de la Hoja de Los Navalmorales y en las cercanías de San Pablo de los Montes ya en la Hoja de Navahermosa.

Como los materiales terrígenos siliciclásticos están seguidos de carbonatos y no hay evidencias de ruptura entre ellos, cabe asimilarlos a un mismo evento sedimentario dentro de la óptica de la Estratigrafía Secuencial. Si ello es así, los materiales de la parte inferior representan el techo de la potente sucesión depositadas durante la transgresión marina correlativa con una subida relativa del nivel del mar y los carbonatos serían indicadores de la progradación rápida de los ambientes costeros durante el momento de máxima elevación del nivel relativo y los episodios iniciales de la caída del nivel del mar. Se trataría, en consecuencia, de la parte alta de un *Transgressive Systems Tract* (véase un resumen de los razonamientos oportunos en VAN WAGONER, *et al.*, 1988 y SARG, 1988).

2-7.- La Serie Púrpura de la serie del Cortijo de las Pistolas

Corresponde a la denominada también "Capas Intermedias" o "Tremadoc". Entre las casas y las tapias del cortijo, a lo largo del camino, se distinguen (en el suelo del propio camino) hasta 90 m de materiales de grano relativamente grueso y menos deleznable que los que los rodean, de modo que inducen una pequeña elevación topográfica. La conservación es bastante deficiente por su cercanía a rocas intrusivas y la deformación que han sufrido. Ello restringe mucho la observación y aún más las garantías de la interpretación pues los datos son escasos y de poca calidad.

El motivo litológico más abundante es la alternancia de niveles de microconglomerados y arenisca, con granoclasificación positiva, entre pizarras. El color general es rojizo o violáceo. El contacto entre ambas litologías es neto, pero las dimensiones del afloramiento no permiten (en la mayoría de los casos) saber hasta qué punto son erosivos.

Los cantos son mayoritariamente de cuarcita y bastante redondeados pero, como aparecen deformados, el dato hay que tomarlo con precaución.

Para interpretar esta sucesión parece importante tener en cuenta el carácter alternante de materiales de tan diverso tamaño de grano. Según éste, podría pensarse en un ambiente fluvial o deltaico de grano grueso, lo cual ayudaría a explicar, el menos en parte, su coloración rojiza (?). Podría pensarse en un *fan delta* pero, en ese caso, habría que demostrar que estos materiales están relacionados lateralmente con abanicos aluviales enraizados en algún tipo de relieve más o menos importante. Se podría precisar bastante más si se conociera bien la morfología de las bases de los conglomerados, para ver si se les puede atribuir a rellenos de cuerpos canalizados. Por lo que pude observar, las bases eran relativamente planas y ello me lleva a pensar en ambientes más profundos, con aportes de grano grueso (transportados por procesos de tipo turbidítico, o parecido) que llegaban a fondos de grano habitualmente fino. Una posibilidad muy sugerente es que se trate de conglomerados resedimentados en ambientes marinos de cierta profundidad.

2-8.- La Cuarcita ordovícica (*Cuarcita Armoricana*) de la serie de Nevada

Se ha levantado unos metros al oeste del carril que cruza la prolongación oriental del Vértice Nevada (cota 864) a partir del Cortijo de Las Labores. La principal dificultad es que, al tener que caminar a campo través, quedan sin afloramiento los términos más deleznable (¿de tamaño de grano más fino?). Las capas de cuarcita forman crestones en la topografía que he utilizado como referencias para reconocer la sucesión en el campo. El corte del carril es aún más pobre.

La mayoría de las capas son de notable potencia y superan los 40 a 50 cm. Todas ellas aparecen intensamente diaclasadas, lo que enmascara en parte la estructura interna.

Las estructuras más prominentes que he encontrado son la estratificación cruzada en surco, en *sets* de escala media, que interpreto como el resultado de la migración de *megaripples* de crestas curvas o de media luna. Se conserva las morfologías de los *megaripples*, que es visible tanto en corte (m 52, 60, 64) como en la superficie (techo) de muchas capas (m 52, 60). Las direcciones y sentidos de paleocorrientes que he podido reconocer y medir (lo cual no es tan simple a causa de la recristalización y el diaclado) son muy constantes hacia el noreste, con valores alrededor de los 50° E.

No he podido poner de manifiesto tendencias de espesor de capas o de tamaños de grano por la cobertura o (y) la recristalización respectivamente.

De acuerdo con estos datos se interpreta como una superposición de barras de plataforma compuestas por cuerpos individuales de altura métrica (m 64) o decimétrica (m 35, 52, 59) movidas por corrientes de tendencia (observada) bastante uniforme a todo lo largo de la sucesión. El mecanismo de transporte se ha asimilado en zonas vecinas a corrientes de marea (PORTERO y DABRIO, 1988; DABRIO, 1988 y 1990).

3.- HOJA 656 (GALVEZ)

Los únicos afloramientos paleozoicos de esta Hoja se sitúan en su extremo oriental cerca de la localidad de Noez y tienen cierta importancia pues han sido objeto de diversos estudios estratigráficos y paleontológicos en un intento de correlacionar estas pizarras verdes y calizas con los definidos como serie "característica" de esta parte de los Montes de Toledo.

APARICIO (1971) y APARICIO y GIL CID (1972) pusieron de manifiesto su pertenencia al Cámbrico Inferior a partir del hallazgo de Trilobites. Por tanto no parece indicado considerarlas como Pizarras del Pusa, que fué la idea con la que se me envió a levantar las columnas, y debe precisarse mucho más esta atribución. Es conveniente estudiar con cuidado las láminas delgadas de estos carbonatos para tratar de esclarecer su génesis a partir de las texturas y, si ello fuera posible, su edad.

Según mis informes, en la documentación de una Hoja MAGNA (supongo que la 657 - Sonseca) se ha incluido el material paleontológico recolectado en los materiales del Cámbrico Inferior de los cerros de Noez. Hay, pues, que confirmar estos puntos y recabar, en su caso, la correspondiente información del ITGE.

3-1.- Las pizarras cámbricas del km 23,750 la carretera de Polán a Gálvez

Se trata de una sucesión de noventa metros de espesor que aflora en el corte de la carretera al coronar el collado según se viaja de Gálvez a Polán. El resto de la sucesión está cubierto pero existen otros afloramientos desconectados en cortes de la carretera vecinos al descrito (km 24). A lo largo del corte se ven varias fracturas que pueden haber trastocado la sucesión pero la pequeña extensión del afloramiento y la semejanza de las facies implicadas me han impedido determinar su importancia exacta.

La litología dominante son las pizarras verdes con laminación paralela textural que aparecen en el encabezamiento de la columna como facies **M**. Localmente se trata de pizarras grises u oscuras (por ejemplo, metro 35).

Así pues, los miembros diferenciados en la cabecera son:

M: pizarras verdes con laminación paralela textural. Muchos restos oxidados de tamaño milimétrico que resaltan la laminación.

M₁: capas centimétricas (1 a 2 cm) de pizarras verdes con alguna intercalación milimétrica (1 a 3 mm) de areniscas blancas finas a muy finas, cuya estructura interna es laminación paralela, *ripples* aislados con laminación cruzada (laminación lenticular) y *ripples* deformados por carga que se han introducido en la capa infrayacente. Existen muchos huecos oxidados pequeños (0.1 a 0.2 mm) en las pizarras que sugieren oxidación de minerales originales (¿sulfuros?). Es de suponer que se puede precisar a partir del estudio microscópico de las muestras que se hayan recolectado.

M₂: similar a **M₁** pero con mayor abundancia de capas de arenisca que, además, son más potentes (1 a 5 mm).

M₃: alternancia capas de pizarras verdes (1 a 3 cm) y de capas de areniscas blancas mili-a centimétricas (generalmente 5 a 8 mm), con laminación paralela, laminación cruzada de *ripples* de corriente y de oscilación muy asimétricos, muchos de ellos deformados por hundimiento en las capas (originalmente plásticas) infrayacentes.

La tendencia de la sucesión es que aparezcan capas predominantemente de **M** y de **M₁** que se alternan (metros 10, 18, 75, ...). Participan también las otras facies descritas en tránsito gradual (**M₂** hacia el metro 45) o alternantes (**M₃** en metros 54; **M₂** y **M₃** en el metro 57, ...).

Estos cambios representan oscilaciones bruscas o graduales de las condiciones del medio sedimentario.

Acerca de los procesos sedimentarios y el ambiente, me parece muy similar al descrito para las pizarras del Pusa.

La mayor parte de la serie está constituida por pizarras de facies **M** que se interpreta como el resultado de la decantación del material arcilloso transportado en suspensión. El depósito se realizaba en fondos tranquilos con la superficie *redox* (separación entre las partes oxidadas y reducidas del sedimento) cerca de la interfase agua-sedimento, lo cual puede justificar la presencia de materiales oxidados (restos piritosos), que probablemente estén relacionados con la abundancia de materia orgánica.

En las facies de interlaminados de pizarras y arenas finas se pueden identificar dos procesos de sedimentación distintos: floculación de arcillas a partir de la suspensión y depósito de arenas muy finas y finas con estructuras tractivas a partir de corrientes diluidas. Es decir, la sedimentación autóctona estaba dominada por la floculación de arcillas y que de vez en cuando quedaba interrumpida temporalmente porque llegaban corrientes de fondo que actuaban como barrera impidiendo que el material que caía desde la suspensión alcanzara el fondo. Al disminuir la intensidad de las corrientes desaparecía el efecto de barrera física y se reanudaba el asentamiento masivo de las arcillas bloqueadas por la corriente. La fracción dominante suele ser la arcilla lo cual puede interpretarse, en principio, como una indicación de que la sedimentación autóctona era mucho más elevada y persistente que la otra. La fracción fina se concentraría en niveles concretos de las aguas formando capas turbias (*turbid layers*) y se mantendría en ese estado durante mucho tiempo viajando a largas distancias.

A partir de ello supongo que el depósito se realizó en zonas tranquilas y ¿profundas? a partir de dos procesos distintos: el más importante en cuanto a su duración era la floculación de los sedimentos en suspensión;

esporádicamente, alternaba con él otro proceso, relativamente rápido, durante el que se depositaban arenas finas arrastradas por corrientes diluidas, derivadas de la dilución progresiva de corrientes densas, que aún conservaban cierta capacidad tractiva.

Las corrientes de fondo transportaban limos y arenas muy finas y poseían cierta energía que ha quedado registrada en las estructuras sedimentarias: laminación paralela de alto régimen de flujo y laminación cruzada de *ripples* de corriente.

A escala de la sucesión, las facies interlaminadas (M_1 , M_2 y M_3) aparecen formando niveles de espesor variable entre las dominadas por la pizarra (M). Una posible causa de esta repetidas sustituciones sería la influencia de los cambios relativos del nivel del mar. Los niveles más ricos en arena ("proximales") corresponderían a episodios de nivel relativo del mar bajo y los predominantemente pizarrosos ("distales") a épocas de nivel relativo del mar alto. No puedo precisar si éstos cambios serían sólo de origen eustático o se deberían también a causas tectónicas.

3-2.- Las pizarras y carbonatos del Cámbrico al sureste del Puerto de la Jarosa

La sucesión se encuentra al sureste del Puerto de la Jarosa, en el collado por donde pasa el antiguo camino (hoy interrumpido por una alambrada) de Noez al kilómetro 23,1 de la carretera de Polán a Gálvez. Este collado separa el Cerro del Pico de Noez de un cerrete de cota 880 m.

Los materiales que afloran allí son, en gran parte, similares a los del corte anterior pero la sucesión sólo está bien expuesta a lo largo del camino entre los metros 0 y 60. El resto, ladera arriba, presenta unas condiciones de observación más limitadas. Entre los términos siliciclásticos sólo he encontrado facies finas (M , M_1 y M_2). Hacia la parte alta afloran intercalaciones de calizas de aspecto similar a las de Los Navalucillos, no muy bien conservadas.

Así pues, los miembros diferenciados en la cabecera son:

M: pizarras verdes con laminación paralela textural. Muchos restos oxidados de tamaño milimétrico que dan las láminas de estratificación. Grandes diferencias en la compactación que producen resaltes topográficos.

M_1 : capas centimétricas (1 a 2 cm) de pizarras verdes o verde-grisáceas, con alguna intercalación milimétrica (1 a 3 mm) de areniscas blancas finas a muy finas, cuya estructura interna es laminación paralela, *ripples* aislados con laminación cruzada (laminación lenticular) y *ripples* deformados por carga e introducidos en la capa infrayacente. Aparecen muchos huecos oxidados pequeños (0.1 a 0.2 mm) en las pizarras que sugieren oxidación de minerales, probablemente sulfuros metálicos (?).

M_2 : similar a M_1 pero con mayor abundancia de capitas de arenisca que, además, son más potentes (1 a 5 mm).

Estas facies alternan (metros 22 a 40, 80, ...) o se suceden formando tendencias granocrecientes (metros 10 a 12, 82 a 84, 98 a 100, ...).

La interpretación sedimentaria es similar a la de la sucesión anterior y no la repito para no alargar excesivamente este informe.

Los niveles de carbonato tienen aspecto lenticular pero se siguen relativamente bien en el campo. He encontrado tres: el inferior (m 113) es el más potente con diez metros de espesor y los otros son progresivamente más delgados pues el siguiente hacia arriba (m 130) mide tres metros y el más alto (m 130) sólo dos.

Las facies sedimentarias que se encuentran en los carbonatos son:

- (1).- Alternancias de pizarras y niveles centi- a decimétricos carbonatados
- (2).- Calizas grises que, a la lupa, están totalmente recristalizadas.
- (3).- Alternancias de capas centi- a decimétricas de calizas grises (de aspecto masivo a la lupa) y de capas mili- a centimétricas de calizas de un color más claro que, a la lupa, parecen de tamaño de grano más grueso (calcarenitas). Estos nivelillos parecen presentar laminación lenticular pero suelen estar intensamente deformados de forma, en muchos casos, similar a la descrita en la serie de La Morra (cf. § 5-1) y en otros en pequeños repliegues (de escala centi- a decimétrica) de origen tectónico. Otra posibilidad es que se trate de nivelillos estromatolíticos con una deformación como la de La Morra

Interpreto que estos niveles carbonatados representan llegadas esporádicas de material calcáreo a zonas que anteriormente eran de cierta profundidad. Esto puede explicarse de varias formas y el análisis petrológico de las láminas delgadas es fundamental para decidir entre ellas. Una posibilidad, pendiente de comprobar, es que se trate de un desarrollo de carbonatos en la plataforma externa poco profunda favorecido por el relleno del espacio disponible en la plataforma tras una subida del nivel relativo del mar y el episodio correspondiente de nivel relativo del mar alto (*Higstand Systems Tract*). Las facies implicadas corresponden a alternancias de depósitos autóctonos (margas y margocalizas) y de material arrastrado (calcarenitas). Si son estromatolitos, podría pensarse, incluso, en ambientes más someros.

3-3.- Las pizarras cámbricas del camino al Pico de Noez

Están representadas por una sucesión de un centenar de metros que aflora en la curva que alcanza la posición más meridional del camino de Noez al Pico de Noez.

Afloran pizarras verdosas, localmente grisáceas, similares a las descritas en las dos series anteriores, con niveles más o menos compactos que producen pequeños resaltes topográficos.

Las facies reconocidas y representadas en la columna que se levantó son sobre todo **M** y algo de **M₁**, con tendencia a **M₂** en algunos términos pero sin llegar a serlo claramente.

Como en los casos anteriores, la descripción somera de estos materiales es:

M: pizarras verdes con laminación paralela textural. Muchos restos oxidados de tamaño milimétrico que resaltan la laminación. Grandes diferencias en la compactación que producen resaltes topográficos.

M₁: capas centimétricas (1 a 2 cm) de pizarras verdes o verde-grisáceas, con alguna intercalación milimétrica (1 a 3 mm) de areniscas blancas finas a muy finas, cuya estructura interna es laminación paralela, *ripples* aislados con laminación cruzada (laminación lenticular) y *ripples* deformados por carga e introducidos en la capa infrayacente. Muchos huecos oxidados pequeños (0.1 a 0.2 mm) en las pizarras que sugieren oxidación de minerales originales (¿sulfuros?).

La interpretación es similar, con una persistencia notable de los ambientes tranquilos donde floculan las arcillas. Por lo que se puede observar esto sucedía fuera de la influencia de la agitación del oleaje.

3-4.- La *Serie Púrpura* y la Cuarcita Armoricana del Pico de Noez

Las partes altas del Pico de Noez (cota 1.035) y del vecino Puerto de la Jarosa (cota 940) están constituidas por materiales en los que dominan las alternancias de cuarcitas y areniscas con pizarras con un color predominantemente violáceo. He levantado un segmento representativo aprovechando el corte fresco del carril de acceso a la cumbre, pues el resto está mal expuesto en la ladera roturada para repoblación de pináceas. En la cumbre del Pico de Noez aparece además, sobre ésta, una serie de cuarcitas y pizarras blanco-amarillentas asimilada a la Cuarcita Armoricana.

La *Serie Púrpura*.

La parte inferior (metros 0 a 28) está constituida por pizarras (facies **M**) que dan paso alternancias de pizarras y cuarcitas (éstas en bancos de 10 a 40 cm de espesor). Se intercalan niveles de predominio cuarcítico (bancos de 30 cm) con delgadas pasadas de pizarras (metros 3 a 7, 20 a 25, ...). Estas intercalaciones no parecen formar secuencias definidas de espesor de capas, pero sí hay una estratocreciente entre los metros 24 y 27.

La estructura interna es poco visible pues, con frecuencia, no se observa casi ni la estratificación a causa de la fracturación y los repliegues locales. Lo más destacable son las superficies onduladas (m 18), la estratificación cruzada *hummocky* de algunos niveles (m 16 y 21 a 27) y la laminación paralela de otros (m 21 a 27). Todos estos rasgos son indicativos de un ambiente dominado por oleaje en medio marino (?).

Entre los metros 30 y 40 se extiende un tramo predominantemente arenoso cuyos límites vienen definidos por dos fracturas que interrumpen la sucesión y cuya importancia exacta no he podido determinar. En la parte baja, una secuencia estratocreciente (hasta m 32) da paso a una facies que se va a repetir mucho a lo largo de la sucesión: areniscas finas a medias de color

violáceo, con laminación cruzada de *ripples* de oscilación, superficies onduladas correspondientes a *ripples* de oscilación de crestas rectas y sinuosas y delgadas intercalaciones de pizarras. Para evitar repeticiones la llamo Sr (una subfacies de las de areniscas S, cf. § 5-7). Estos materiales también forman una secuencia estratocreciente.

La interpretación de estos materiales es que se trata de un depósito arenoso en una plataforma marina (?) sometida a la acción del oleaje.

A partir de ahí (m 41) hasta al metro 110 se suceden varias repeticiones de un motivo rítmico semejante aunque con diferencias individuales en cada caso:

(a) episodios de facies heterolíticas (H) en las que domina la arenisca de color violáceo o rojizo, con múltiples evidencias de acción del oleaje: laminación paralela, estratificación cruzada *hummocky*, laminación cruzada y superficies onduladas debidas ambas a *ripples* de oscilación de crestas rectas orientadas NW-SE. Varios de estos episodios constituyen auténticas facies Sr (metros 50 a 53, 82, 89, ...). También aparecen estratificaciones cruzadas en surco de sentidos sur y sureste (m 86). Hacia el metro 56 se distingue una secuencia estratocreciente.

(b) episodios de areniscas o cuarcitas (facies S), generalmente en bancos de 20 a 40 cm, salvo a techo (metros 104 a 110) donde las capas individuales superan el metro. Pueden incorporar laminillas de pizarra de espesor centimétrico. La estructura interna es poco visible, al parecer por recristalización. Cuando se observa, se trata de laminación paralela, ondulada o estratificación cruzada *hummocky*.

Estos dos grupos de facies alternan entre sí pero sin que se pueda afirmar que forman secuencias.

Entre los metros 100 y 134 dominan las facies H y S (sobre todo Sr) con superficies onduladas y laminación lenticular debidas ambas a *ripples* de oscilación de crestas orientadas según la dirección NW-SE. Hacia el metro 122 hay capas de arenisca deformadas en bolos (pseudonódulos).

El ambiente sedimentario es similar a los aducidos anteriormente para materiales semejantes a éstos.

A partir de este punto, entre los metros 134 y 155 se definen secuencias estratocrecientes que comienzan con facies H y acaban en S; ejemplos característicos son las de los metros 135 a 140, 140 a 142, 142 a 146, 146 a 152. La estructura interna de las capas de arenisca muestra aún la laminación paralela y ondulada y los techos de capas retocados por *ripples* y *megaripples* de oscilación propios de los ambientes dominados por el oleaje.

La Cuarcita Armoricana

He decidido situar el límite con la Cuarcita Armoricana hacia el metro 156 por las litologías y los coloridos claros de la sucesión, así como la estructura interna de los bancos más gruesos que pasa de laminación paralela y ondulada a estratificación cruzada con sentido de paleocorriente más frecuente hacia el sureste (dentro de la escasez de los datos, como se aprecia en la columna).

El corte fresco del carril permite levantar una sucesión muy detallada de parte de las facies H, que suelen estar cubiertas en las series levantadas en las otras Hojas del Proyecto. Los bancos de cuarcita son de aspecto masivo pues el corte fresco es poco apropiado para ver la estructura interna y las capas de superficie meteorizada no son accesibles por la perfección de la alambrada que rodea el afloramiento separándolo de la carretera. No obstante se distingue estratificación cruzada en algunos bancos, sobre todo de la parte superior, que indica sentidos de paleocorrientes hacia el sureste. Algunos de los estratos muestran techos ondulados correspondientes a *megaripples* cuyas crestas se orientan E-W.

En las capas más delgadas, que alternan con láminas más o menos delgadas de pizarras blancas, se observan rasgos propios de retoques por la acción del oleaje: bancos con el techo ondulado y laminación lenticular debidos ambos al desarrollo de *ripples* de oscilación de crestas rectas, orientadas también E-W; lo cual es una importante diferencia con los de los intervalos precedentes.

Ambas facies se organizan en tendencias estratocrecientes visibles en los metros 156 a 164, 164 a 172, 172 a 177 y 177 a 187.

La interpretación es análoga a la invocada en otros materiales de esta misma facies descritos en otras Hojas. Atribuyo las megasecuencias de tendencia estrato- y granocrecientes al resultado de la migración de barras arenosas (facies S) en una plataforma siliciclástica marina somera, movidas por corrientes que, en otros puntos de los Montes de Toledo, he podido identificar como mareales.

4.- HOJA 658 (MORA)

En esta Hoja he estudiado varios afloramientos en los alrededores del pueblo sobre todo en la alineación montañosa sobre la que se asientan el castillo de Mora y la ermita de Nuestra Señora de la Antigua.

4-1.- Las calizas cámbricas de la serie del club pintado de azul.

En el corte de la carretera a la Venta del Escándalo, un kilómetro al sur de Mora, se levantó una serie en materiales carbonatados que se suponen equivalentes laterales de las *Calizas de los Navalucillos* de edad Cámbrico Inferior (término cartográfico 3). Se sitúan a la altura de un club de no muy buena nota, pintado de azul, que ocupa una amplia explanada.

La sucesión presenta una potencia de una veintena de metros y está formada por bancos de carbonatos laminados, de espesor variable, que alternan con niveles grisáceos de margas y margocalizas.

No se ha podido establecer con certeza la existencia de estromatolitos en los bancos calcáreos que aparecen muy recristalizados y probablemente dolomitizados puesto que no se atacan con CIH diluido ni se tiñen con la tinción diferencial de calcita / dolomita.

Las interpreto como un depósito de plataforma marina (?) somera, con cierta influencia de los aportes terrígenos finos del continente.

4-2.- Las pizarras cámbricas de la carretera a la Ermita de N. S. de la Antigua

A lo largo del camino a la Ermita afloran más de cincuenta metros de pizarras verdosas (término cartográfico 4) con laminación paralela textural. Probablemente, esta laminación está relacionada con la fuerte compactación y diagénesis.

Intercalados con las pizarras aparecen nivelillos de arenisca de grano muy fino a fino, muy alteradas y de color blanco verdoso. El espesor medio de estas capitas es de dos centímetros.

La sucesión continúa hasta la base del cerro de la Ermita y debe medir, por tanto, varios cientos de metros de espesor. En unas canteras-basureros ubicados algo al este, ya en el camino de la Ermita, se observan de nuevo estas pizarras verdes y son similares a las del cruce, sin que haya observado niveles areniscosos.

La monotonía de esta sucesión y la escasez de estructuras registrables aconsejó levantar una sucesión de detalle de un término representativo y no de todo el conjunto.

Se interpreta como un depósito de mar profundo (al menos por debajo del nivel de base del oleaje) que podría indicar, incluso, la plataforma externa pero que, más probablemente, tendría lugar hacia el talud continental o la cuenca.

La litología, color y texturas (visibles en campo, sin estudio microscópico), de estos materiales son análogas a las de las pizarras verdes con lentejones de carbonatos que afloran en los alrededores de Noez. Además parecen ocupar una posición semejante.

A la vista de los resultados de las determinaciones paleontológicas de APARICIO (1972) Y APARICIO y GIL CID (1972) en las cercanías de Noez y dada la semejanza de éstos materiales con aquellos, parece que pueden atribuirse al Cámbrico Inferior. Estos extremos estratigráficos deben precisarse con vistas a la Memoria de las Hojas.

4-3.- La *Serie Púrpura* de la serie de la Ermita de Nuestra Señora de la Antigua

A lo largo del camino de acceso a la Ermita, siguiendo la cara sur del cerro donde ésta se alza, se puede levantar una serie de unos cien metros de espesor (término cartográfico 5) cuya calidad de observación es mejor hacia la base (metros 0 a 30). La atribución de estos materiales, de facies análoga a las Capas Intermedias o Serie Púrpura, al Tremadoc es puramente hipotética y se basa en que aflora estratigráficamente por debajo de la cuarcita ordovícica.

En la parte basal la sucesión consta de pizarras con intercalaciones de bancos de cuarcitas y areniscas relativamente finos (entre 10 y 30 cm. Las capas areniscosas tienen en muchos casos morfologías lenticulares convexas hacia arriba relacionadas con *ripples* de oscilación mayoritariamente simétricos. Son frecuentes las superficies onduladas entre las capas de arenisca o cuarcita. Las capas del metro 2 al 6 se asimilan a *megaripples* conservados completos cuya estructura interna se observa muy mal.

También aparecen en este intervalo tres capas métricas de conglomerados sostenidos por la matriz (*mud supported*) con cantos redondeados de cuarzo, cuarcita y pizarra, cuyo diámetro máximo oscila entre 10 y 15 cm. La capa del metro 19 a 20 incluye un nivel de cantos blandos que puede representar un episodio erosivo interno; además hacia el techo existe evidencia de estratificación cruzada. Las capas de los metros 22 y 23 presentan superficies internas de erosión a cuyo favor se desarrollan canalizaciones.

El resto de la sucesión aparece más deformado a causa de su menor tamaño de grano y ello se traduce en una menor precisión de la observación. Se reconocen varias secuencias granocrecientes de espesor decamétrico evidenciadas por la mayor abundancia de nivelillos de arenisca entre las pizarras. Aunque estos niveles arenosos son de espesor centimétrico, se observa cierta tendencia estratocreciente paralela a la de incremento de tamaño de grano.

Las características de los depósitos evidencian una evolución vertical en las condiciones deposicionales. En la parte baja, las interpreto como depósitos marinos someros de plataforma en la que migraban trenes de *megaripples* y se acumulaba la arena en capas bajo la oscilación del oleaje. A esta plataforma llegaban avalanchas de conglomerados de origen dudoso por la pobreza del afloramiento. Una explicación puede ligarse a desplomes de depósitos fluviales o de deltas conglomeráticos; otra, a la llegada masiva de material grueso durante avenidas importantes ligadas a grandes tormentas o lluvias torrenciales en la costa. Una explicación alternativa sería suponer que los conglomerados fuesen depósitos residuales (*lags*) en la plataforma dejados por erosión del fondo durante tempestades, pero el hecho de que estén sostenidos por la matriz parece, en principio, oponerse a ello.

La parte media y alta de la sucesión muestran repetidos incrementos del porcentaje de arena que parece reflejar una progradación repetida de los ambientes arenosos más someros, o sea, muestran una tendencia somerizante. No obstante, la pobre calidad de observación impide precisar gran cosa al respecto.

4-4.- *La Serie Púrpura y la Cuarcita ordovícica de la serie del Cerro del Morejón*

La serie se levanta en la ladera del cerro de Morejón, una vez pasado el collado que lo separa del cerro de la Ermita (situado algo hacia el oeste). Un rasgo característico es la presencia de crestones cuarcíticos que resaltan en los cerros y a los que nos referiremos con motivo de reconocer en el campo los términos de la serie.

Aflora allí una sucesión de unos cuarenta metros de pizarras y areniscas finas que representa la parte más alta de la Serie Púrpura (término cartográfico 5). La poca calidad de afloramiento y la ausencia de estructuras sedimentarias sólo permiten suponerlas como propias de mar (?) de fondo tranquilo esencialmente por debajo del nivel de base del oleaje de tormentas.

Sobre ésta, comienzan los crestones propios de las cuarcitas blancas atribuidas al Ordovícico con las típicas facies de Cuarcita Armoricana (término cartográfico 6). Los 40 m inferiores de estos materiales consisten en alternancias de cuarcitas blancas y de pizarras. Las cuarcitas aparecen en bancos decimétricos. En la parte baja de este término oscilan entre 10 y 25 cm con bancos más potentes del orden de 50 cm (m 70). Hacia el techo de este intervalo (m 80 a 85) son de 30 a 40 cm de espesor. Se observa alguna tendencia estratocreciente (m 65 a 70).

La cuarcita en bancos potentes propia de la facies armoricana comienza a partir del m 85 (primer crestón). No se observan los tramos entre estos bancos gruesos y es de suponer que estén formados por materiales de grano más fino y deleznable. Probablemente se trata de facies heterolíticas como las descritas en otras sucesiones de las Hojas vecinas y que llegan a observarse aquí en el m 145.

Los bancos de cuarcita están formados por unidades con estratificación cruzada de gran escala con paleocorrientes dirigidas sobre todo hacia el oeste y noroeste y alguna subordinada hacia el este-sureste. La apreciación de estas direcciones es bastante fiable, pero no lo es tanto la afirmación de su abundancia; en efecto, se indica que sólo he visto un caso de

paleocorriente hacia el sureste, pero, considerando la dificultad de observación de las estructuras sedimentarias en estos materiales, conviene tratar este dato con la debida precaución. Se reconocen ejemplos de *megaripples* conservados completos incluyendo la estructura interna (m 89 y 159) y otros de los que sólo se observa la morfología en el techo de una capa (m 106, 146, ...).

Con los datos anteriores y el carácter de la sucesión, en la que se intercalan bancos de predominio pizarroso mal expuestos, se interpreta como una superposición de barras de plataforma compuestas por cuerpos individuales de altura métrica cuyo mecanismo de transporte no se puede precisar en este punto pero que, en zonas vecinas, se ha asimilado a corrientes de marea (PORTERO y DABRIO, 1988; DABRIO, 1988 y 1990). Los techos de las mesoformas están retocados por *megaripples* y *rippes* de oscilación de varias escalas.

En zonas vecinas aparecen como parasecuencias somerizantes estrato- y granocrecientes que resultan de la progradación de los ambientes sublitorales donde se depositan las barras de arena. En conjunto forman un *set* de parasecuencias progradantes cuya tendencia general es incierta.

4-5.- Las *alternancias superiores* (Alternancias de Pochico) del camino al Castillo de Mora

A lo largo del carril de acceso al castillo aflora, bajo una potente capa de derrubios de pie de ladera, una decena de metros de alternancias de areniscas y pizarras que son similares a las descritas en otros puntos como "alternancias superiores" o "Alternancias de Pochico". Todo el tramo visible muestra un color rojizo vino con tonos violáceos.

Las capas de arenisca son poco potentes y tienen como media entre 15 y 25 cm. La mayoría de ellas presenta rasgos propios de la acción del oleaje: laminación paralela asociada con laminación ondulada, laminación cruzada de *ripples* de oscilación, laminación lenticular con lentejillas cuya morfología indica su génesis relacionada con *ripples* de oscilación simétricos y superficies de *ripples*, de crestas eminentemente rectas, en el techo de varias capas.

De acuerdo con esto se puede interpretar como un depósito de plataforma marina somera sometida a los oleajes de tempestad en función de la abundancia de estructuras sedimentarias primarias indicativas de la acción del oleaje.

4.- HOJA 684 (NAVAHERMOSA)

En esta Hoja he levantado series en dos localidades: en el área de San Pablo de los Montes y en la carretera de Navahermosa a Navas de Estena. Entre ambas se cubren los afloramientos más representativos y se recogen las máximas posibilidades de variación lateral.

Una de las series corresponde a las calizas cámbricas (*Calizas de Los Nvalucillos*) en uno de los mejores afloramientos de la región, aunque la intrusión del granito haya estropeado algo estas rocas.

Dos de las series cubren los materiales del Ordovícico Inferior (Tremadoc?): las del Arroyo del Trampal de la Hiruela, al sureste y la de la cota 1234 al suroeste de San Pablo de los Montes, respectivamente. La conservación es muy deficiente en ambos casos.

La serie del sector oriental de la Hoja se ha levantado a fragmentos y los materiales del Ordovícico Inferior (Cuarcita Armoricana y Alternancias de Pochico) se han estudiado en series separadas unos kilómetros entre sí: las de Peñafiel (cota 1420) y la de la carretera a los Baños del Robledillo. Como es natural, debe faltar parte de la sucesión entre ellas, pero las columnas que ofreaco pretenden, sobre todo, dar una visión general de las facies representadas y sus respectivas tendencias.

La serie de la carretera de Navahermosa a Navas de Estena, representativa del sector occidental de la Hoja, es una de las clásicas en la que afloran los materiales del Ordovícico Inferior y Medio: Serie Púrpura (de la que no he levantado columna en este punto), Cuarcita Armoricana, Alternancias de Pochico y Pizarras con *Neseuretus*.

5-1.- Las calizas cámbricas de la serie de la Morra

En el Cerro de la Morra (cota 972), entre San Pablo de Los Montes y Las Navillas se encuentra una sucesión carbonática de casi 100 m de espesor (término cartográfico 3) intruida por una masa granítica. Los procesos de metamorfismo de contacto inherentes a ese contacto han alterado de modo sustancial las características iniciales de las calizas (o dolomías?) haciéndolas irreconocibles en corte fresco, en particular hacia la parte inferior de la serie visible (m 0 a 5). No obstante muchas de esos rasgos se reconocen en las superficies meteorizadas y ello permite hacer un ensayo de interpretación.

Otro hecho notable es la intensa mineralización de los carbonatos que han sido sustituidos parcialmente por granates (grossularita y diópsido), rodonita, fluorita, etc. (comunicación en el campo de los geólogos de ENADIMSA e ITGE). En la columna se indica mediante iniciales el tipo de mineral que aparece en los diversos niveles (G: grossularita y R: rodonita). Además se distinguen niveles ricos en óxidos de hierro y otros, en particular, en limonita.

La sucesión se ha levantado, y representado, la sucesión en función de varios términos litológicos y texturales que se pueden distinguir en el campo *de visu* y con lupa. Se han considerado las siguientes texturas:

- (1): micriticas y recristalizadas,
- (2): alternancias de calizas laminadas (incluso estromatolíticas) y calcarenitas con aspecto mas o menos masivo;
- (3): laminadas,
- (4): estromatolíticas y
- (5): calcareníticas (incluyendo las masivas, con laminación paralela o cruzada, con estratificación cruzada, etc).

En la parte inferior de la sucesión, muy alterada y recristalizada por su cercanía al contacto intrusivo) se encuentra un repetición de texturas cuya pauta más completa parece estar integrada por caliza micrítica/masiva (dudoso por la recristalización) → alternancias de calizas laminadas y calcarenitas → caliza estromatolítica.

Cabe destacar que los niveles primitivamente estromatolíticos están en general enriquecidos en minerales de hierro (actualmente oxidados y limonitizados, cf. m 14 y 25) y que suelen aparecer distorsionados por deformación que se atribuye al resultado de la acumulación y ulterior escape de gases derivados de la putrefacción de las partes orgánicas de las algas constituyentes. Este hecho se registra en la columna representada mediante un signo en línea gruesa que semeja una cifra 3 tumbada.

Entre el metro 30 y el 55 se extiende la cantera inferior que permite una excelente observación de la roca fresca y también de la meteorizada. En este intervalo pueden destacarse varias observaciones:

- un banco potente gris, masivo (m 46) cuya estructura interna consiste en estratificación cruzada de gran escala dirigida al sureste y que se interpreta como una barra calcarenítica;
- superficies (techos) de capas agrietados según una distribución pseudo-hexagonal que sugieren grietas de desecación. Al estudiarlas con más detalle se aprecia que no son penetrativas sino protuberantes hacia arriba, por lo que se han interpretado como estructuras de tipo *tepee* (ó *teepee*) debidas a la deformación de láminas de carbonato debidas a la expansión de las láminas superficiales, probablemente en ambiente supramareal;
- la asociación de óxidos de hierro a niveles de estromatolitos y la deformación y desorganización parcial (pues desaparece lateralmente) de algunos de éstos;
- la aparición de grandes cristales de grossularita (indicada mediante la letra G en la columna) en ciertos niveles que suelen ser de los indicados en las columnas 1 (carbonatos micríticos y recristalizados) ó 2 (alternancias de carbonatos laminados, incluyendo los estromatolíticos, y calcarenitas de aspecto mas o menos masivo);
- los niveles de calcarenitas con laminación paralela y cruzada de *ripples* de oscilación asimétricos (m 46 a 48);

Entre los metros 65 y 79 se extiende la cantera superior. Los rasgos más significativos a observar son :

- la abundancia de niveles de estromatolitos y
- la masiva sustitución por rodonita.

Al estudiar el conjunto de la sucesión se aprecia que la asociación vertical de facies tiende a disponerse en: {micrítica (masiva) → alternancias R estromatolítica} o bien {micrítica → calcarenitas → estromatolítica}.

De acuerdo con estos datos se interpreta el conjunto como un depósito marino marginal a costero con emersiones temporales.

Probablemente la disposición lateral de subambientes sedimentarios era: en la zona más externa, o sea hacia el mar, una zona marina (lagoonal?) esencialmente sumergida donde el depósito dominante es micrítico con acumulaciones locales de grano grueso (calcarenitas) que, según su tamaño e importancia volumétrica, pueden atribuirse a reabajado por oleajes locales de capitas de calcarenitas acumuladas durante tempestades, a barras de lagoon o incluso a partes de una barrera que individualizaba esta zona tranquila respecto del mar. Más hacia tierra, una franja de sedimentos calcareníticos colonizados repetidamente por mallas de algas, donde se generaron las facies de alternancias de calcarenitas y estromatolitos. La zona más interna estaría colonizada por estromatolitos con esporádicas invasiones de sedimento de grano más grueso (calcarenitas).

La acumulación de sedimentos en los que alternan y se repiten las facies que generó la sucesión de La Morra se debe a una continua migración de estos subambientes. Ello puede explicarse como el resultado de un hundimiento progresivo, pero constante, del margen de la cuenca y su repetida colmatación por sedimentos carbonatados.

El hueco o vacío sedimentario ofrecido suele tener una morfología tabular, es decir, amplio y poco profundo, a causa de la baja topografía de las zonas en que suelen desarrollarse. Esto supone que los depósitos que lo rellenen pueden ser muy extensos lateralmente pero de poca potencia

La colmatación se produce por la progradación de los ambientes más marginales (costeros) sobre los más marinos y se traduce en la tendencia regresiva de las asociaciones de facies.

Es de destacar que la velocidad de sedimentación de los carbonatos suelen ser muy alta, por lo que cabe suponer que el relleno del hueco ofrecido por la subsidencia sería relativamente rápido. Colmatado éste, no cabe más depósito y se puede llegar a la emersión de ciertas áreas marginales por el crecimiento vertical de los tapices de algas. En éstas condiciones se producen las deformaciones y fracturas citadas (*tepees*, grietas de desecación, ...). En cierto momento, la continua subsidencia fuerza de nuevo al hundimiento y recomienza el ciclo descrito, con la intervención de los mismos, o de distintos, factores deposicionales. Estas diferencias son las responsables de las variaciones verticales observadas en la asociaciones de facies.

5-2.- La *Serie Púrpura* de la serie del Arroyo del Trampal de la Hiruela

Al sureste de San Pablo de los Montes, en el carril que transcurre por el Arroyo del Trampal de la Hiruela para dirigirse al collado entre los vértices Alto Cerecera (cota 1.271) y Peñafiel (cota 1.420) se puede levantar una sucesión correspondiente a la *Serie Púrpura* o "Tremadoc" (término cartográfico 5). Está muy afectada por la cercanía al contacto con la intrusión granítica (de hecho la serie está atravesada al menos por dos filones que causan metamorfismo de contacto) y por la esquistosidad, pero se reconocen algunas litologías y estructuras sedimentarias originales que permiten, por lo menos, esbozar algunas ideas sobre su génesis.

La serie comienza cerca de la fuente de la Bellota, a unos metros sobre el contacto intrusivo, tras un intervalo cubierto.

Los 30 m inferiores están formados por cuarcitas de grano media con tendencias estratodecipientes (m 2 a 5, 11 a 15, 16 a 19), pasando de facies S a H (con dominio de la S), y estratocrecientes (m 26, 40). Presentan evidencias de la acción del oleaje en la asociación de laminación paralela y ondulada con laminación cruzada y lenticular de *ripples* de oscilación y superficies onduladas de este mismo tipo de *ripples*.

Tras los dos filones graníticos que recuecen los materiales, la observación es precaria hasta el metro 50.

A partir de ahí, empieza una serie pizarrosa (m 50 a 95) en la que se intercalan episodios de cuarcitas, muy fracturadas, de potencia métrica y otros bancos más finos (decimétricos) dispuestos aparentemente en secuencias de tipo tanto estratodecipientes (m 57 a 60, 61 a 65) como estratocrecientes (m 69 a 72). La ausencia de estructuras preservadas impide precisar la génesis o emitir una hipótesis con visos de garantías. Por comparación con otros puntos cercanos, puede tratarse de una sucesión marina de plataforma dominada por el oleaje.

Tras un tramo cubierto, las condiciones de observación de las estructuras internas mejoran notablemente y se encuentran facies heterolíticas (H) constituidas por pizarras y cuarcitas con laminación paralela y cruzada de *ripples* de oscilación y superficies onduladas por *ripples*. Se distinguen ciertas tendencias estratocrecientes (m 145 a 150). La génesis de ésta sucesión se supone análoga a la anterior, es decir plataforma marina somera donde flocculan arcillas cuyo fondo sufre esporádicamente la influencia de oleajes de tempestad, que aportan y depositan las capas de arena.

5-3.- La *Serie Púrpura* de la serie de la cota 1.234

Al oeste de la carretera de San Pablo de los Montes a los Baños del Robledillo se levanta una sucesión correspondiente a la *Serie Púrpura* o "Tremadoc" que es el término cartográfico 5. Está muy mal conservada por la cercanía al contacto con la intrusión granítica y por la esquistosidad y no se puede decir prácticamente nada sobre su génesis.

Lo más interesante desde el punto de vista litológico es que se trata de una sucesión eminentemente pizarrosa con intercalaciones de cuarcitas en bancos que, en ocasiones, superan el metro de espesor (m 34) y un potente nivel de conglomerados de unos seis metros de potencia, con clastos muy deformados según la dirección de esquistosidad. Es de interés hacer notar que muchos de los clastos son de arenisca de grano fino.

El levantamiento de ésta sucesión, tan pobre en datos a primera vista, estuvo motivado por el hecho de que, al realizar la cartografía, apareció un nivel de conglomerados en, o por lo menos muy cerca de, el techo de los materiales de la *Serie Púrpura*. Esta posición tenía, en principio, mucho interés pues, si se demostraba que estaba a techo y se encontraba una superficie de discordancia, podría atribuirse a un conglomerado basal de la Cuarcita Ordovícica. Como la observación no era buena, decidimos estudiarlo con algún detalle y precisar, si era posible, estas posibilidades

Una vez que se levantó la sucesión se pudo demostrar que la discordancia se encontraba a cierta distancia por encima de los conglomerados, por lo que era evidente que se trataba de niveles de grano grueso intercalados en la sucesión pizarrosa de la *Serie Púrpura*. Quedó así resuelto el problema cartográfico, aunque no el de la interpretación ambiental por las malas condiciones en que aparecen los materiales.

5-4.- La Cuarcita Ordovícica de la serie de Peñafiel (cota 1.420)

El término cartográfico 6 está muy bien expuesto en la cima y la parte superior de la ladera del vértice Peñafiel (cota 1420) en la parte sureste de la Hoja. Puede levantarse allí una sucesión de 134 metros cuya base está cubierta por derrubios y canchales de ladera al oeste del monte y cuyo techo coincide con la superficie topográfica (relieve en cuesta) y está desplazado por fracturas, de modo que sólo llega a florar, y mal, en la zona de la carretera de Ventas con Peña Aguilera a Retuerta del Bullaque, dos kilómetros al este.

En general la cuarcita aparece en bancos muy potentes. Muchos de ellos corresponden a acumulaciones importantes de arena, frecuentemente en forma de barras con estratificación cruzada de gran escala (m 70). Otras resultan, obviamente, de la fusión de varios menores ya que se distinguen restos de las superficies de estratificación primitivas o, por lo menos, trazas de la estructura interna a partir de las cuales se llegan a individualizar las capas constituyentes (m 79 y 82). Otras, en fin, son de aspecto completamente masivo y es difícil saber si realmente fueron bancos tan gruesos o se ha enmascarado la estratificación (m 120 y 130).

Los tramos de cuarcita, que generalmente engloban varios de estos bancos, forman resaltes topográficos o crestones de diversa entidad que he utilizado en la descripción para reconocerlos en el campo

Se distinguen dos facies principales: arenas (S) y heterolíticas (H).

La facies de arenas (S) aparece como bancos más o menos potentes (25 cm a 2 m) que se suceden sin interrupción (m 7, 60, 80, 100, 130, ...) o bien que intercalan finos nivelillos pizarrosos (m 50). La superficie de los bancos puede ser relativamente plana (m 57), ondulada por *ripples* (m 18, 20, 104, 114, ..., direcciones de crestas NW-SE), ondulada a mayor escala por *megaripples* (m 27, 54, 60, 105, 110, ..., cuyas direcciones más frecuentes son hacia el oeste, el este-noreste y alguna hacia el sur), tener forma de barra (m 1, 72, 111, ...), o mostrar surcos a gran escala por adaptación a resaltes

topográficos generados por mesoformas inactivas del fondo, en particular, grandes *megaripples* o barras (m 10, 82, 124, ...).

La estructura interna es poco visible; cuando se ve, suele ser estratificación cruzada. Hay ejemplos de:

* estratificación cruzada en surco de pequeña escala (m 22) generada por migración de *megaripples* de cresta curva, que está asociada en ciertos casos a la preservación de la morfología externa (m 115, ...);

* de estratificación cruzada de gran escala en surco debida a la migración de grandes *megaripples* de cresta curva (m 71, 110, ...);

* de estratificación cruzada con láminas de *foreset* retocadas por *ripples* de oscilación (m 106).

No he podido establecer si estas litologías forman megasecuencias de tendencia concreta, aunque algunas de ellas parecen negativas, estrato- y granocrecientes (m 30 a 60, 88 a 115, ...). Las interpreto como el resultado de la migración de barras arenosas (facies S) en una plataforma siliciclástica marina somera, movidas probablemente por corrientes mareales. Las pruebas a favor de este agente dinámico son:

(a) la aparición de paleocorrientes prácticamente opuestas (hacia el este-noreste y hacia el oeste-oeste-suroeste) en bancos independientes, es decir sin dar lugar a las conocidas estratificaciones cruzadas de tipo espina de arenque (*herringbone*),

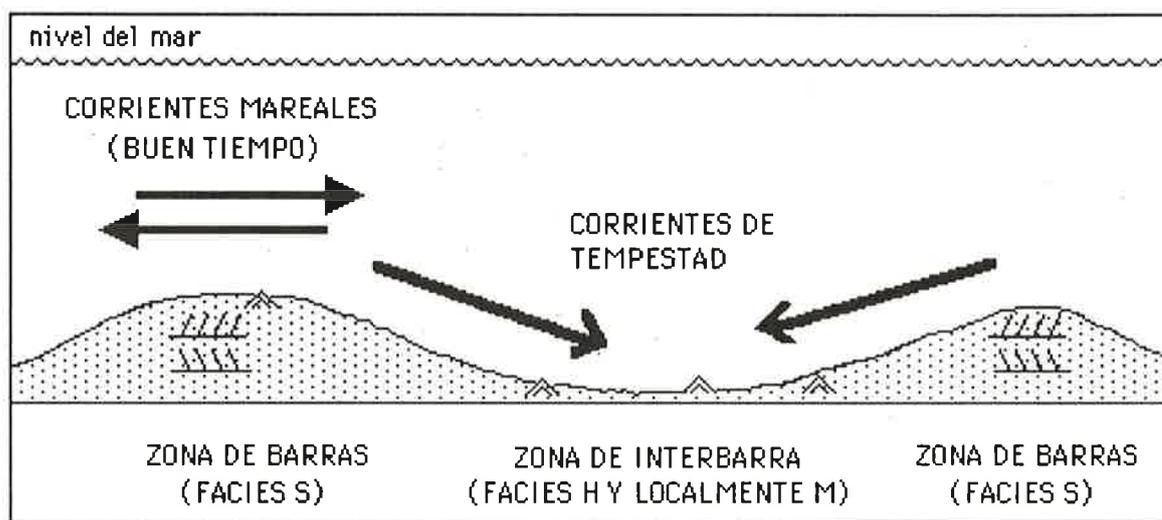
(b) la comparación con series similares levantadas en otros puntos de los Montes de Toledo.

Las facies heterolíticas pueden estar bioturbadas, con pistas paralelas a la superficie de los estratos (*Cruziana*). En algunos casos la bioturbación es muy intensa y se conservan placas de muchos metros cuadrados (m 91 a 94) que constituyen auténticos puntos singulares dentro de la zona. En particular es interesante al afloramiento situado doscientos metros al norte del cipo de la cima del Peñafiel (vértice geodésico 1420).

La facies heterolítica (H) separa los bancos cuarcíticos mayores y está caracterizada por capas finas de cuarcitas y areniscas de grano medio a fino

más y por mayores contenidos de lutitas (pizarras). Probablemente existen también intervalos puramente pizarrosos (facies M) que corresponden a los tramos cubiertos e incluso intervalos de arcillas. En estos materiales no se ven bien las estructuras internas pero encontré restos de algunas estructuras generadas por el oleaje: raras laminaciones paralelas y onduladas y alguna laminación cruzada de *ripples* de oscilación. Por contra son muy frecuentes las superficies onduladas por *ripples* de oscilación simétricos y asimétricos de crestas rectas o ligeramente sinuosas orientadas preferentemente NW-SE (N150°E).

Interpreto que estos bancos heterolíticos se formaron por la acción del oleaje de tormentas en áreas de la plataforma no colonizadas directamente por las barras arenosas sino marginales a ellas. Por ello corresponderían a depósitos de zonas de interbarra como se indica de modo esquemático en un modelo conceptual:



Modelo conceptual de los procesos sedimentarios y de las facies resultantes durante el depósito de las barras de arena de la Cuarcita Armorica en los Montes de Toledo

5-5.- La Cuarcita Ordovícica de la serie del Risco de las Paradas (km 62 de la carretera a Navas de Estena)

En la carretera de Navahermosa a Navas de Estena, algo al oeste del límite de la Hoja (km 62) aflora la cuarcita ordovícica, término cartográfico 6, con algunos repliegues que no impiden el levantamiento de una sucesión relativamente continua de unos 170 metros de espesor.

La cuarcita blanca aparece en bancos potentes (facies S) constituidos por estratos gruesos entre 40 cm y más de un metro, como se observa en la columna donde aparecen todos ellos dibujados a escala. Están separados por intervalos en los que las capas de arenisca o cuarcita presentan espesores más limitados y que se asocian a niveles de pizarra de importancia variable para dar lugar a facies heterolíticas (H).

La facies de arena (S) se caracteriza por presentar estratificación cruzada de gran escala correspondiente a la migración de barras de arena. En algunos casos quedan preservadas las morfologías originales (metros 19, 21, 63) o los *megaripples* superpuestos a las grandes formas de fondo que permiten reconstruir la dirección y el sentido de sus movimientos (metros 48, 63, 154, ...).

La dirección de paleocorrientes mejor representada es hacia el noreste y el este, pero existe otra menos abundante hacia el oeste con ejemplos también que apuntan hacia el suroeste y el noroeste. Estas barras migraban en una plataforma marina bajo la acción, probablemente, de las corrientes de marea.

La facies heterolítica (H) contiene bancos de cuarcita mucho más delgados, cuyo tamaño de grano puede ser más fino (metros 80 y 163 a 169). La estructura interna de estas capas suele verse mal y se aprecian sólo algunas laminaciones cruzadas de *ripples* de oscilación mayoritariamente simétricos.

Sin embargo, son las morfologías externas de estas capas las más reveladoras pues consisten en capas de superficie superior irregular a causa

del desarrollo de *ripples* de oscilación simétricos de crestas rectas orientadas sobre todo NE-SW. Hay muchos casos de laminaciones lenticulares.

Según estos rasgos, las interpreto como facies de zona entre barras (interbarras) donde se depositaban alternativamente (pero sin regularidad precisa) capas de lutitas oscuras y capas de arenas alimentadas por los sedimentos removidos de las zonas de barras arenosas por los oleajes de tormenta.

El modelo sedimentario propuesto es similar al de la serie anterior (vértice Peñafiel): migración de barras arenosas (facies S) en una plataforma siliciclástica marina somera, movidas probablemente por corrientes mareales según sugiere la aparición de paleocorrientes prácticamente opuestas en bancos independientes y la comparación con series similares levantadas en otros puntos de los Montes de Toledo. En las áreas de la plataforma no colonizadas directamente por las barras de arena, la acción del oleaje (de tormentas) queda mejor reflejada y produce las facies H. Así pues, son depósitos de zonas de interbarra.

5-6.- Las *Alternancias de Pochico* de la carretera a los Baños del Robledillo

Esta sucesión recoge los rasgos característicos de las Alternancias de Pochico, correspondientes al término cartográfico 7, en el sector meridional de la Hoja. No incluye la sucesión completa pues hacia el muro (al norte) está interrumpida por unas importantes fracturas y hacia el techo está cubierta por derrubios de ladera cerca ya de los Baños.

Se sitúa en la carretera de San Pablo de los Montes a los Baños del Robledillo, en la curva más meridional de las que descienden, a modo de escalera, por la falda sur de la sierra.

La serie consiste en una alternancia de pizarras y cuarcitas o areniscas, con proporciones variables de ambos componentes, y diversas morfologías y estructuras sedimentarias que indican la acción continuada del oleaje en todos los episodios de la sucesión.

He distinguido varias facies en función de los materiales presentes, su morfología y sus estructuras sedimentarias:

S: areniscas y cuarcitas blanco-amarillentas, generalmente en bancos tabulares de superficie plana u ondulada; a veces las ondulaciones son muy pronunciadas debido a que los *megaripples* generadores eran muy altos en relación a su longitud de onda (m 68, 70, 134). El espesor de las capas oscila entre 10 y 25 cm pero puede superar el metro (m 141). Pueden intercalar nivelillos finos (1 a 3 cm) de pizarra (m 18, 62, 128 a 135) que facilitan la identificación de la morfología de las superficies de estratificación.

Las interpreto como depósitos relacionados con campos de *megaripples* que migraban activamente y que, vistos a mayor escala, debían formar complejos de barras o bajíos arenosos de plataforma.

Sr: areniscas o cuarcitas de grano medio a fino, en capas de 5 a 15 cm con intercalaciones de pizarras entre 1 y 5 cm. La morfología de la superficie de las capas arenosas es ondulada y su estructura interna (cuando se observa) es laminación cruzada, debidas ambas a *ripples* de oscilación de crestas mayormente rectas y orientadas NNW-SSE. Ejemplos característicos: entre

otros, los visibles en los metros 12, 15, 23, 45, 122, 124 y 135. Pueden estar bioturbadas por *Skolithos* (m 128 a 135).

Hs: facies heterolítica formada por alternancia de capas de arenisca o cuarcita y de pizarra. Los valores más típicos de los espesores de ambos constituyentes son de 10 a 20 cm y de 20 a 30 cm respectivamente, pero también se encuentran otros. Las capas arenosas son tabulares (m 4 a 10, 34 a 43, 66, 80) y a veces muestran la estructura interna o morfologías onduladas (m 36). Localmente la ondulación es fuerte con tendencia a la laminación lenticular (m 35, 39, 100, ...). Algunas capas presentan laminación paralela u ondulada (m 35 a 40) o estratificación cruzada *hummocky* (m 80).

Estas estructuras sedimentarias se organizan en secuencias de potencia centimétrica a decimétrica, definidas por registrar una disminución de la energía ambiental hacia el techo (secuencias positivas). Las más frecuentes son: laminación paralela → laminación cruzada de *ripples* de oscilación (m 40).

En el intervalo entre los metros 110 y 119 se reconocen varias tendencias estratocrecientes.

Pueden estar bioturbadas por *Skolithos* (m 35).

H: alternancias de areniscas (cuarcitas) y pizarras en proporciones semejantes, o con ligero dominio de la pizarra, en capas de espesor centimétrico a decimétrico (m 48, 52 a 56, ...). Normalmente las capas de arenisca presentan el techo ondulado o morfologías lenticulares, relacionadas ambas con *ripples* de oscilación simétricos cuyas crestas se orientan NNW-SSE. A veces registran tendencias estratodecrescientes (m 48)

Hm: alternancias de pizarras y niveles minoritarios de areniscas (cuarcitas) en capas de espesor centimétrico a decimétrico (m 50, 58, 100, 138, ...). Las capas de arenisca tienen el techo ondulado o morfologías lenticulares, relacionadas ambas con *ripples* de oscilación simétricos cuyas crestas se orientan NNW-SSE. Las estructuras internas e interpretación de detalle son similares a las ya discutidas en los epígrafes anteriores.

A partir de estos datos interpreto las facies Hs, H y Hm como depósitos de plataforma marina somera, lutítica, con aportes arenosos movidos por el

oleaje de tormentas del tipo de las resacas de tormenta (*storm surge ebb*). Las secuencias menores de energía decreciente evidencia la amortiguación progresiva de la energía del oleaje sobre el fondo después de la importante remoción de sedimento y la erosión parcial del fondo que llevan aparejadas las olas de grandes longitudes de onda que se producen durante las tormentas.

M: pizarras amarillentas, con laminación paralela textural. Localmente son de grano más grueso (¿recristalización?) y llegan a limo o arena muy fina; pueden presentar entonces laminación paralela y ondulada (m 80).

En los periodos de buen tiempo, o cuando las tempestades son menos violentas, el oleaje afecta muy poco o nada a los depósitos lutíticos del fondo. Las modificaciones postsedimentarias (compactación y esquistosidad) han impedido hasta el momento realizar un estudio detallado de estos materiales de grano fino.

5-7.- Las Alternancias de Pochico y las pizarras con *Neseuretus* del km 66.7 de la carretera a Navas de Estena

Los términos cartográficos 7 y 8 afloran también en la carretera de Navahermosa a Navas de Estena aunque el buzamiento general de la serie es a favor de la pendiente y está algo replegada, lo cual reduce un tanto las posibilidades de observación detallada de la sucesión. Los mejores afloramientos se encuentran entre los kilómetros 66.7 y 68.5, ya en el límite de las provincias de Toledo y Ciudad Real.

Alternancias de Pochico

La serie de las Alternancias de Pochico es parecida a la de la carretera a los Baños del Robledillo, donde afloran los mismos materiales (5-7) pero con mayor importancia de la areniscas. Se encuentran, además, episodios en los que las intercalaciones de grano más fino no son pizarrosas sino de areniscas muy finas (m 30 a 37 y 45 a 58).

Diferencio las mismas facies que, resumidamente, son:

S: cuarcitas y areniscas que pueden intercalar finos niveles pizarrosos (m 0 a 2). Es poco abundante en la serie

Sr: areniscas con niveles de pizarras y superficies onduladas y laminación cruzada de *ripples* de oscilación.

Hs: facies heterolítica, alternancia de capas tabulares de arenisca o cuarcita y de pizarra (m 4, 30, 55 a 58, ...). Entre los metros 47 y 55 se intercalan regularmente capas de cuarcita más potentes (30 a 30 cm) pero no se pueden considerar secuencias estratocrecientes. A veces las areniscas tienen morfología ondulada que, localmente, puede ser muy exagerada con tendencia a estratificación lenticular (m 6, 27, 37, 47, 58, ...). Algunas capas presentan laminación paralela u ondulada y (o) estratificación cruzada *hummocky* (m 60).

H: facies heterolítica, alternancias de areniscas o cuarcitas y pizarras en proporciones semejantes, o con ligero dominio de la pizarra, en capas de espesor centimétrico a decimétrico (m 60 ...). Normalmente las capas de arenisca tienen el techo ondulado y (o) morfologías lenticulares, relacionadas ambas con *ripples* de oscilación simétricos cuyas crestas se orientan NNW-SSE y NNE-SSW.

Hm: alternancias de pizarras y niveles minoritarios de areniscas (cuarcitas) en capas de espesor centimétrico a decimétrico (m 15, 35, 40 a 45, ...). Las capas de arenisca tienen el techo ondulado o morfologías lenticulares, relacionadas ambas con *ripples* de oscilación.

M: pizarras amarillentas, con laminación paralela textural.

Las facies Hs, H y Hm pueden interpretarse como depósitos de plataforma marina somera, lutítica, con aportes arenosos movidos por el oleaje de tormentas del tipo de las resacas de tormenta o *storm surge ebb*. Las secuencias menores (dentro de cada estrato) de energía decreciente evidencia la amortiguación progresiva de la energía del oleaje sobre el fondo después de la importante remoción de sedimento y la erosión parcial del fondo que llevan aparejadas las olas de grandes longitudes de onda que se producen durante las tormentas. Las intercalaciones de facies Sr suponen un predominio de los apartes arenosos durante cierto tiempo y los de facies M lo contrario, es decir, fondo tranquilo o, al menos, alejado de los circuitos de circulación de arena.

Pizarras de Neseuretus

Sobre la sucesión anterior, pero sin que se vea el contacto pues coincide con un barranquete y está muy cubierto y vegetado, aflora una potente unidad pizarrosa (más de 60 m) de color gris oscuro a negruzco. La sucesión recogida en la columna abarca tan sólo los veinte metros iniciales que sirven para conocer sus características. Se trata de pizarras gris oscuro con restos

de fósiles (hacia el metro 100) y de minerales oxidados (piritosos). En algunos tramos de la serie (m 90) presenta laminación paralela textural.

Hacia la base, unos tres o cuatro metros por encima del contacto basal, las pizarras intercalan varios niveles de areniscas (m 85 a 87) de grano medio e incluso uno de ellos de grano grueso. Las estructuras internas son estratificación cruzada plana (un sólo caso, con paleocorriente hacia el sureste), estratificación cruzada *hummocky*, laminación ondulada y laminación cruzada de *ripples* de oscilación que forman, dentro de las capas, secuencias de energía decreciente de tipo: {estratificación cruzada *hummocky* → laminación cruzada} y {laminación ondulada → laminación cruzada}.

Interpreto las pizarras grises como un depósito de mar abierto, relativamente (¿ o muy ?) profundo, con fondo anóxico, donde se conservaba la materia orgánica y se formaban las pequeñas concreciones piritosas. Las capas de arenisca corresponden a depósitos similares a las descritas en la sucesión infrayacente y se trata, quizás, de turbiditas de plataforma en la transición de los ambientes de plataforma de las alternancias infrayacentes a los profundos de la unidad pizarrosa.

6.- CONCLUSIONES Y PALEOGEOGRAFIA

6-1.- Las pizarras del Pusa

El depósito se realizó en zonas tranquilas y profundas, donde alternaban la floculación y asentamiento de los sedimentos arcillosos en suspensión que alternaba con el depósito relativamente rápido a favor de corrientes diluidas con transporte por tracción.

Las facies interlaminadas aparecen formando niveles de espesor variable entre las dominadas por la pizarra. Una explicación a este hecho reside en la influencia de los cambios relativos del nivel del mar. Los niveles más ricos en arena corresponderían a episodios de nivel relativo del mar bajo y los predominantemente pizarrosos a épocas de nivel relativo del mar alto. No está clara la posible influencia tectónica.

6-2.- Las areniscas y cuarcitas del Azorejo

Se diferencian varias facies sedimentarias que resultan del funcionamiento de diversos procesos sedimentarios y que se suceden, alternándose, en la vertical. La abundancia de estructuras sedimentarias primarias indicativas de la acción del oleaje indican un depósito de plataforma marina somera sometida a los oleajes de tempestad y las corrientes inducidas por ellos.

Las macrosecuencias granocrecientes están generadas por la migración lateral de los ambientes donde se deposita arena bajo la influencia de los oleajes de tempestad. Esta migración está inducida por cambios del nivel relativo del mar y se deben a la progradación de los ambientes sublitorales hacia la plataforma.

6-3.- Las calizas cámbricas de Los Navalucillos

Al estudiar en conjunto los materiales carbonáticos del Cámbrico Inferior de las Hojas del Proyecto se pone de manifiesto la tendencia general a pasar de ambientes costeros o marinos marginales hacia el mar abierto hacia el norte. Las series más litorales son las de los alrededores de San Pablo de los Montes y las de carácter más marino son las del Horno de la cal (extremo occidental, Hoja de Los Navalmorales y las de la Hoja de Mora.

6-4.- Las pizarras suprayacentes ("Formaciones Solera y Cortijos")

Corresponden a floculación y decantación de arcillas en un ambiente marino profundo, alejado de costa. Entre ellos se intercalan capas turbidíticas de arena y capas delgadas de grano fino representantes de turbiditas diluidas.

6-5.- Las pizarras y calizas cámbricas de Noez

El ambiente sedimentario es muy parecido al de las Pizarras del Pusa: la arcilla transportada en suspensión floculaba y decantaba en fondos tranquilos y profundos (?), con la superficie *redox* cerca de la interfase agua-sedimento. En las facies de interlaminados alternaban la floculación de arcillas a partir de la suspensión y el depósito de arenas muy finas y finas con estructuras tractivas a partir de corrientes diluidas.

Las repetidas sustituciones de facies lutíticas e interlaminadas reflejan, probablemente, cambios relativos mayores del nivel del mar. No puedo precisar si éstos cambios serían sólo de origen eustático o se deberían también a causas tectónicas.

6-6.- Las pizarras verdes de Mora

Se interpreta como un depósito de mar profundo (al menos por debajo del nivel de base del oleaje) que podría indicar, incluso, la plataforma externa pero que, más probablemente, tendría lugar hacia el talud continental o la cuenca.

La litología, color y texturas son análogas a las de las pizarras verdes con lentejones de carbonatos que afloran en los alrededores de Noez y además parecen ocupar una posición semejante.

6-7.- La *Serie Púrpura* (Capas Intermedias)

Aunque los afloramientos muestran profundas modificaciones por la intrusión granítica, puede detectarse (sobre todo en las Series de Noez) un ambiente marino (?) somero de plataforma dominada por la acción del oleaje, que puede incluir intercalaciones de materiales groseros de génesis incierta.

6-8.- La cuarcita ordovícica

Se depositó como resultado de la migración de barras arenosas en una plataforma siliciclástica marina somera. Probablemente el agente de transporte eran corrientes generadas por las mareas.

Las facies heterolíticas separan los episodios cuarcíticos y se formaron por la acción del oleaje de tormentas en áreas de la plataforma no colonizadas directamente por las barras arenosas sino marginales a ellas. Por ello corresponderían a depósitos de zonas de interbarra.

Las direcciones dominantes de corriente son: E-W y NE-SW según los puntos, lo cual puede indicar una paleogeografía en la cual la plataforma sometida a la acción de las mareas podría orientarse de noroeste a sureste, es decir, más o menos perpendicular a la orientación supuesta de la plataforma y la costa, que se emplazaría al sur. Las corrientes de marea tenderían a mover masas de agua en dirección transversal a la amplia plataforma y los trenes de olas entrarían paralelamente a ella, produciendo ripples de oscilación de crestas orientadas NW-SE.

6-9.- Las *Alternancias de Pochico* (Alternancias Superiores)

Son materiales depositados en una plataforma marina somera sometida a la acción del oleaje. En los periodos de buen tiempo, o cuando las tempestades son menos violentas, el oleaje afecta muy poco o nada a los depósitos lutíticos del fondo.

En estas plataformas se diferencian campos de *megaripples* que migraban activamente y que, vistos a mayor escala, debían formar complejos de barras o bajíos arenosos de plataforma. Estos campos están separados por amplias zonas de plataforma marina somera, lutítica, con aportes arenosos movidos por el oleaje de tormentas del tipo de las resacas de tormenta (*storm surge ebb*). Pueden estar bioturbadas por *Skolithos*.

La paleogeografía de la plataforma parece ser relativamente parecida a la heredada de la Cuarcita Armoricana y se extendía de noroeste a sureste con el continente situado al sur. Las tormentas que inducían los oleajes que gobernaban el depósito en esas zonas llegaban desde el norte o noreste y afectaban profundamente los depósitos de la plataforma. Las direcciones de corriente y las orientaciones de las crestas de los *ripples* y *megaripples* apoyan esta reconstrucción.

6-10.- Las Pizarras con *Neseuretus*

Parecen corresponder a un depósito de mar abierto, relativamente (¿ o muy ?) profundo, con fondo anóxico, donde se conservaba la materia orgánica y se formaban concreciones piritosas de pequeño tamaño. Las capas de arenisca corresponden a depósitos de turbiditas de plataforma (?) en la transición de los ambientes de plataforma de las alternancias infrayacentes a los profundos de la unidad pizarrosa.

7.- BIBLIOGRAFIA

- APARICIO, A. (1971). Estudio geológico del macizo cristalino de Toledo. *Est. Geol.* 27: 369-414.
- APARICIO, A. y GIL CID, M. D. (1972). Hallazgo de Trilobites en el Cámbrico de los Montes-Isla de Toledo. *Est. Geol.* 28 (2-3): 105-109.
- BRENCHLEY, P. J., ROMANO, M. y GUTIERREZ MARCO, J. C. (1986). Proximal and distal hummocky cross-stratified facies on a wide Ordovician shelf in Iberia. *Canadian Society of Petroleum Geologists, Mem.* II: 241-255.
- BROWN, Jr, L. F. y FISHER, W. L., 1980. Seismic Stratigraphic Interpretation and Petroleum Exploration. *A.A.P.G. Cont. Educ. Course Note Series.* No. 16, 125 p
- DABRIO, C. J. (1988). *Columnas estratigráficas e informe sedimentológico sobre los materiales del Paleozoico Inferior de la Hoja 685 (Lo Yébenes), MAGNA.* Informe Interno ITGE-E.T.S. Ing. Minas.
- DABRIO, C. J. (1990). *Columnas estratigráficas e informe sedimentológico sobre los materiales del Paleozoico Inferior de las Hojas 734 (Villar Los Montes) y 735 (Fontanarejo).* MAGNA. Informe Interno ITGE.
- ESTEBAN, M. y KLAPPA, C. F., 1983. 1 - Subaerial Exposure Environment. *A.A.P.G. Mem.* 33. 1 - 54.
- HERRANZ, P., SAN JOSE M. A. de y VILAS, L. (1977). Ensayo de correlación del Precámbrico entre los Montes de Toledo occidentales y Matachel. *Est. Geol.* 33 (4): 327-342.
- HUNTER, R. E. y CLIFTON, H. E. (1981). Cyclic deposits and cross-stratification of probable storm origin in Upper Cretaceous the Cape Sebastian area, southwestern Oregon. *J. Sed. Geol.* 52 (1): 127-143.

- HUNTER, R. E., CLIFTON, H. E. y PHILLIPS, R. L. (1979). Depositional processes, sedimentary structures, and predicted vertical sequences in barred nearshore systems, southern Oregon coast. *J. Sediment. Petrology*. 49 (3): 711-726.
- JULIVERT, M. y TRUYOLS, J. (1983). El Ordovícico en el Macizo Ibérico. *Libro Jubilar J. M. Rios. IGME, Madrid*. 192-246.
- KOSTER, E. H. y STEEL, R. J. (ed. 1984). Sedimentology of Gravels and Conglomerates. *Mem. Can. Soc. Petrol. Geol.*, 10.
- LLOPIS, N. y SANCHEZ DE LA TORRE, L. (1961). Sobre la existencia de una orogénia arcaica en el centro de España y sus relaciones con Asturias. *Breviora Geol. Asturica*. 3 y 4: 51-72.
- LLOPIS, N. y SANCHEZ DE LA TORRE, L. (1963). Sur la présence d'une discordance précambrienne au Sud de Tolède (Espagne). *C. R. Somm. Soc. Geol. France*. 7: 250-252.
- LLOPIS, N. y SANCHEZ DE LA TORRE, L. (1965). Sur les caractères morphotectoniques de la discordance précambrienne au Sud de Toledo (Espagne). *C. R. Somm. Soc. Geol. France*. 7: 220-221.
- McDOUGALL, N., BRENCHLEY, P. J., REBELO, J. A. y ROMANO, M. (1987). Fans and fan deltas - precursors to the Armorican Quartzite (Ordovician) in western Iberia. *Geol. Magazine*. 124 (4): 347-359.
- McPHERSON, J. G., SHANMUGAM, G. y MOIOLA, R. J. (1987). Fan deltas and braid deltas: Varieties of coarse-grained deltas. *Geol. Soc. Am. Bull.* 99: 331-340.
- MEGIAS, A. G. (1982). Introducción al Análisis Tectosedimentario: aplicación al estudio dinámico de cuencas. *V Congreso Latinoamericano de Geología, Argentina 1982*. Actas I: 395-405.
- MITCHUM, R. M., VAIL, P. R. y THOMPSON, III, S., 1977. Part Two: The Depositional Sequence as a Basic Unit for Stratigraphic Analysis. *In: PAYTON, C. E. (ed): Seismic Stratigraphy - applications to hydrocarbon exploration*. A.A.P.G. Mem. 26: 53 - 62.

- MORENO, F. (1977). *Estudio Geológico de los Montes de Toledo Occidentales*. Tesis Doctoral Universidad Complutense Madrid. Inédita.
- MORENO, F. y GOMEZ PEREZ, J (1986). *Mapa y Memoria explicativa de la Hoja 683 (Espinoso del Rey)*. MAGNA, 2ª Serie. ITGE, Madrid.
- NELSON, C. H. (1981). Modern shallow-water graded sand layers from storm surges, Bering shelf: a mimic of Bouma sequences and turbidite systems. *J. Sediment. Petrology*. 52 (2): 537-545.
- NEMEC, W. (1990). Deltas - remarks on terminology and classification. *Coarse Grained Deltas. I.A.S Spec. Publ.* (en prensa)
- NEMEC, W. & STEEL, R. J. (1988). What is a fan delta and how do we recognize it?. In: *Fan deltas and Related Systems: Sedimentology and Tectonic Settings* (Ed. by W. Nemeč & R. J. Steel). Blackie and Son, Pub. Group, London, 2-13.
- PORTERO, J. M. y DABRIO, C. J. (1988). *Evolución tectosedimentaria del Ordovícico y Silúrico de los Montes de Toledo Meridionales y Campo de Calatrava*. II Congreso Geológico de España, 1988. Comunicaciones Vol. 1: 161-164.
- ROBERTS, H. H. (1987). Modern carbonate-siliciclastic transitions: humid and arid tropical examples. *Sedim. Geol.* 50, 25-65.
- SAN JOSE, M. A. de, PELAEZ, J. R. VILAS, L. y HERRANZ, P. (1974). Las series ordovícicas y preordovícicas del sector central de los Montes de Toledo. *Bol. Geol. Min.* 85: 21-31.
- SARG, J. F. (1988). Carbonate sequence stratigraphy. *S. E. P. M. Spec. Pub.* 42: 155-181.
- SCHOLLE, P. A., BEBOUT, D. G. y MOORE, C. H. (eds) (1983). *Carbonate Depositional Environments*. A.A.P.G. Mem. 33
- SDZUY, K. (1971). Acerca de la correlación del Cámbrico Inferior en la Península Ibérica. *I Congreso Hispano-Luso-Americano de Geología Económica* (II) 1: 753-766.

- STOW, D. A. W. (1986). Chapter 12. Deep clastic seas. *In*: H. G. Reading (ed) *Sedimentary Environments and Facies*. Blackwell Scientific Publ. 399-444
- SURLYK, F. (1978). Submarine fan sedimentation along fault scarps on tilted fault blocks (Jurassic-Cretaceous boundary. East Greenland). *Bull. Groenlands geol. Unders.* 128, 108 p.
- SURLYK, F. (1984). Fan-delta to submarine fan conglomerates of the Volgian-Valanginian Wollaston Foreland Group, East Greenland. *In*: E. H. Koster & R. J. Steel (ed) *Sedimentology of Gravels and Conglomerates*. Mem. Can. Soc. Petrol. Geol., 10: 359-382.
- VAIL, P. R., MITCHUM, R. M. y THOMPSON, III, S., 1977. Part Three: Relative Changes of Sea Level from Coastal Onlap. *In*: PAYTON, C. E. (ed): *Seismic Stratigraphy - applications to hydrocarbon exploration*. A.A.P.G. Mem. 26: 63 - 81.
- VAIL, P. R., MITCHUM, R. M. y THOMPSON, III, S., 1977. Part Four: Global cycles of Relative changes of Sea Level. *In*: PAYTON, C. E. (ed): *Seismic Stratigraphy - applications to hydrocarbon exploration*. A.A.P.G. Mem. 26: 83 - 97.
- VAN DE KAMP, P. C., HARPER, J. D., CONNIF, J. J. & MORRIS, D. A. (1974). Facies relations in the Eocene-Oligocene in the Santa Ynez Mountains, California. *J. geol. Soc.* 130, 545-565.
- VAN WAGONER, J. C., POSAMENTIER, H. W., MITCHUM, R. M., VAIL, P. R., SARG, J. F. LOUTIT, T. S. y HANDBOL, J. (1988). An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions. *S. E. P. M. Spec. Pub.* 42: 39-45.
- WESCOTT, W. A. y ETHRIDGE, F. G. (1980). Fan-delta sedimentology and tectonic setting-Yallahs fan delta, southeast Jamaica. *Am. Ass. Petrol. Geol. Bull.* 64, 374-399.
- ZAMARREÑO, I., VEGAS, R. y MORENA, F. (1976). El nivel carbonatado de Los Navalucillos y su posición en la sucesión cámbrica de Los montes

de Toledo Occidentales (Centro de España). *Breviora Geol Asturica*. 20
(4): 56-64.