



Estudio sedimentológico de la cuenca Terciaria de Meirama. Un ejemplo de una cuenca sedimentaria sobre una falla de salto en dirección.

Sedimentology of Meirama Tertiary basin (NW Spain, Galicia). One example of sedimentary basin developed over a strike slip fault

MONGE GANUZAS, C.

La cuenca terciaria de Meirama (A Coruña, España) se ha desarrollado sobre una falla de salto en dirección de importancia regional, cuyos movimientos han controlado estrechamente el carácter y los procesos de la sedimentación en ella y han determinado la morfología de la cuenca y la deformación sufrida por el sedimento.

El registro sedimentario de Meirama está representado por una unidad mayoritariamente lignitífera y otras tres detrítico- terrígenas. La naturaleza y las facies que presenta el sedimento son variables dentro de cada unidad y dependen del área fuente del mismo, según este proceda de la erosión de los metasedimentos de la serie de Ordenes (margen S-SE de la cuenca) o de la granodiorita de la unidad de Xalo (margen N-NW).

Palabras clave: Terciario, lignito, Meirama, Galicia Tectónica Terciaria.

The sedimentary basin of Meirama (A Coruña, N. W. Spain), is developed over a strike slipe fault of regional magnitude, whose movements controles in the past tightly the character and sedimentation processes there and determine the basin morphology and the deformation suffered by the sediments.

The sedimentary register at Meirama is represented by one essentially ligniti-ferous unit and three other terrigenous-detrital. The nature and facies showed by the sediments are not constants within each one unit and depends fundamentally at the source area for each unit, either the metasediments of Ordes (Ordes) Serie (S-Se basin marge) or the granodiorite of Xalo unit (N-NW bassin marge).

Key words: Tertiary, lignite, Galicia, Meirama, tertiary tectonic.

INTRODUCCION

El estudio de las cuencas terciarias gallegas ha entrañado, desde siempre, grandes dificultades, debido a las malas condiciones de afloramiento que presentan los sedimentos. Estos materiales, menos resistentes a la erosión que las rocas ígneas y metamórficas que los rodean, forman el fondo de muchos valles fluviales zonas de asentamiento humano y de explotaciones agrícolas. Además, los sedimentos terciarios, suelen estar cubiertos por los depósitos fluviales subactuales o bien su superficie está encharcada la mayor parte del año debido a su naturaleza predominantemente arcillosa. Estas circunstancias dificultan enormemente el estudio de las cuencas ante la ausencia de cortes de importancia en el terreno.

Así, muchos de los trabajos de investigación que se han realizado hasta hoy sobre este tema, tuvieron que basarse en gran medida, en datos indirectos obtenidos a partir de testificaciones de sondeos. Los testigos revelaron la naturaleza del sedimento y su arquitectura vertical, información a partir de la cual diversos autores propusieron distintos modelos geológicos para explicar el origen y colmatación de las cuencas terciarias gallegas. Sin embargo, la imposibilidad de acceder a la observación directa del sedimento, impide en muchos casos, avalar estas interpretaciones con datos de campo mas objetivos como pueden ser la presencia de determinadas estructuras sedimentarias, facies, secuencias, rasgos tectónicos, etc.

Con las labores mineras efectuadas en el valle de Meirama por la empresa LIMEISA, al objeto de explorar un importante yacimiento de lignitos, quedaron al descubierto los sedimentos de relleno de una de estas cuencas. La cuenca de Meirama es considerada por varios autores en trabajos de carácter general a nivel de todo el terciario gallego. El más importante de todos es el de MALDONADO (1977) que elige como tema de su tesis doctoral el estudio de esta cuenca y de otras próximas de características similares (Visantofña, Xanceda, Boimil y

Boimorto). Su estudio se basó en los datos de una compañía de sondeos realizada con el objeto de cuantificar las reservas de lignito.

La multitud de datos obtenidos en los nuevos afloramientos que la explotación de la mina ha proporcionado, permitieron realizar un estudio de la cuenca de Meirama suficientemente apoyado en observaciones directas de campo que completa, corrige, y aporta nuevas interpretaciones a los resultados de las investigaciones previas.

En este trabajo se resumen las observaciones llevadas a cabo durante una fase de explotación de la mina (Mayo-Octubre, 1986) e incluye:

- Una columna general para los sedimentos relleno de la cuenca de Meirama.
- Interpretación sedimentológica de las unidades diferenciadas.
- Un modelo estructural propuesto para explicar el origen, la evolución y la morfología de la cuenca.
- Una reconstrucción de la historia tectosedimentaria de la cuenca.

Aunque no se trata de un estudio exhaustivo, creemos que este trabajo puede servir como punto de partida para acometer el estudio de otras cuencas terciarias gallegas, al menos de aquellas que, «a priori», presentan una situación geológica similar a la de Meirama. (Boimorto, Laracha, S. Sadurniño, Xanceda, Visantofña, As Pontes de García Rodríguez, etc...)

LOCALIZACION GEOGRAFICA. ASPECTOS GEOLOGICOS GENERALES

El valle de Meirama está situado en la provincia de A Coruña (Galicia, España), a unos 30 km al sur de la capital, muy cerca del municipio de Cerceda. Es un valle fluvial de morfología alongada, limitado al Norte por los montes de O Xalo (350 m) y al sur por las estribaciones del monte Morzoz (407 m). A lo largo de él discurre el curso alto del río Barcés, afluyente por la izquierda del río Mero, en cuya desembocadura se forma la ría de A Coruña. (Fig. 1).

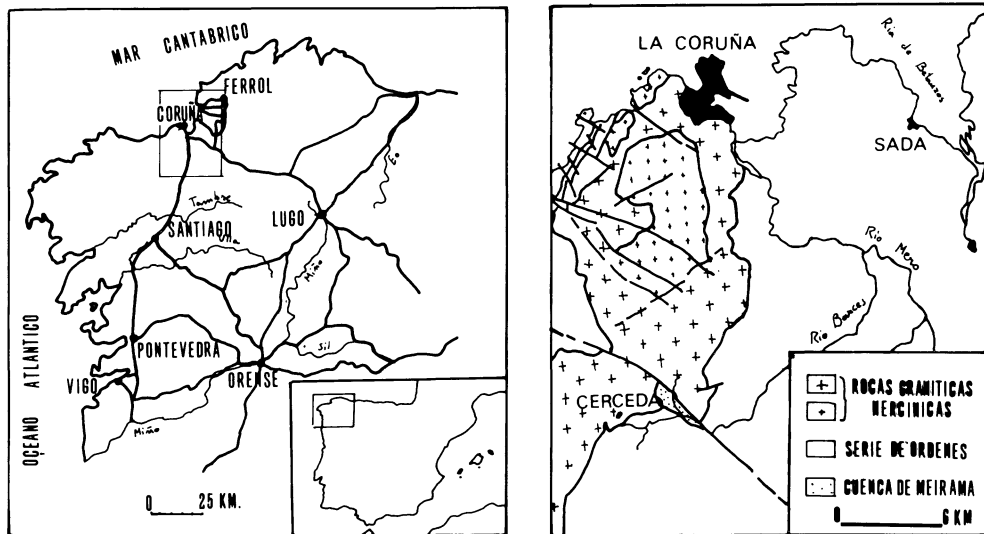


Fig. 1. Situación geográfica y encuadre geológico de la cuenca de Meirama.

Actualmente el valle ha perdido su morfología original debido a las labores mineras para la extracción del lignito.

El valle está modelado sobre materiales sedimentarios de edad Terciaria constituidos por arcillas y limos caoliníferos, lignitos y arenas y gravas de cuarzo. Estos rellenan una pequeña cuenca de morfología elipsooidal en planta, con un eje máximo de 3,5 km y una anchura media de 500 m. Llama enormemente la atención como a pesar de las reducidas dimensiones de la cuenca ésta presenta algunos puntos con espesores de sedimentos de hasta 340 metros. El paleofondo se va haciendo más profundo en el sentido NW-SE. Los sondeos revelan un perfil transversal con un borde Norte prácticamente vertical y un borde sur escalonado lo que le confiere una menor pendiente (ver Fig. 2).

La roca encajante de esta acumulación sedimentaria está formada por dos litologías diferentes:

— En un 70 % por granodioritas de la serie alcalina de la Unidad del Xalo, que forman el borde N y NW.

— En un 30 % por Esquistos biotíticos paleozoicos del complejo de Ordes en los bordes S y SE.

El contacto de la serie sedimentaria con la roca de caja se hace a través de una zona de alteración muy importante con espesores de más de 30 m. Las alteraciones de las rocas de caja se encuentran bajo el muro de la serie sedimentaria donde han quedado protegidas parcialmente de la erosión gracias al propio recubrimiento sedimentario, según BRELL y DOVAL, (1979). La alteración del esquisto de Ordes da lugar a una fracción fina en la que domina la caolinita, acompañada de illita e interestratificados además de clorita en contenidos muy bajos, y de una fracción gruesa residual constituida por cuarzo procedente de los porfidoblastos y de los pequeños filones cuarzosos que atraviesan el esquisto. En menor proporción opacos y minerales resistentes como granate, circón, turmalina, estaurolita y distena. El granito da lugar así mismo a alteritas constituidas por elevados porcentajes de caolinita y en menor proporción gibsita, illita e interestratificados, así como rutilo, circón y biotitas parcialmente cloritizadas. El residuo sólido que deja el granito son los cristales de cuarzo que entran a formar parte de su composición y que constituyen una fina gravilla.

Los contactos entre la roca de caja y el se-

FIG. 2

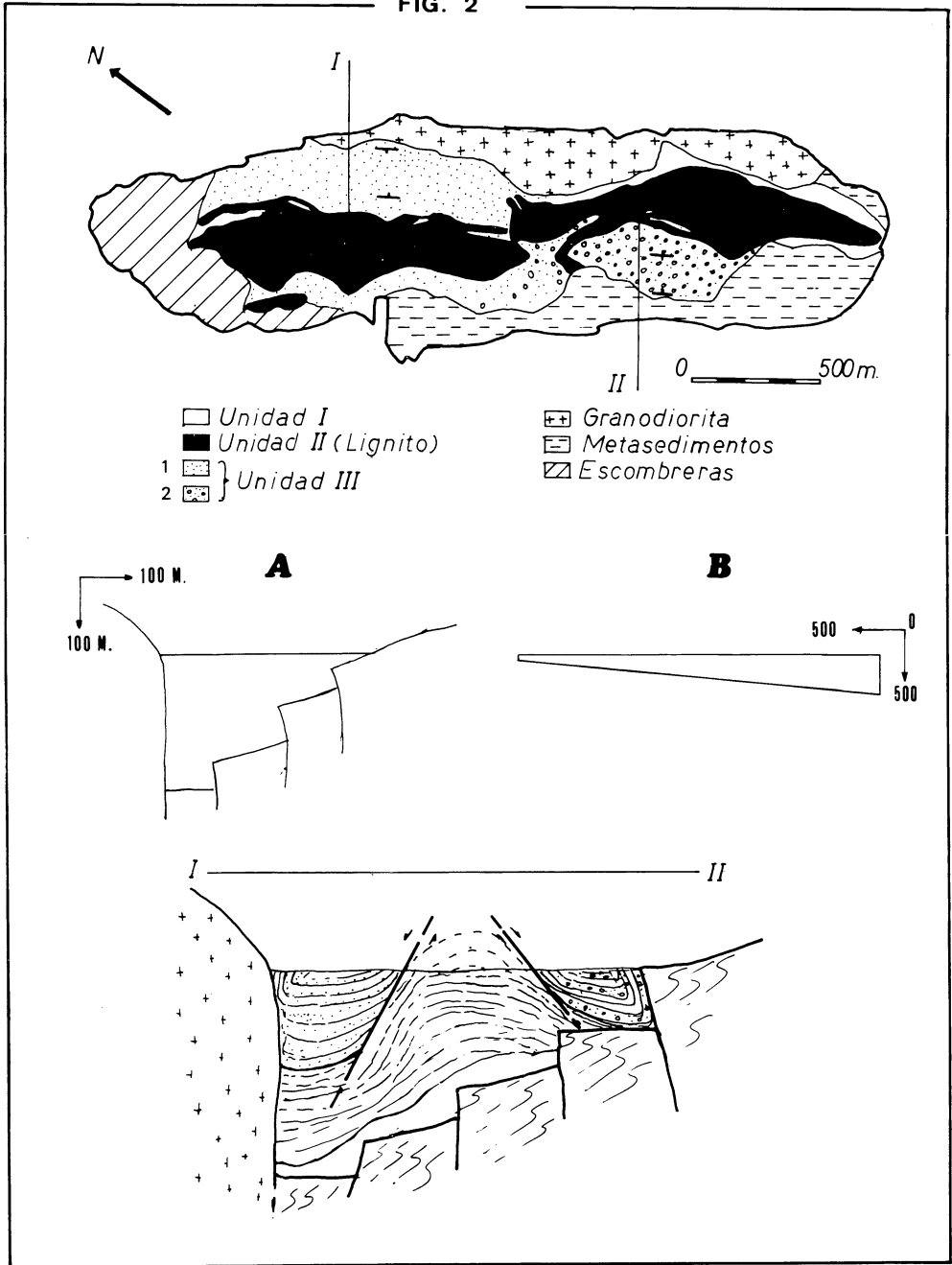


Fig. 2. Cartografía geológica de la cuenca de Meirama efectuada sobre un plano en planta de la corta de la explotación minera. Dentro de la Unidad III se han diferenciado con la trama 1 las facies de área fuente granítica y con 2 las de área fuente esquistoso. A y B perfiles transversal y longitudinal esquemáticos de la cuenca de Meirama. I-II Perfil transversal en el que se muestra la relación entre las unidades sedimentarias y el tipo de deformación que presentan.

dimento son de carácter mecánico y presentan dos direcciones preferenciales coincidentes con dos sistemas de fracturas de orientación N 160 E y N 90 E. Esta disposición confiere una geometría dentada a los bordes. Los planos de fractura buzaban hacia el interior de la cuenca con valores muy elevados, superiores a 65.°, pudiendo llegar a invertirse en algunos puntos hasta 10.° o 15.°.

El terciario aparece deformado por estructuras tectónicas que indican sucesiones en el tiempo de situaciones compresivas y distensivas. Debido a este hecho, muchos de los contactos entre las unidades diferenciadas en la columna estratigráfica son de carácter mecánico. El sedimento aparece plegado y con un buzamiento variable. Las máximas deformaciones, con verticalizaciones e incluso inversiones de estratos se localizan en una estrecha banda a lo largo del contacto entre el Terciario y la roca de caja, así como en los contactos entre unidades. Este tipo de deformación parece ser el resultado del acomodamiento del sedimento a los movimientos de la roca de caja, que se comporta como un armazón rígido frente a los esfuerzos comprensivos (tectónica de zócalo).

El sedimento presenta también una fracturación normal aproximadamente transversal a la máxima dimensión de la cuenca.

A una escala geológica mayor es posible observar como la cuenca de Meirama está situada sobre un accidente tectónico de importancia regional: una falla de salto en dirección de orientación N 120.° E/ N 140.° E. El carácter dextral de la falla y el valor calculado de salto de 1700 m en la horizontal, está deducido en base a la medida del desplazamiento de una banda de corneanas resultado del metamorfismo de contacto provocado en los esquistos al intruir la masa de granodiritas. Sobre esta misma fractura y en otras paralelas aparecen otras cuencas sedimentarias, circunstancia que parece ligar

el origen de estas a los movimientos de este sistema de fallas.

ESTRATIGRAFIA Y SEDIMENTOLOGIA EN LA CUENCA DE MEIRAMA

La deformación tectónica que afecta a los sedimentos dificulta la elaboración de una columna estratigráfica correcta para la cuenca de Meirama. Esta circunstancia llevó a interpretar en trabajos anteriores como cambios laterales de facies dentro de una misma unidad a sedimentos que en realidad formaban parte de unidades distintas, puestas en contacto lateral mecánicamente. Los nuevos afloramientos han mejorado el conocimiento sobre la relación espacial y temporal entre los distintos materiales sedimentarios. Así mismo, es difícil determinar las potencias reales de los cuerpos sedimentarios. Esta resulta ya de por sí muy variable debido a las propias características de la cuenca en la que se produce el depósito (ver más adelante modelo estructural de la cuenca de Meirama), pero además la plasticidad del sedimento hace que se deforme irregularmente llegando a inyectarse, de tal forma que los sondeos cortan espesores que no responden a valores reales de acumulación sedimentaria.

Las potencias calculadas para las unidades en trabajos anteriores son exageradas puesto que procedían de datos de sondeo que no consideraron el efecto de la deformación y por tanto el valor del buzamiento que presentan los sedimentos (entre 20 y 90.°). Sin embargo, a falta de otros datos más fiables, se recogen en este trabajo a modo de orientación sobre el orden de magnitud del espesor del sedimento.

Columna estratigráfica. Litología, facies, y estructuras sedimentarias

Consideramos representada la estratigrafía de la cuenca por una columna con

cuatro unidades sedimentarias que reflejan distintos y sucesivos estadios en la evolución de la cuenca de Meirama. Cada unidad queda definida y diferenciada por su litología y el tipo de facies y secuencias que presenta.

Unidad I

Esta unidad marca el inicio de la sedimentación en la cuenca de Meirama. Este tramo basal está formado por unas arcillas blancas y verdes, muy ricas en caolinita y en menor proporción clorita, (MALDONADO, 1977), en la que flotan fragmentos de cuarzo que no superan los 7 ó 8 mm. A veces es posible encontrar estas gravillas de cuarzo formando estratos centimétricos, de escasa continuidad lateral, de textura grano-soportada y escasa de matriz. La gravilla es más abundante en la zona de la cuenca del borde granítico y menor en la de borde esquistoso pero aquí los fragmentos de cuarzo son mayores. En los dos casos el cuarzo se presenta como un sedimento muy inmaduro, con muchas aristas y bajo índice de esfericidad. Se encuentran en esta unidad bolos compactos de roca alterada (granodiorita de Xalo) de grandes dimensiones, los sondeos dan a este tramo una potencia entre 10 y 50 m. Actualmente es posible observarlo a lo largo del borde esquistoso y en la zona NW de la cuenca donde se ha inyectado en la unidad lignitífera suprayacente.

La unidad I descansa directamente sobre la zona de alteración de la roca de caja de la que muchas veces es difícil separar.

Unidad II

Es la unidad más interesante desde el punto de vista económico. Se trata de una acumulación de lignito de color pardo o negro con un espesor muy variable (entre 1 y 320 m según los sondeos) que aumenta hacia el SE. Presenta unas intercalaciones de niveles arcillosos (caoliníferos pardo-claros con límites muy netos a techo y muro que en contacto con la atmósfera se vuelven blancos. Son más abundantes en el borde

NW de la cuenca y se encuentran más raramente en el área central. Aunque en superficie no superan los 10-15 cm, los sondeos revelan la existencia de algunas intercalaciones de hasta 30 y 40 m. Así mismo aparecen en esta unidad, con carácter minoritario, arcillas muy ricas en materia orgánica, de colores achocolatados y con trozos de lignitos.

MALDONADO (1977) describe lignitos de distintas clases, lignitos arcillosos, pardos, vitreos, lignito xiloide y piropisita. En general el lignito se presenta muy masivo, sin estructuras y solo raramente es posible encontrar fragmentos de troncos y acumulaciones de hojas y semillas vegetales así como nódulos de pirita o fragmentos de madera piritizados.

El lignito aflora actualmente a lo largo de una banda central de unos 200 m de anchura media, deformada por los accidentes tectónicos. El carbón descansa sobre la unidad I con un contacto neto o bien aparece entre las dos unidades un tramo de poco espesor de arcillas achocolatadas ricas en materia orgánica a modo de paso transicional.

La transición a la unidad superior es difícil de observar pues generalmente el contacto es mecánico. En un corte al NW de la cuenca se observa que el paso de una unidad a otra es transicional pero muy rápido con un aumento fuerte de las intercalaciones arcillosas que pone fin al episodio lignitífero. Incluso es posible encontrar en las zonas más altas de la unidad II pequeñas intercalaciones discontinuas de un material más grosero característico de la unidad suprayacente.

Unidad III

Es la unidad que presenta mejores afloramientos. Actualmente ocupa posiciones laterales respecto al lignito central a causa de la deformación tectónica. Se trata de un tramo detrítico terrígeno donde las distintas características que presenta el sedimento dependen fuertemente de la procedencia del mismo, según esta sea del borde N. NW

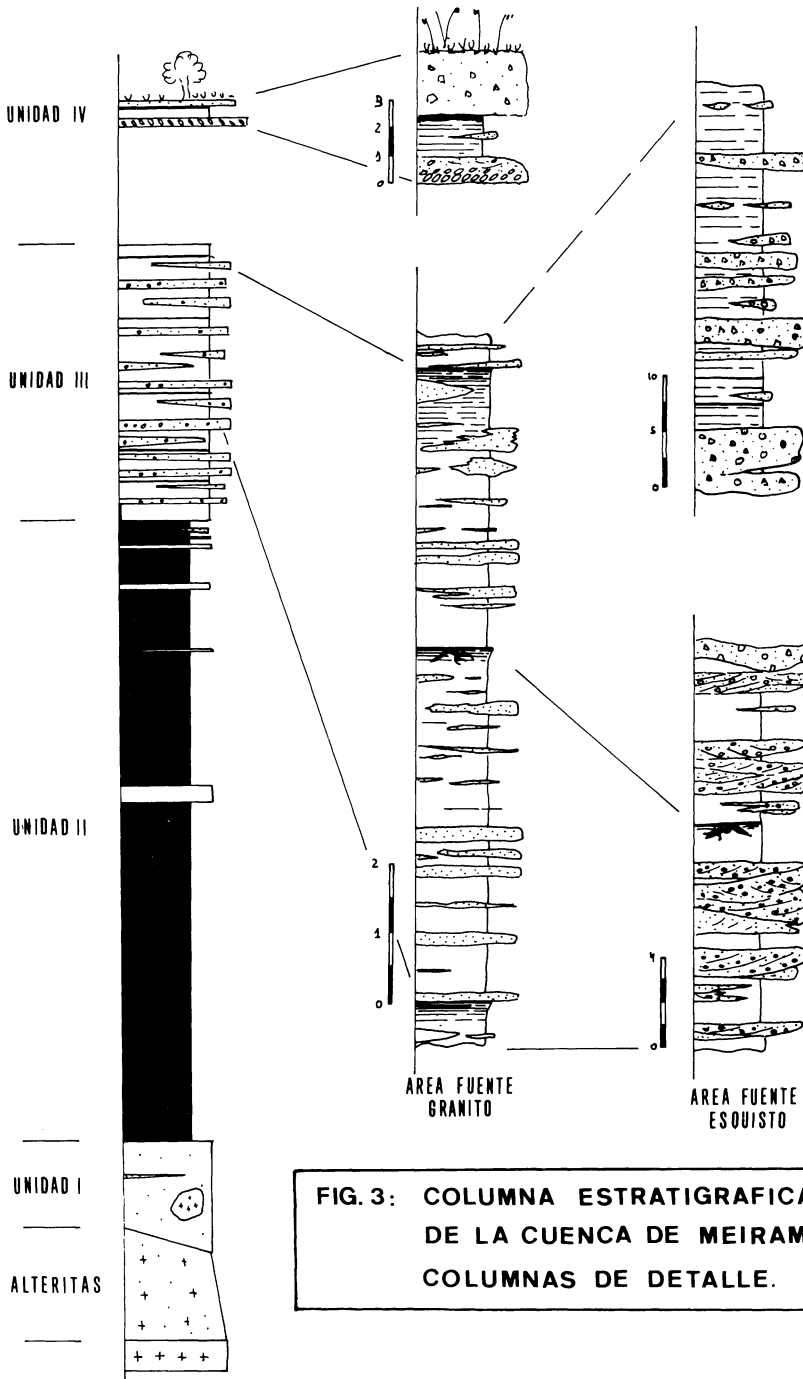


FIG. 3: COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERAL DE LA CUENCA DE MEIRAMA. COLUMNAS DE DETALLE.

(Granodiorita de Xalo) o del S-SE (Esquisto de la serie de Ordes).

En el borde Norte el sedimento es una alternancia de arcillas caoliníferas blancas o ligeramente pardas y finos lechos de gravillas y arenas de cuarzo generalmente de pocos cm de potencia pero que pueden llegar a tener 1 ó 2 m. Son niveles de morfología tabular o laminar, (muy raramente se observan bases acanaladas), de techo y base planas, pequeño espesor y gran extensión pero que acaban acuñándose lateralmente. Las intercalaciones de arenas de cuarzo están formadas por un sedimento muy inmaduro, bajo índice de redondez y esfericidad, y sin ninguna estructura sedimentaria conservada, consecuencia de la homogeneidad del tamaño del grano. La mineralogía es exclusivamente cuarzo que conserva en muchos casos la morfología de los cristales que formaban el granito del que procede. La trama es intacta, los granos se tocan en sus bordes y la matriz arcillosa, muy escasa, rellena los poros. El tamaño de grano oscila entre 2 y 7 mm y menores.

Las intercalaciones arcillosas son más potentes y abundantes.

Además existen en esta unidad unos niveles muy continuos de arcillas carbonosas negras con restos de lignitos y restos de plantas (raíces) en posición de vida, con espesores que no superan los 5 cm.

Es posible observar en este sedimento superficies de discordancias angulares internas. En el borde sur la unidad III presenta unas características diferentes, con dos niveles bien diferenciados, a y b.

a) El inferior está formado por arcillas y limos caoliníferos, con pequeños fragmentos de restos vegetales carbonosos flotando en su seno, alternados con paquetes bien diferenciados de arenas y gravas de cuarzo de uno a dos m de potencia media. Estos paquetes son de forma tabular, de techo y base planos, mucho más extensos que potentes y lateralmente se deshilachan en estratos más pequeños hasta desaparecer acuñándose. Internamente se trata de un sedimento

muy heterométrico con fragmentos de cuarzo de hasta 200 mm y más. El grado de madurez del sedimento es bastante variable. Junto a cantos perfectamente rodados hay otros bastante angulosos, aunque la mayoría de las aristas están retocadas.

En general los cantos más grandes están rodados y proceden del desmantelamiento de los múltiples filones de cuarzo que atraviesan los metasedimentos de la serie de Ordes. Los fragmentos pequeños son los más angulosos y son los porfidoblastos de los metasedimentos, el único resto que queda una vez alterada la roca. Conservan en muchos casos su morfología original.

La trama de sedimentos es intacta. Los cantos más gruesos se tocan en sus bordes y en los huecos se dispone una matriz de arenas gruesas y gravilla. El componente arcilloso es escaso y suele reducirse a una pátina superficial que rodea los cantos y ocupa los poros que deja la matriz. A veces aparece arcilla formando pequeñas vetas centimétricas poco continuas pero bien diferenciadas dentro de los paquetes de gravas.

Aunque el carácter del sedimento puede aparecer masivo a primera vista, en un corte lavado por el agua de lluvia es posible distinguir estratificaciones cruzadas planares. Así mismo, a pesar de la marcada heterometría, el sedimento tiende a ordenarse en niveles de granulometrías distintas que se superponen y amalgaman para formar un único paquete. De esta forma unos niveles son fundamentalmente arenosos y otros mayoritariamente conglomeráticos.

Aparecen también en este borde de la cuenca, niveles centimétricos de arcillas carbonosas y lignito con restos de vegetales en posición de vida, muy espectaculares.

b) El tramo superior se inicia con un paquete de gravas de base erosiva de 6 cm de potencia. Por encima de él alternan de nuevo arcillas grises, más oscuras y fácilmente diferenciadas de las de tramo inferior, debido a su alto contenido en materia orgánica, con paquetes de gravas discontinuos lateralmente y de menor importancia que los

inferiores. En conjunto este constituye una secuencia positiva (energía decreciente hacia el techo).

En estas gravas es prácticamente imposible diferenciar ninguna estructura sedimentaria son muy masivas y raramente se observa alguna laminación o una grosera clasificación por tamaños. La mineralogía no es exclusivamente cuarzo, y junto a grandes cantos de hasta 50 cm de diámetro aparecen de forma minoritaria fragmentos de esquistos muy alterados y cantos blandos. La heterometría es aún más acusada que en el tramo inferior y la matriz es algo más arcillosa, aunque mayoritariamente está formada por limos, arenas y gravas de pequeño tamaño.

Las gravas de las facies superiores y las zonas de las facies inferiores próximas a los contactos con la roca de caja está fuertemente teñidas de rojo por la presencia de óxidos de Fe.

La Fig. 4 es una reconstrucción, a partir de diapositivas de dos perfiles longitudinales a lo largo de estos dos tipos de facies. Aquí se puede observar cual es la morfología de los cuerpos de material grosero, su continuidad lateral y su proporción frente a las intercalaciones arcillosas.

Estas dos facies que presenta la unidad III en el borde esquistoso se pueden observar al SE de la cuenca, en un afloramiento de morfología semicircular entre el lignito y la roca de caja esquistosa.

El contacto de la Unidad III con la Unidad IV suprayacente constituye una discordancia angular e incluye un hiato erosivo muy importante.

Unidad IV

Con esta unidad se cierra el registro sedimentario en el valle de Meirama si exceptuamos los sedimentos subactuales del río Barcés y sus aterramientos. La unidad está actualmente muy desmantelada por las labores mineras y solo se puede observar en el borde SE. (5-10 m de potencia).

Está constituida por un tramo detrítico terrígeno que descansa discordantemente

sobre la roca de caja y el material sedimentario de las unidades I, II y III. Incluso estos sedimentos están afectados tectónicamente.

La unidad comienza con un conglomerado basal de 1 a 1.5 m de potencia formado por cantos de cuarzo y trozos de esquisto y granito redondeados sin alterar. A veces es posible encontrar una matriz arcillosa importante, pero en otras los cantos de conglomerado se tocan en sus bordes y presentan imbricaciones. El tamaño es variable, en general, superior a arena gruesa, con cantos que oscilan de 8 a 10 cm de diámetro y más.

Por encima aparece un paquete de arcillas de gris a negras con un alto contenido en materia orgánica y con algunos lentejones arenosos centimétricos y poco continuos lateralmente intercalados. A techo del mismo una acumulación de restos vegetales carbonizados, donde es posible distinguir fragmentos de troncos. Sobre este nivel de acumulación orgánica hay una superficie de rubefacción que podría ser un paleosuelo. La unidad termina con un material brechoide, con fragmentos de roca angulosos flotando en una matriz terrosa. Encima se instala el suelo actual.

Interpretación sedimentológica

El material que forma las unidades sedimentarias diferenciadas en el valle de Meirama procede de la movilización en distintas épocas y por diferentes mecanismos de las alteritas o mantos de alteración desarrollados sobre las rocas de caja de la cuenca. (granodiorita de Xalo y Esquistos del complejo de Ordes (Ordenes)). Estas alteraciones dieron lugar a grandes masas de arcillas caoliníferas y a un residuo sólido de fragmentos de cuarzo (BRELL y DOVAL, 1979).

La litología y el tipo de facies y estructuras sedimentarias que presenta cada unidad permite realizar una interpretación sedimentológica en la que se sugiere qué mecanismos produjeron la movilización de las al-

teritas y cuales fueron los medios y las condiciones de depósito en cada caso.

Unidad I

La ausencia de estructuras tractivas, la falta de selección del sedimento, la morfología angulosa de los fragmentos de cuarzo y la textura fango soportada con los granos de cuarzo flotando en una matriz arcillosa sugiere mecanismos de transporte tipo flujo de derrubios. Esto es, lentos movimientos pendiente abajo de cuerdas de sólidos granulares (ej: granos de arenas y cantos), minerales de la arcilla y agua en respuesta al empuje de la gravedad. Los bolos métricos de la roca completamente alterada pero en la que es posible distinguir aún la textura original, deben interpretarse como grandes bolos residuales alterados caídos como bloques compactos al interior de la cuenca. Ocasionalmente, corrientes superficiales de agua procedente de la lluvia podían arrastrar selectivamente los granos de cuarzo dando lugar a lechos laminares de concentración de este material.

Muchas veces la semejanza entre la Unidad I y los horizontes de alteración es tal que es difícil marcar un límite entre uno y otro. Incluso parte de la Unidad I podría tratarse de la propia roca alterada «in situ» sin haber sufrido movilización.

Unidad II

La unidad II es la que mayores problemas de interpretación sedimentológica presenta. El lignito se muestra mayoritariamente masivo y es muy difícil observar algún tipo de estructura interna que permita conocer sus condiciones de formación. Resulta complicado determinar el carácter alóctono o autóctono del mismo y sólo algunos rasgos aislados permiten inclinarse en uno u otro sentido.

Se pueden encontrar incluidos en la unidad lignitífera fragmentos de troncos de árboles de gran tamaño y, acumulaciones de

hojas de especies arbóreas que debieron tener grandes raíces. Esta cobertura vegetal que dio lugar al lignito debía apoyarse sobre suelos de los que no quedan rastros. No aparecen dentro del carbón horizontes de edaficación que atestigüen que la vegetación vivió en el mismo lugar en que se depositó. No existen, no se conservan o, no se han encontrado todavía, restos vegetales en posición de vida. Los troncos que se encuentran están siempre tendidos, con su máxima dimensión paralela a la estratificación.

Además hay otra circunstancia que viene a poner en duda el carácter autóctono del carbón, las intercalaciones arcillosas en el lignito representan momentos en que las aguas de escorrentía aportaban material dérmico procedente de la erosión de las alteritas. Encima de estos finos estratos de arcilla caolinífera aparece de nuevo el lignito. Pero el techo de estas intercalaciones es plano y neto. Si el carbón fuese autóctono sería de esperar que unos niveles tan poco potentes hubiesen sido perturbados, o incluso desaparecido, por la acción de las raíces de una vegetación que vuelve a instalarse una vez detenida la sedimentación terrígena.

Todos estos rasgos avalan en principio el carácter alóctono del lignito, pero ¿cuál fue el agente de transporte que produjo esta acumulación? No existen o al menos los afloramientos de que se disponen actualmente no lo muestran, secuencias fluviales relacionadas lateralmente con la acumulación de carbón. Los restos vegetales no parece por tanto que hubieran sido aportados por flotación en las aguas de una corriente fluvial como se describe para otras cuencas lignitíferas en la bibliografía. (I. A. S. 1984). La materia orgánica podría proceder de una cobertura vegetal que cubriera las laderas de la cuenca de Meirama. Esta se comportaría como una zona deprimida ideal para el acúmulo de troncos, y otros restos que caían de las vertientes de la cuenca verosíblemente muy pobladas. El fondo del valle estaba encharcado con una cierta lámina de agua que dio lugar a un ambiente reductor donde se produjo la carbonización y conser-

vación de los restos vegetales, y la formación de nódulos de piritita y piritizaciones en los conductos vasculares de los macro restos de lignito xiloide.

Unidad III

Los tres tipos de facies distinguidos dentro de la unidad III reflejan que el sedimento fue aportado por corrientes tractivas de escorrentía superficial no canalizadas aunque de distintas magnitudes y regímenes. Las corrientes de agua erosionaron los perfiles de alteración transportando la fase residual (arcillas caoliníferas y cuarzo) hacia el interior de la cuenca, selectivamente dependiendo del régimen y la energía del flujo.

La escasa madurez del sedimento de área fuente granítica indica tiempos y distancias de transporte cortos. El sedimento procede del lavado superficial de las laderas graníticas más próximas que forman el borde N-NE de la cuenca. El agua de lluvia, convertida en escorrentía superficial arrastró pendiente abajo a la fase residual de alteración del granito. Al llegar al fondo del valle la corriente se expande y pierde energía paulatinamente depositando el cuarzo en lechos de distinto espesor dependiendo de la competencia del flujo. La arcilla permanecería más tiempo en suspensión e iría decantándose a medida que la energía del agua descendía y se estancaba. La morfología de los lechos de cuarzo indica que los flujos no discurrían en lámina (sheet-flood).

Cuando el aporte material detrítico cesa en los períodos secos, se instala la vegetación como lo atestiguan los restos vegetales en posición de vida que dan lugar a los niveles centimétricos de arcillas carbonosas y lignitos que se observan en esta unidad.

Las laderas esquistasas que forman el margen S-SE de la cuenca no nos parecen capaces de suministrar el volumen de cuarzo que aparece en el sedimento. Sin duda este procede de una cuenca de drenaje más amplia, establecida sobre una gran superficie de litología esquistosa fuertemente alterada (por comparación con los depósitos aguas

abajo de Barcés o del Mero (ESCUER. J. 1986).

El mayor grado de redondez de los fragmentos del cuarzo implica una distancia de transporte importante y la potencia de los episodios terrígenos groseros (paquetes de gravas) habla de unos flujos tractivos de mayor entidad que los que lavaron el borde granítico.

En este sector de la unidad III los sedimentos presentan facies y una arquitectura que se interpretan como de abanico fluvial. Ya de por sí la morfología cónica superficial del afloramiento viene a indicar este origen.

Durante las fuertes avenidas, la escorrentía superficial, arrastraba gran cantidad de fragmentos de cuarzo y arcilla en suspensión. El flujo pierde energía y se expande allí donde se produce el cambio de pendiente al entrar en la cuenca y el material grosero se deposita en forma de cuerpos elipsoidales con una relación anchura/profundidad muy grandes. Las morfologías planar de los muros, sin acanalamientos indica flujos laminares (sheet-flood). Realmente, cada paquete de gravas no representa un único episodio de avenida sino varios y de diferentes energías lo que da lugar al amalgamiento de cuerpos de distintas granulometrías. Las estratificaciones cruzadas son resultado de la migración de formas del lecho por la acción de corrientes de alta energía. Las facies recuerdan a las estructuras producidas al migrar las barras de gravas y arenas en los ríos trenzados. En las áreas laterales y alejadas del depocentro y una vez cesado el período de mayor avenida se decantarían las arcillas que constituirían las facies más distales del abanico.

El apilamiento vertical de capas de gravas y arcilla alternante es consecuencia de la variación en la posición del depocentro por procesos de autocompensación, los paquetes de gravas forman un relieve sobre el fondo de la cuenca que si crece excesivamente tiende a ser evitado por las corrientes de las nuevas avenidas desplazándose el área de depósito.

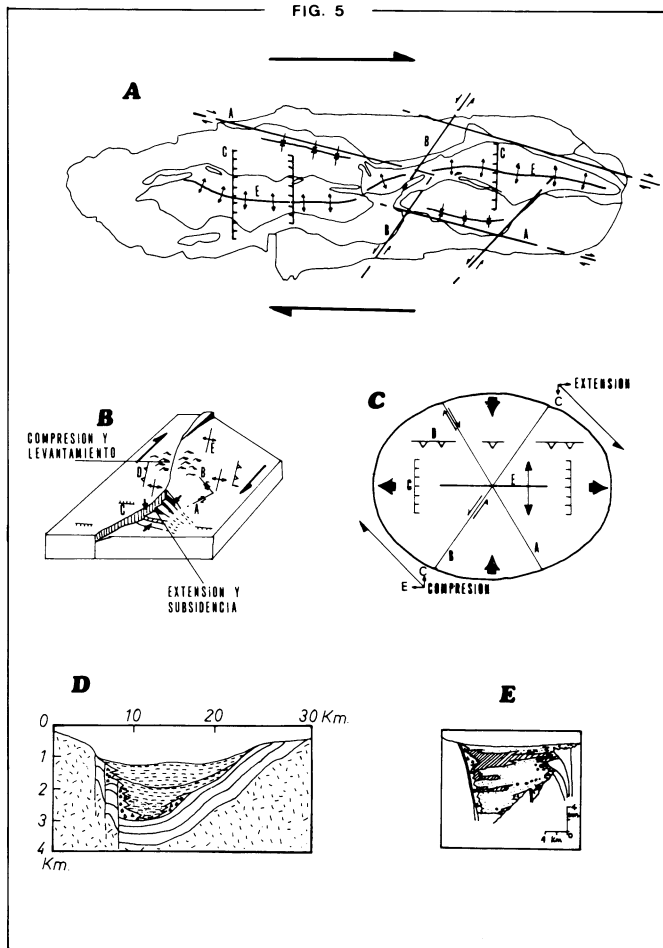


Fig. 5. A.—Principales elementos estructurales que aparecen en la cuenca de Meirama

A.—Sistema de fallas sintéticas de orientación N

B.—Sistema de fallas antitéticas de orientación N

Estos dos sistemas de fracturas son fallas de salto en dirección que presentaron, dependiendo de cada momento concreto en la evolución de la cuenca de Meirama una fuerte componente normal o inversa.

C.—Fallas normales

E.—Ejes de pliegues

B.—Ilustración que muestra como la curvatura de falla de salto en dirección dextral puede producir a la vez una cuenca subsidente y un área de levantamiento compresivo. Sobreimpuesto a este modelo estructural aparecen los elementos estructurales que cabría esperar que aparecieran asociados a una fractura de salto en dirección dextral como es el caso de Meirama (tomado de Reading H. G., «Sedimentary basins and global tectonics», 1982).

C.—Rastros estructurales de una cizalla simple (según Harding 1974)

Obsérvese como estos rasgos coinciden bastante aproximadamente con los diferenciados en Meirama.

A.—Falla de salto en dirección sintética

B.—Falla de salto en dirección antitética.

C.—Fallas normales

D.—Fallas inversas

E.—Ejes de Pliegue

D y E.—muestran dos perfiles transversales de dos cuencas sedimentarias californianas desarrolladas sobre fallas de salto en dirección. Obsérvese el gran parecido con los perfiles transversales que presenta la cuenca de Meirama (Tomado de Reading M. G. «Sedimentary basins and global tectonics» (1982).

Una vez más en los períodos en que cesa el aporte terrígeno se instala la vegetación y da lugar a los niveles centimétricos carbonosos con restos vegetales en posición de vida.

El gran volumen de arcillas que caracteriza a esta unidad es interpretado como característico de facies de inundación. Se decantaron a partir de una lámina de agua que ocupaba el fondo de la cuenca de Meirama después de las fuertes avenidas pero cuya existencia podría no ser continua en el tiempo. La cuenca debía contar con un buen drenaje o bien la evaporación era muy elevada. Ciertos niveles arcillosos rojos pudieran marcar momentos de exposición subárea del sedimento que se oxidaba al contacto con la atmósfera. Así, en determinadas épocas la cuenca quedaba seca o cubierta con una lámina de agua tan escasa que la vegetación podía instalarse. En cualquier caso la presencia de estructuras sedimentarias, que indican flujos de alta energía durante la avenida de material grosero, presuponen que estos no debían ser muy profundos ni desembocan en una masa estática de agua importante.

Facies similares a las que presentan los sedimentos de área fuente esquistosa en su tramo superior son descritas por ROBLES, S. 1984 en abanicos aluviales del Prepirineo de Lérida. ROBLES los interpreta como «depósitos en tromba» y hace la siguiente descripción: «Se trata de depósitos muy localizados, constituidos por conglomerados desorganizados, con poca matriz, muy heterométricos de cantos gruesos y con bloques de hasta 1.5 m de diámetro. Estos sedimentos forman lagunas que tienen de 5 a 15 m de ancho y de 1 a 3 m de espesor. Los conglomerados erosionan los materiales subyacentes incorporando los fangos y arrancando los fragmentos litificados... Se originaron por trombas de agua producidas durante una tormenta o período de tormentas excepcionales y de carácter esporádico. Las trombas penetran decenas o centenares de m en las zonas lacustres que estarían cubiertas por una pequeña columna de agua o desecadas».

Entre estos períodos excepcionales de tormenta se decantan las arcillas negras ricas en materia orgánica a partir de una masa estática de agua más o menos permanente, en el pequeño lago que ocupaba una zona del fondo de la cuenca de Meirama.

El carácter de secuencia positiva que presentan estas últimas facies de la unidad III indica una disminución progresiva en el tiempo de la importancia de los períodos erosivos.

Unidad IV

El conglomerado con el que se inicia esta unidad se interpreta como un «lag» basal de fondo de valle fluvial. El drenaje del valle quedó interrumpido en un momento dado y se instaló una laguna en la que se decantaron arcillas. Algunos aportes detríticos de escasa importancia llegaban al lago en períodos lluviosos procedentes de los bordes. La laguna se fue colmatando y cuando la profundidad del agua disminuyó lo suficiente se instaló una turbera. El horizonte de rubefacción marca el momento de desecación de la laguna. El material brechoide que cierra esta unidad es un piedemonte de derrubios de ladera.

MODELO ESTRUCTURAL PARA LA CUENCA DE MEIRAMA

De todos los factores que controlan la sedimentación son los tectónicos los más importantes. Estos, condicionan directamente el espesor del sedimento, las secuencias y los modelos de facies e influyen indirectamente en el clima local, en los cambios del nivel del mar, la circulación oceánica y el quimismo y composición de la fuente de material sedimentario.

La situación de Meirama sobre una falla de salto en dirección de gran importancia hace que esta influencia sea particularmente notable. Es preciso, determinar al menos de una forma general, que tipo de mecanismo tectónico originó la cuenca de Meirama y

determinó su posterior evolución para comprender muchos de los rasgos que hoy en día observamos: La morfología de la cuenca, el enorme espesor del sedimento, la sucesión en el tiempo de las unidades sedimentarias diferenciadas, las facies y secuencias que presenta el sedimento, etc... Las fallas de salto en dirección son aquellas donde el movimiento de los bloques es horizontal y paralelo, a la traza de la fractura. Sin embargo, raramente, el movimiento relativo entre los bloques, es exclusivamente en la dirección de la falla. Normalmente es algo oblicuo, pudiéndose clasificar en convergente o divergente. En las zonas de movimiento divergente aparecen fallas normales y pueden formarse cuencas sedimentarias y registrarse volcanismo. El movimiento convergente provoca plegamiento, elevación y fracturación inversa.

Las fallas de salto en dirección individuales son raramente rectas, tienden a curvarse y a dividirse en varias ramas, que pueden juntarse otra vez o bien se trata de fallas de escalón. Estos complejos modelos dan lugar a zonas localizadas a lo largo de la falla donde domina o distensión y la compresión. Las cuencas sedimentarias se forman donde hay extensión y donde hay compresión la elevación provoca erosión y crea una fuente de sedimento para las áreas vecinas. La forma de la cuenca depende del modelo de fracturación. Las fallas curvadas y anastomosadas dan lugar a cuencas cuneiformes o elípticas. Las fallas escalonadas originan cuencas «pull-apart» rectangulares o romboidales como sería el caso de Meirama. Estas cuencas son excepcionalmente profundas en relación con la superficie que presentan. Son «cuencas sin fondo». El movimiento continuo de la fractura hace que zonas de la falla donde se registraban condiciones distensivos y por tanto depósito, pasen a ser comprensivas pudiendo erosionarse el sedimento al elevarse. (NARDIN & HENYEV, 1978). Este hecho explica la coexistencia en

Meirama de rasgos estructurales que indican condiciones compresivas y distensivas que afectarían al sedimento en diferentes épocas y que actualmente aparecen sobreimpuestos. Las fracturas que limitan estas cuencas pueden haberse movido a lo largo del tiempo por diferentes caminos comportándose sucesivamente como fallas normales o inversas.

Sedimentológicamente, las características más importantes de estas cuencas son fuertes cambios laterales de facies, potencia grande y alta velocidad de sedimentación, abundante sedimento procedente de múltiples fuentes y la evidencia de inconformidades y deformaciones contemporáneas a la sedimentación. Muchas de las características comentadas hasta ahora en este capítulo pueden observarse en Meirama. Esta cuenca sedimentaria se formó sobre un tramo de la Falla de Baldaio donde dominaban las condiciones distensivas. El movimiento dextral de la falla se resolvió en esta zona a través de un sistema de fallas normales escalonadas de orientación N 160 N 90.º E las cuales limitaban una zona central distensiva en la que se registró el depósito. A lo largo del tiempo y debido al movimiento continuo de la falla la situación de los esfuerzos varió y estas fallas se comportaron como inversas, produciendo la deformación del sedimento y su erosión. El depósito de la Unidad IV denota la vuelta a las condiciones distensivas en la cuenca. Este último episodio queda reflejado en el sedimento por la aparición de fracturas normales transversales al trabajo de la falla principal.

Como se verá en el siguiente capítulo el cambio sucesivo en la disposición de los esfuerzos ha condicionado fuertemente la evolución tectosedimentaria de la Cuenca. No puede comprenderse pues el registro sedimentario de Meirama sin relacionar el proceso de depósito con las condiciones tectónicas que reinaban en cada momento.

FIG. 4

PERFILES TRANSVERSALES. UNIDAD III.

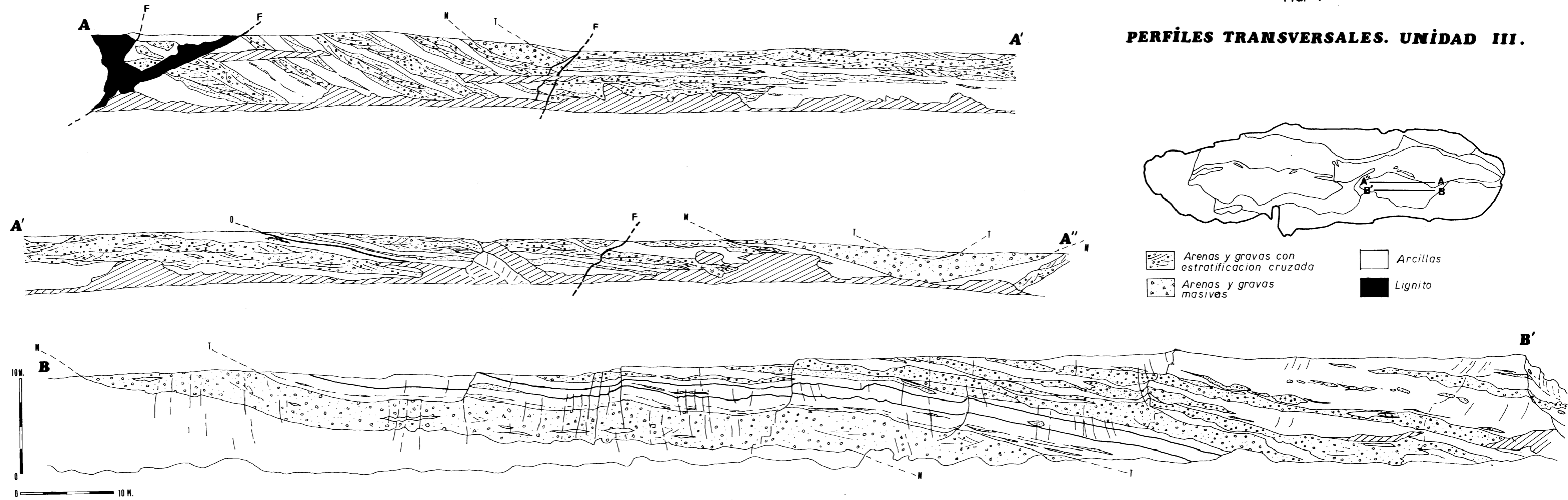


Fig. 4. Reconstrucción a partir de diapositivas de dos perfiles transversales de la unidad III.
 1. A-A' Facies inferiores de área fuente esquistoso. La altura del talud que se representa oscila entre 7 m en A'' y 11 m en A. Se indican algunas fallas normales que afectan al sedimento y el carácter mecánico del contacto entre la unidad III y el lignito. Las letras M y T corresponden al muro y al techo del paquete de arenas y gra-

vas que marca el comienzo de las facies superiores de área fuente esquistoso. La letra O indica uno de los niveles centimétricos de acumulación de materia orgánica donde se han encontrado restos vegetales en posición de vida.
 2. B-B' Facies superiores de área fuente esquistoso. El nivel marcado entre M y T es un nivel de correlación entre los dos perfiles que se representan.

RECONSTRUCCION TECTOSEDIMENTARIA

Para poder realizar una reconstrucción tectosedimentaria correcta de la cuenca de Meirama sería preciso conocer bien su geología estructural. Es indispensable datar las estructuras y emparejar su orientación a los movimientos de la falla principal. Esto es complicado debido a la frecuente superposición de las estructuras secundarias sobre las primarias y su estudio constituiría, ya de por sí, un trabajo aparte. Sin embargo, gracias a las características que presenta el sedimento (facies, tipo de deformación) es posible reconstruir, a grandes rasgos, cuales eran las condiciones de depósito y la situación de los esfuerzos durante la sedimentación de cada una de las unidades diferenciadas en la columna.

La aparición de una zona de distensión debido a una situación particular de los esfuerzos de un punto de la falla de Baldaio supuso el inicio de la historia sedimentaria en la cuenca de Meirama. Los productos de alteración de un área que había permanecido emergida en el Mesozoico fueron movilizadas por deslizamientos en masa y corrientes esporádicas de agua hacia el interior de esta zona deprimida de nueva creación dando lugar a la Unidad I.

El borde de la cuenca estaba formado por dos sistemas de fallas, uno sintético N 160 E y otro antitético N 90 E a la fractura principal con una componente normal en su movimiento que limitaba una área central subsidente.

La naturaleza caolinífera del sedimento implica un paleoclima lateritizante en el que ocurrían procesos de hidrólisis intensos, un clima de tipo tropical o subtropical. (DOVAL y BRELL, 1979).

Este clima es el que permite instalarse durante el Terciario una densa masa forestal de palmeras (sabal o granophyllum) sopotáceas, simarubáceas, pinos (haploxyllon) y *Pinnus silvestris* (MARTIN SERRANO, A.). La cobertura vegetal protegía al suelo de la

erosión y facilitó que los procesos de alteración adquiriesen gran intensidad dando lugar a los grandes espesores de alteritas. Durante este período Meirama sigue siendo un área distensiva en la que se registra una subsidencia lenta pero muy continua, y a la postre muy importante, como lo atestiguan las grandes potencias de lignito que se conservan.

Al estar el suelo protegido por la cobertura vegetal la sedimentación es casi exclusivamente orgánica, los restos vegetales muertos se acumulan en una pequeña laguna de ambiente reductor donde se carbonizan y se forman sulfuros. Aumentos bruscos en la velocidad de subsidencia pudieron dejar temporalmente al descubierto las alteritas y la escorrentía superficial arrastró la arcilla y los restos de cuarzo de los horizontes de alteración al interior de la cuenca dando lugar a las intercalaciones terrígenas que se observan en la Unidad II (Fig. 6. II). Esta es la unidad que implica mayor cantidad de tiempo en su formación. En un determinado momento y debido al movimiento continuo de la falla de Baldaio, la situación de esfuerzos cambia, registrándose compresión. Las fracturas que limitan el borde de la cuenca se comportan ahora como inversas lo que produjo una elevación de los bordes y un rejuvenecimiento del relieve.

El encajamiento de la red fluvial que siguió a este rejuvenecimiento provocó la erosión de las alteritas. Estas pudieron haber quedado ya de por sí bastante desprotegidas al disminuir la cobertura vegetal por un cambio climático hacia condiciones más áridas.

El depósito de la Unidad III se realiza, por tanto, simultáneamente a los esfuerzos compresivos que afectaban a la cuenca de Meirama, circunstancia que queda reflejada en el sedimento por la aparición de discordancias angulares internas. En una primera etapa de depósito de la Unidad III el sedimento pudo ocupar todo el fondo de la cuenca. Sin embargo, pronto, el lignito comenzó a plegarse en respuesta a los esfuer-

zos comprensivos constituyendo un relieve central que se elevaba paulatinamente. De esta forma la sedimentación se fue concentrando en dos surcos deposicionales subsidentes entre el relieve central y la roca de caja que corresponden aproximadamente a los dos afloramientos inconexos de la Unidad III que hoy en día podemos observar. Este relieve central impedía la mezcla de material procedente de un borde y del otro y explicaría la diferencia de facies tan acusada de la Unidad III.

Las avenidas de material grosero que caracterizan a esta unidad están controlados por factores climáticos (alternancia de épocas de lluvia y períodos secos) y por factores tectónicos. Así, el nivel de gravas de 6 m con el que se inician las facies superiores de área fuente esquistosa (Unidad III) tiene un claro origen tectónico y refleja un fuerte período erosivo como respuesta al rejuvenecimiento del relieve provocado por un impulso compresivo especialmente importante. A medida que continuaba la comprensión, el relleno sedimentario de la cuenca se iba elevando y las áreas de depósito se redujeron como consecuencia del cierre progresivo y la colmatación de la cuenca. Pronto, la cuenca de Meirama dejó de ser un área de depósito y se convirtió en una zona sometida a la erosión que suministraba material a las áreas circundantes.

El movimiento continuo de la fractura principal provocó una nueva variación en la disposición de los esfuerzos y se produjo de nuevo una situación distensiva y un nuevo registro sedimentario: La Unidad IV. El cauce fluvial que discurría por el valle de Meirama erosionó el Terciario hasta llegar al nivel de roca sana en la salida del valle. El drenaje de la cuenca quedó cortado y se instaló una laguna. La laguna se colmató y sus depósitos fueron cubiertos por derrubios de ladera. Posteriormente el Barcés se encajó en estos sedimentos.

La última unidad sedimentaria también está afectada tectonicamente por fallas normales lo cual demuestra que la falla de Baldaio se movió constantemente y posiblemente su actividad no ha cesado hoy en día.

Recibido 28-I-87

Aceptado 30-II-87

AGRADECIMIENTOS

Agradezco sinceramente a Lignitos de Meirama, S. A. y al Laboratorio Geológico de Laxe la concesión de la beca durante la cual pudo efectuarse este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- BRELL J. M. y DOVAL (1979). «Relaciones entre los sedimentos neógenos de Galicia y las alteraciones de su sustrato. Interpretación Paleoclimática». *Acta Geol. Hisp.* t. 14, pp. 190-194.
- ECUER, J. (1986). «Facies y Modelo local de los depósitos aluviales de la cuenca del río Mero y península de Sada. VIII Reunión de Xeoloxía e Minería do N. O. Peninsular. Libro de Resúmenes.
- MALDONADO, A. (1977). «Estudio Geológico-Geofísico del surco Baldayo-Meirama-Boimil». *Tesis Doctoral. Univ. Politécnica de Madrid. Inédita.*
- MARTIN SERRANO, A. (1974). «El conocimiento del lignito y del terciario en Galicia». Exposición y crítica. *Tecniterrae* 5, 203.
- MARTIN SERRANO, A. (19807). «El terciario gallego. Significado y posición Gronoestratigráfica de sus yacimientos de lignitos. *Tecniterrae* 5, 255.
- NONN. H. (1966). «Les regions cotieres de la Galice (Espagne). Etude geomorphologique». These Paris, les belles lettres. *Pub. Fac. Lett. Univ. Strasbourg.*
- READING, H. G. (1982). «Sedimentary basins and global tectonics». *Proc. Geol. Ass* 93 (4), 321-350.
- ROBLES, S. (1984). «Evolución Paleogeográfica y Sedimentológica de la cuenca lacustre de Sossis (Eoceno superior, prepirineo de Lérida): Ejemplo de influencia de la actividad de Abanicos Aluviales en el desarrollo de una cuenca lacustre asociada». *Dpo. Estratigra. y Geología histórica. Univ. Aut. de Barcelona.* Inédito.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF SEDIMENTOLOGY (1984). «Sedimentology of coals». *Spc. Pub. Int. Ass. Sed.* n.º 7.
- VAN WOMBEKE, L. (1985). «La teledetection appliquée a la recherche miniere». *Bull. Soc. Belge de Geol. t. 94, Fas. 3, pp. 187-196.*