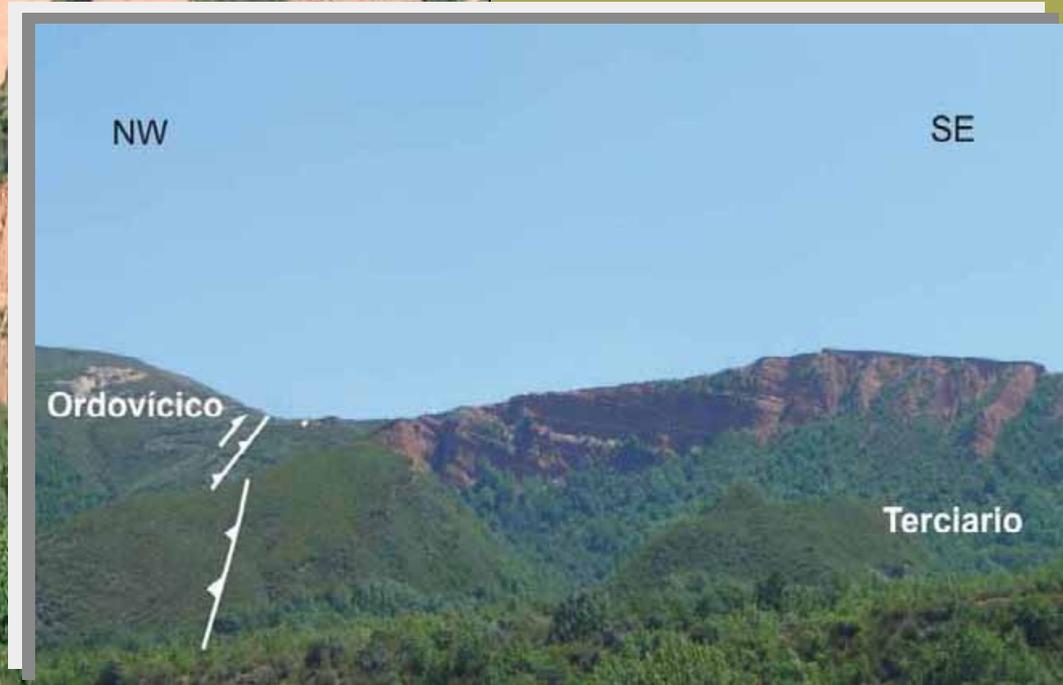


Estructuras alpinas en la terminación occidental de los relieves del Orógeno Pirenaico y su relación con la sedimentación terciaria (Macizo Ibérico, NO Peninsular)



(Ponferrada, 9-11 Septiembre de 2010)

F. Martín-González¹ y N. Heredia²

1.-Área de Geología. ESCET. Universidad Rey Juan Carlos. C/Tulipán, s/n. Móstoles, 28933 Madrid (fidel.martin@urjc.es)

2.-Instituto Geológico y Minero de España (IGME), c/Matemático Pedrayes, 25, 33005 Oviedo (n.heredia@igme.es)

XXII Reunión de la Comisión de Tectónica de la Sociedad Geológica de España:

Estructuras alpinas en la terminación occidental de los relieves del Orógeno Pirenaico y su relación con la sedimentación terciaria (Macizo Ibérico, NO Peninsular)

F. Martín-González¹ y N. Heredia²

1.-Área de Geología. ESCET. Universidad Rey Juan Carlos. C/Tulipán, s/n, Móstoles, 28933 Madrid
(fidel.martin@urjc.es)

2.-Instituto Geológico y Minero de España (IGME), C/Matemático Pedrayes, 25, 33005 Oviedo (n.heredia@igme.es)

ÍNDICE

- 1. Introducción**
 - 2. Contexto geológico**
 - 3. Paradas de la excursión**
 - 4. Bibliografía**
- Notas**

INTRODUCCIÓN

Los relieves del Orógeno Pirenaico se extienden en dirección E-O desde Languedoc-Provenza hasta Galicia (Figura 1). En su terminación occidental las estructuras alpinas que generan estos relieves se desarrollan sobre un basamento antiguo varisco (NO del Macizo Ibérico) lo que le confiere a esta parte del orógeno unas características diferentes del resto. Este basamento no presenta recubrimiento mesozoico que haya permitido registrar la deformación cenozoica y apenas unos pequeños afloramientos dispersos de sedimentos terciarios continentales son el reflejo de la actividad tectónica alpina. Además, el basamento se encuentra altamente deformado por la orogenia varisca lo que hace que reconocer la naturaleza de la deformación alpina sea complejo en algunas ocasiones (Martín Serrano, et al. 1996). Por estos motivos las estructuras alpinas en el NO peninsular no han sido objeto de los importantes estudios que han sido objeto las estructuras y deformaciones variscas. De esta forma importantes controversias se han generado sobre la naturaleza y cinemática de las estructuras o los regímenes tectónicos que las generaron, así como por la naturaleza y origen de los depósitos sedimentarios que originaron (Martín Serrano et al., 1996). Por otro lado los modelos tectónicos publicados para otras partes de los Pirineos (p. ej. Choukroune et al., 1990; Muñoz, 1992; Teixell, 1998) o la Cordillera Cantábrica (p. ej. Alonso et al., 1996; Gallastegui et al., 2002; Pedreira, 2004) donde existe un buen registro de la deformación no parece que sean extrapolables a esta parte del Orógeno (Alonso y Pulgar, 2004). Por todo ello en esta región se están llevando a cabo durante los últimos diez años, trabajos para aportan más datos que

puedan ayudar a comprender mejor las estructuras alpinas, los sedimentos y el levantamiento de los relieves.

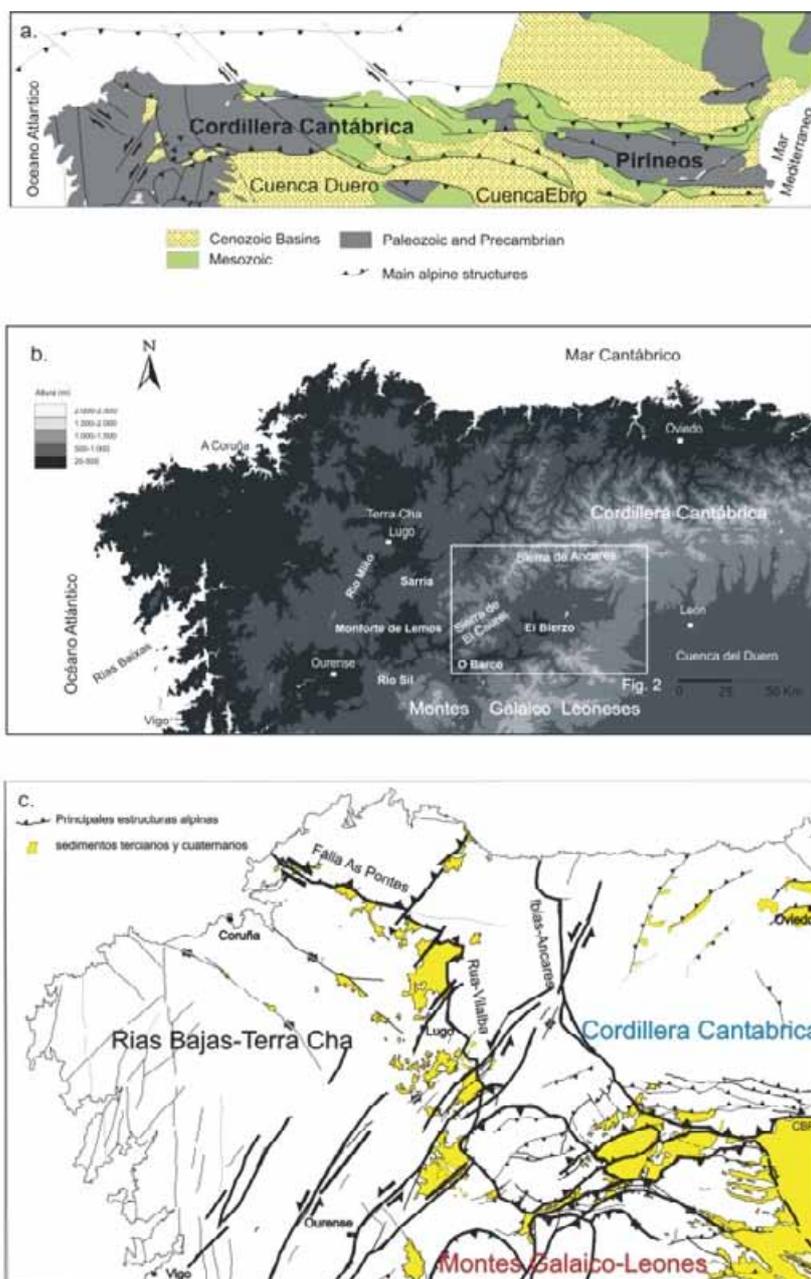


Figura 1.- a.- Mapa geológico general Orógeno Pirenaico mostrando las principales estructuras alpinas; b.- Principales relieves de la zona donde se encuentra la exclusión; c.- Esquema estructural con las principales estructuras alpinas del NO peninsular (modificado de Martín-González y Heredia, 2008).

En esta excursión pretendemos mostrar parte de este trabajo, recorriendo algunos de los afloramientos que ilustran la estructura y la tectónica alpina de esta región. Todo ello en una comarca como la de El Bierzo que nos permite recorrer el mayor número de afloramientos en el día y medio que tenemos para ello. Esta comarca es la zona que ha quedado entre medias de los relieves y las estructuras de la Cordillera Cantábrica al norte (Sierra de Ancares) y los relieves y estructuras de los Montes Galaico-Leoneses al sur (sierras del Teleno y Cabrera)

generándose una cuenca (*pop-down* tectónico) que ha preservado los sedimentos terciarios. Esta actividad geológica ha dejado entornos y paisajes de gran interés como la Sierra de Ancares (Red Natura 2000, Reserva de la Biosfera, Parque Natural -en estudio-) o las Médulas (Patrimonio de la Humanidad).

CONTEXTO GEOLÓGICO

El relieve del NO peninsular está condicionado por la terminación de las estructuras alpinas del Orógeno Pirenaico (Cordillera Cantábrica y Pirineos) (Martín-González, 2005; Martín-González y Heredia, 2008). El relieve consiste principalmente en sierras de dirección aproximadamente E-O como Ancares (1.900 m) y los Montes Galaico Leoneses (2.100 m) (Sierra de Cabrera y Teleno) o NE-SO como el Caurel (1.640 m), que dejan entre medias o a sus pies, depresiones rellenas de materiales sedimentarios terciarios (Figura 1). Estas depresiones se encuentran drenadas por el río Sil que se encuentra fuertemente encajado. Estos relieves hacia el oeste finalizan bruscamente dejando paso a las llanuras de la Terra Chá (500 m), a su vez la cuenca del Duero desaparece hacia el oeste por el levantamiento de los relieves de los Montes Galaico-Leoneses (Martín-González y Heredia, 2008, 2010).

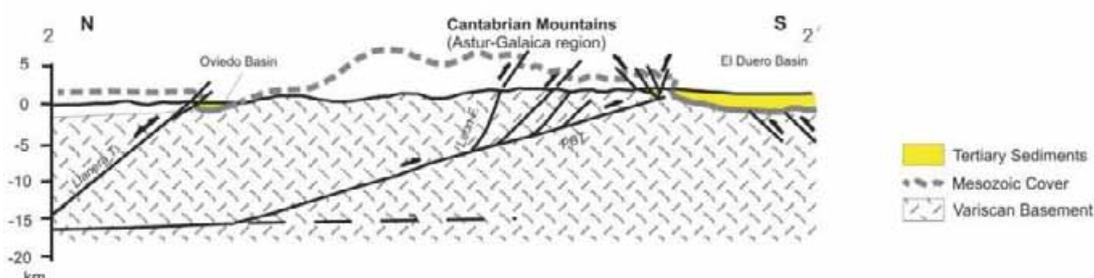


Figura 2.- Corte N-S de la cordillera Cantábrica mostrando el cabalgamiento basal que la eleva (tomado de Alonso et al., 1996).

El Orógeno Pirenaico se extiende a lo largo de más de 800 km desde la región de Languedoc-Provenza (Francia) hasta Galicia con una dirección aproximadamente E-O, siendo el límite entre la placa Ibérica y la Euroasiática (Figura 1a). Los Pirineos son un orógeno de doble vergencia que genera dos cuencas de antepaís, una al norte que es la cuenca de Aquitania y otra al sur que es la cuenca de El Ebro (Choukroune et al., 1990; Muñoz, 1992; Teixell, 1998). Hacia el oeste los Pirineos tienen su continuidad cartográfica en la Cordillera Cantábrica (CC), (Pulgar et al., 1996; Gallastegui et al., 2002; Barnolas and Pujalte, 2004). Hacia el oeste la cuenca de Aquitania y las estructuras de la Zona Norpirenaica se continúan en el Margen Cantábrico, sumergido en su mayor parte, de la misma manera que las estructuras de la Zona Surpirenaica y la cuenca de antepaís continúan por la Cordillera Cantábrica y la cuenca del Duero (Santanach, 1994; Cámara, 1997; Alonso et al., 1996; Gallastegui et al., 2002).

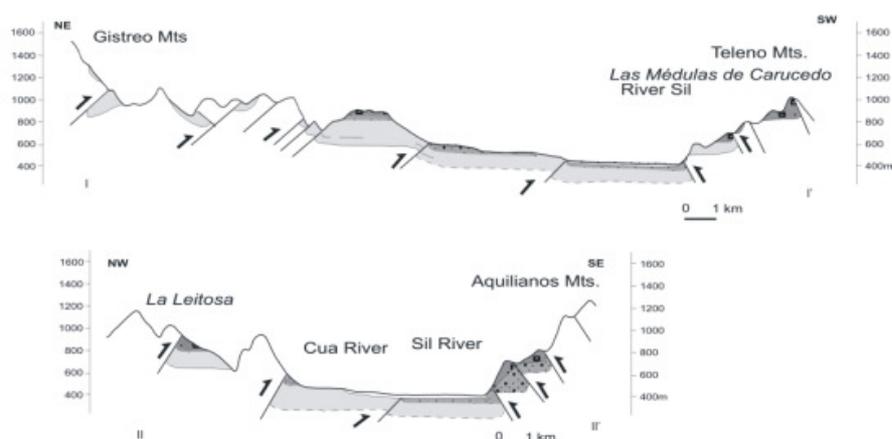
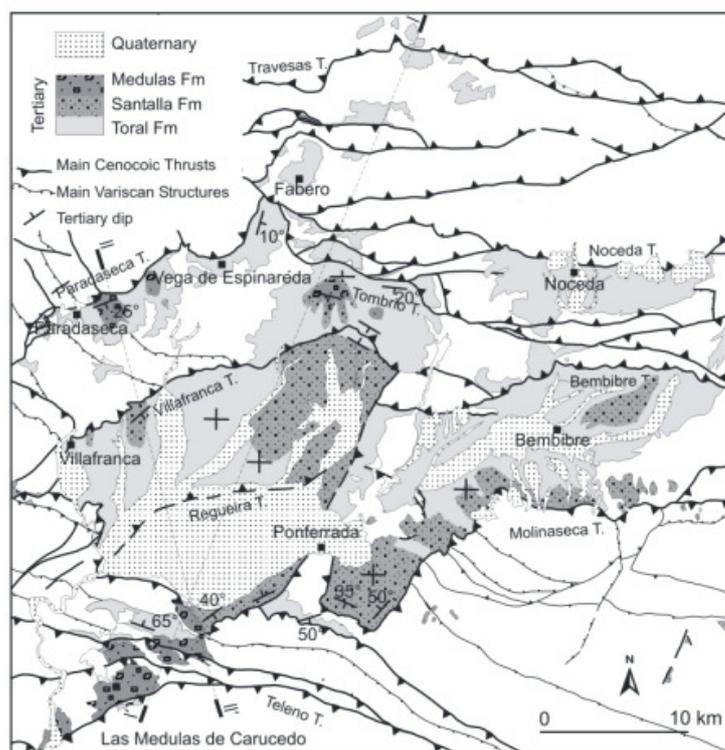


Figura 4.- Esquema geológico y corte de los depósitos terciarios de El Bierzo y su relación con las estructuras alpinas. Obsérvese como los sedimentos están limitados por las estructuras alpinas y como estas segmentan y elevan los depósitos (modificado de Martín-González y Heredia, 2010)

La estructura alpina de la parte oriental de la Región Astur-Galaica, consiste a grandes rasgos en una flexura monoclin, marcada en los sedimentos mesozoicos, que aparece relacionada con la rampa frontal del Cabalgamiento Basal Pirenaico (CBP) (Alonso et al. 1996; Santanach, 1994), el cual asciende hacia el sur a través del basamento varisco (Figura 2). Este modelo deja de ser válido hacia el oeste en donde las estructuras alpinas afectan exclusivamente al basamento (Alonso y Pulgar, 2004). En esta terminación los cabalgamientos E-O vergentes al sur de la Cordillera Cantábrica (CBP) finalizan lateralmente en dos estructuras laterales de dirección NNO-SSE (Ibias-Ancares y Rúa-Vilalba) (Figura 1c y 3) (Martín-González y Heredia, 2008). De este modo parte de la deformación alpina se transfiere hacia el norte a una serie de fallas NO-SE (p. ej. falla de As Pontes) con importante componente de desgarre que se

continúan hasta la plataforma continental, dejando al sur una zona con menos relieve y deformación: la Región de la Terra Cha-Rias Baixas.

Los Montes Galaico-Leoneses, situados al sur de la Cordillera Cantábrica, son elevados posteriormente a ésta por cabalgamientos de vergencia norte que llegan a cortarla. Estos cabalgamientos coexisten con grandes fallas de desgarre, de dirección predominante NE-SO, con las que están relacionados, al compensarse parte de su desplazamiento en estos cabalgamientos.

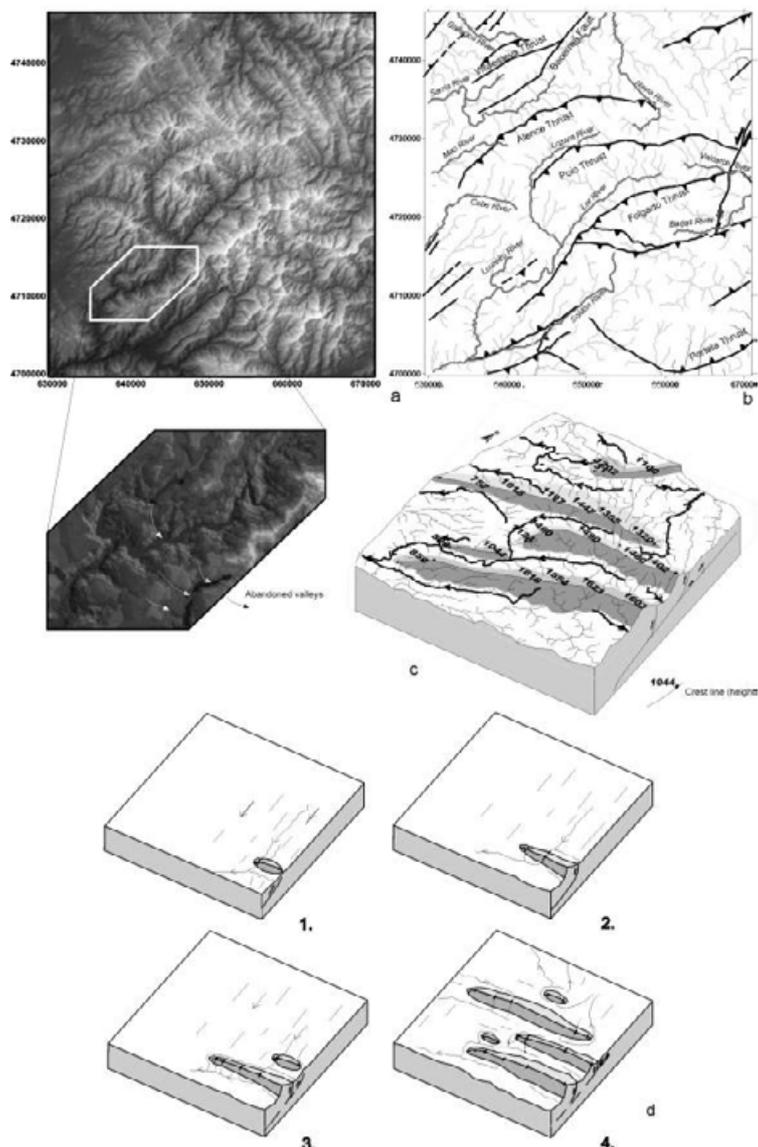


Figura 5.- Patrones de la red de drenaje en la Sierra de El Caurel. MDT (SRTM 90 metros de resolución). MDT detallado de la terminación lateral de los cabalgamientos (IGN 1:50.000, 20 metros de resolución, equidistancia 20 m). Bloques diagrama esquemáticos donde se muestra la interpretación de la evolución de la red de la red de drenaje y los cabalgamientos (Tomado de Martín-González, 2009).

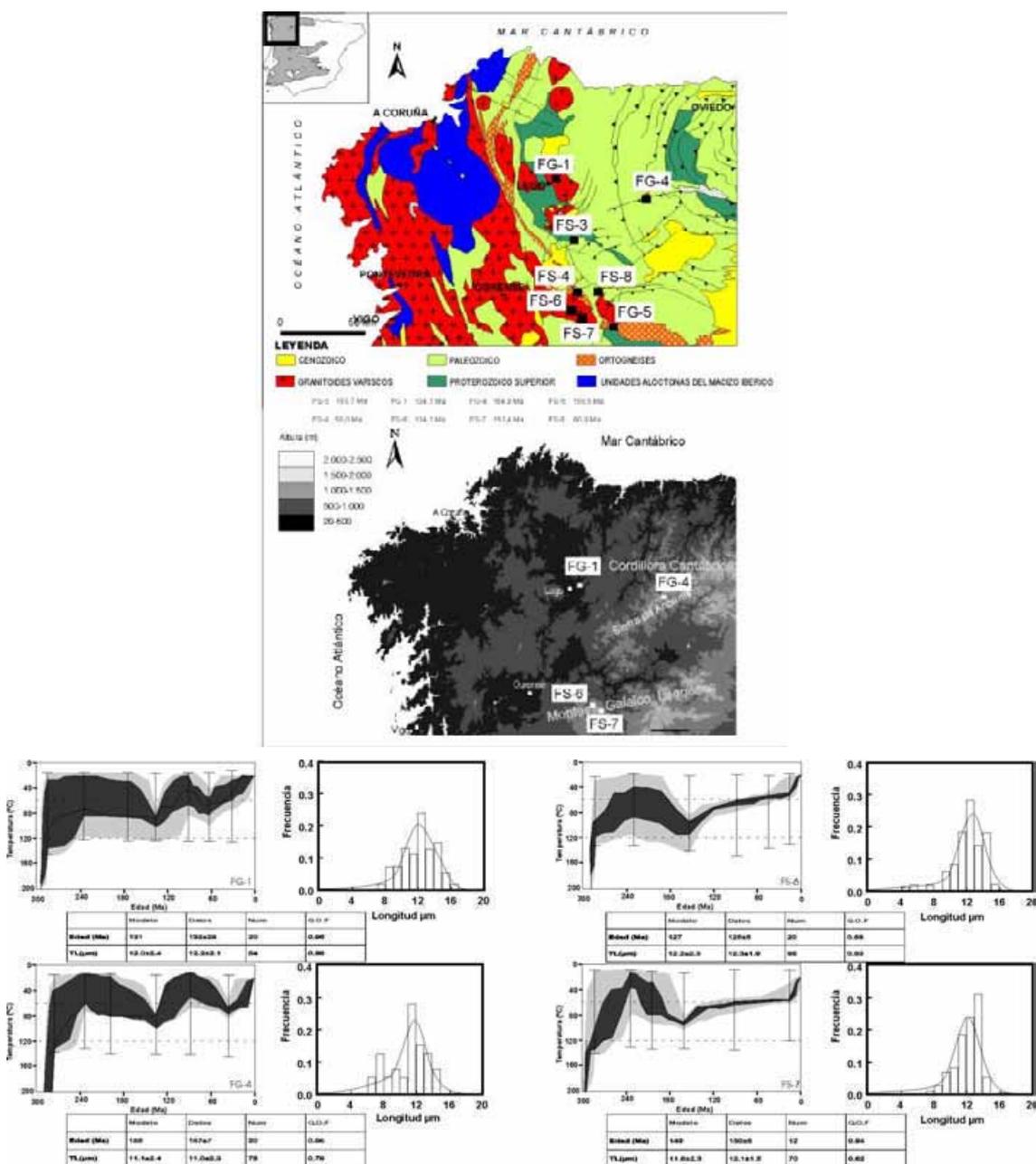


Figura 6.- a.- Situación de las muestras para el estudio termocronológico de baja temperatura con huellas de fisión en apatitos b.- Situación de las muestras modelizadas en el contexto de los relieves del NO peninsular. Se muestran los modelos térmicos de las muestras FG1, FG4, FS6 y FS7. Los modelos han sido calculados con AFTSolve® de Ketcham et al. (2000). Las zonas en gris claro representan un ajuste aceptable. Las zonas oscuras representan un buen ajuste. G.O.F. (Goodness of Fit) representa la bondad del ajuste. Se muestran también los histogramas de longitudes de huellas medidos de las muestras y una tabla con la información más importante de cada modelización. Obsérvense las edades del enfriamiento y como el enfriamiento es más moderno de las muestras situadas en los Montes Galaico-Leoneses frente a las situadas en la Cordillera Cantábrica (Tomado de Martín-González et al., 2008)

De esta forma la terminación occidental del Orógeno Pirenaico es el resultado de la superposición de las estructuras asociadas a dos cadenas montañosas (Cordillera Cantábrica y Montes Galaico-Leoneses-MGL-) (Martín-González y Heredia, 2008, 2010). La Cordillera Cantábrica se emplaza hacia el sur por cabalgamientos vergentes al sur (continuación del CBP) (Figura 1). Las estructuras laterales de Ibias-Ancares y Rua-Vilalba explican la brusca terminación hacia el oeste de los relieves de dicha cordillera antes de llegar a la región de las

Rias Baixas-Terra Cha (Figura 1b,c y 3). Los Montes Galaico-Leoneses se levantan por medio de cabalgamientos que se emplazan hacia el norte y que enlazan con los corredores de fallas de desgarre de Braganza-Vilariça y Vila Real-Verín (Vegas et al., 2004) La elevación de los Montes Galaico-Leoneses produce la erosión casi completa de la primitiva cuenca de antepaís que se situaba por delante de la Cordillera Cantábrica (Cuenca del Duero).

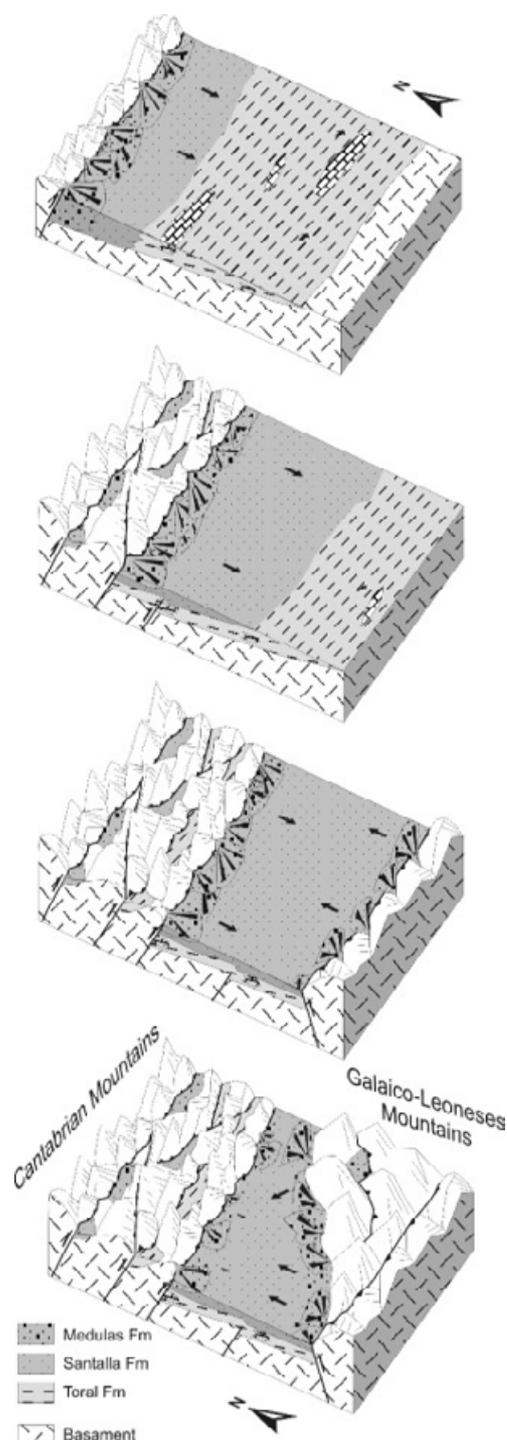


Figura 7.- Bloques diagramas mostrando la evolución de las cuencas terciarias y de las tres formaciones descritas. Desde una gran cuenca a las cuencas intramontañosas que se observan en la actualidad.

En este contexto, entre la Cordillera Cantábrica y los Montes Galaico-Leoneses se genera una depresión, condicionada por una estructura de tipo “pop-down”, donde quedan preservados sedimentos terciarios (Figura 1 y 3). Esta estructura coincide con las depresiones de El Bierzo y O Barco (Martín-González y Heredia, 2010; Martín-González, 2009) (Figura 4).

Algunas estructuras frontales de los Montes Galaico-Leoneses se propagan por la sierra de El Caurel. Lo hacen por medio de cabalgamientos arqueados vergentes al NNO que cortan las estructuras de la Cordillera Cantábrica de este sector. De esta forma se explica la morfología de la sierra de El Caurel formada por sierras alongadas de dirección ENE-OSO. Estos cabalgamientos describen una secuencia de propagación en la que los cabalgamientos más recientes son los situados más al norte (Martín-González, 2005, 2009) (Figura 5). Las relaciones de corte son consistentes además con los datos de huellas de fisión que indican la posterior actividad de las estructuras de los Montes Galaico-Leoneses con respecto a las de la Cordillera Cantábrica. En la modelización de las huellas de fisión se observa como las muestras situadas en la CC son exhumadas durante todo el Terciario (comenzando en el Oligoceno) mientras que las situadas en los MGL lo hacen en el Neogeno (principalmente durante el Mioceno medio y superior) (Martín-González 2005; Martín-González et al., 2006 y 2008) (Figura 6).

Las cuencas terciarias de El Bierzo se encuentran rellenas principalmente de sedimentos detríticos de origen continental, que han sido transportados, como ocurre en el Duero, desde el orógeno en elevación por sistemas de abanicos aluviales áridos a semiáridos (Corrochano, 1989; Alonso et al., 1996; Martín-González y Heredia, 2010) (Figura 7). La secuencia de relleno mejor establecida de entre los afloramientos terciarios del NO es la de El Bierzo, dado que es el afloramiento de mayores dimensiones. En El Bierzo se han separado tres formaciones, que de muro a techo han sido denominadas por Herail (1981): Fm. Toral, Fm. Santalla y Fm. Médulas, aunque estas dos últimas son en parte equivalentes laterales, al constituir respectivamente las partes medias y proximales del sistema de abanicos aluviales procedentes del sur.

La edad de los sedimentos terciarios del NO peninsular es objeto de controversia debido a la dificultad de datar sedimentos de detríticos de origen continental (Martín-Serrano et al., 1996). Las únicas cuencas que han sido datadas con precisión son la cuenca de As Pontes de edad Oligoceno-Mioceno Inferior (López-Martínez et al., 1993; Santanach, 1994; Huerta et al., 1997; Santanach et al., 2005) y la cuenca de Oviedo de edad Eoceno (Truyols et al., 1991). Recientemente en la cuenca de El Bierzo los depósitos de la Fm Toral han sido datados con roedores que la sitúan al final del Oligoceno inferior (MP24-MP25) (Freudenthal et al., 2010). Para el resto de las formaciones (excepto para la formación Toral) existe un consenso general de que la sedimentación es de edad Mioceno-Pliocena (Brell y Doval, 1974; Herail, 1981; Martín-Serrano, 1982; Martín-Serrano et al. 1996; Vergnolle, 1990). Sin embargo otros autores consideraron la formación Médulas más antigua que Toral y por tanto de edad Paleógena (Hacar et al., 1999, Pagés et al., 2001; Gutiérrez-Marco, 2006) (Figura 8).

Tectonoestratigráficamente la formación Toral son sedimentos distales relacionados con el comienzo del levantamiento de la Cordillera Cantábrica, bastante más al norte de su posición actual. La formación Santalla se relaciona con la progradación hacia el sur de los relieves de la Cordillera Cantábrica, hasta una posición similar a la actual y con el comienzo del levantamiento de los Montes Galaico-Leoneses. La formación Médulas, representa la elevación final de los Montes Galaico-Leoneses y fosiliza las estructuras relacionadas con el levantamiento de la Cordillera Cantábrica (Martín-González y Heredia, 2010).

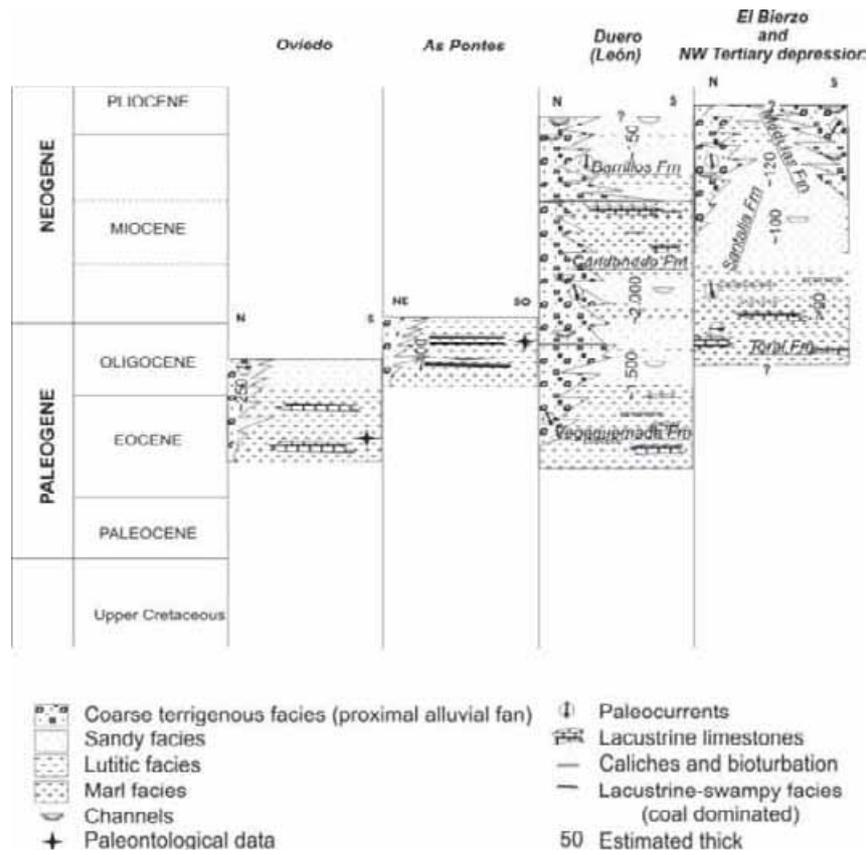


Figura 8.- Tentativa de correlación cronoestratigráfica entre las cuencas de El Duero, Oviedo, As Pontes y El Bierzo (Tomado de de Martín-González y Heredia, 2010).

PARADAS DE LA EXCURSIÓN

El itinerario se desarrolla entre los cabalgamientos E-O vergentes al sur que levantan la Cordillera Cantábrica y los E-O vergentes al norte que elevan los Montes Galaico-Leoneses. Entre estas estructuras quedan una serie de depresiones tectónicas rellenas por materiales terciarios poco estructurados que están relacionados con el levantamiento de los relieves que las circundan. Las paradas se encuentran en la provincia de León. El itinerario propuesto que recorre las doce paradas tendría una duración de un día y medio (10-11 de septiembre).

9 de Septiembre

19:00 Llegada, acomodación e introducción a la excursión (Hotel Ponferrada Plaza).

10 de Septiembre

Parada 1.

Alto de la Virgen de la Peña (Peña de Congosto). Vista general de la Cuenca del Bierzo

Situación: La parada se localiza 800 m al Norte de Congosto, en la Iglesia de la Virgen de la Peña. Vista general de la cuenca de El Bierzo y de los principales relieves de la Cordillera Cantábrica y los Montes de León (Sierra de Ancares). Situación de las paradas y contexto. Cabalgamiento frontal de la Cordillera Cantábrica sobre la Cuenca de El Bierzo que aparece cortado por un cabalgamiento vergente al norte. Vista general de la cuenca de El Bierzo y de los frentes de la Cordillera Cantábrica y los Montes de León. Se observa como la subcuenca de Bembibre está estructuralmente más alta que la depresión de Ponferrada-Villafranca.

Parada 2.

Alto del Redondal: Cabalgamiento de Molinaseca

Situación: Turienzo de Castañedo. El cabalgamiento de Molinaseca (Figura 10) forma parte de los cabalgamientos de dirección E-O y vergencia norte que elevan los montes Galaico-Leoneses. Este cabalgamiento hace cabalgar las cuarcitas y pizarras cambro-ordovícicas (Serie de los Cabos) sobre el terciario de la depresión de El Bierzo. El cabalgamiento tiene vergencia norte y un buzamiento de 40° elevando los Montes de León situados más al sur. Este cabalgamiento pone el límite meridional a los afloramientos terciarios más importantes del Bierzo. Hacia el norte se puede observar la depresión de El Bierzo que es una estructura tectónica de tipo “pop-down” donde han quedado preservados los sedimentos terciarios. Al norte se divisa la Sierra de Gistreo que forma parte de la Cordillera Cantábrica que está elevada por cabalgamientos de dirección E-O y vergencia sur (Cabalgamientos de Brañuela y Noceda) que generan el borde septentrional del “pop-down” de El Bierzo.



Figura 10

Parada 3.

Villar de las Traviesas: Cabalgamiento de Noceda

Situación: Villar de las Traviesas. El cabalgamiento de Noceda es un cabalgamiento de dirección E-O vergente al sur de los que levantan la sierra de Gistreo y uno de los cabalgamientos que se ramifican del Cabalgamiento Basal Pirenaico que eleva la Cordillera Cantábrica. El cabalgamiento de Noceda en la localidad de Villar de las Traviesas superpone, con un ángulo muy bajo, pizarras negras del Silúrico sobre arenas y arcillas del terciario (Figura 11). Este cabalgamiento destaca por el contraste de las pizarras negras con alto contenido en materia orgánica y los sedimentos detríticos rojizos del terciario. Las formaciones cabalgadas con arenas y limos no presentan facies de borde (proximales) relacionadas con la falla, indicando por tanto que se trata de una formación anterior al emplazamiento y levantamiento de los relieves que rodean la cuenca.



Figura 11

Parada 4.

Toreno-Tombrio: Cabalgamiento de Tombrio

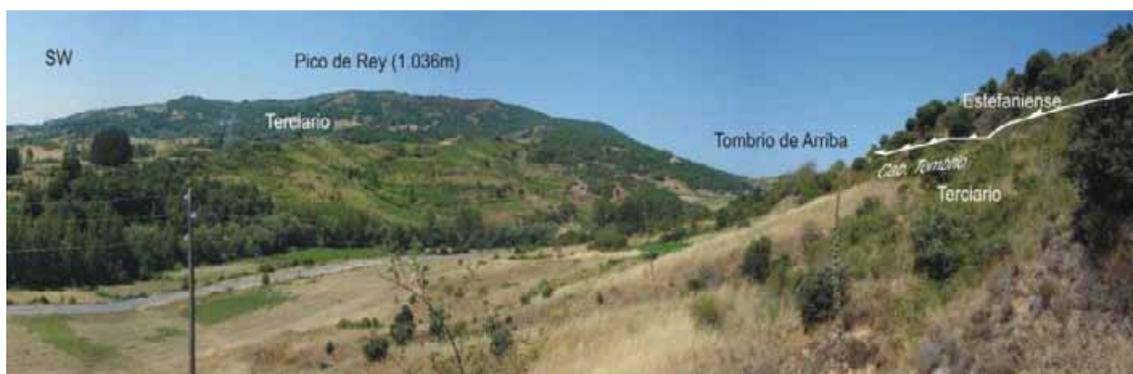


Figura 12

Situación: Entre las localidades de Tombrio de Abajo y Tombrio de Arriba, en el margen derecho de la carretera. El cabalgamiento de Tombrio al igual que el cabalgamiento de Noceda forma parte del conjunto de cabalgamientos imbricados de dirección E-O y vergentes al sur que se bifurcan del Cabalgamiento Basal Pirenaico. Este cabalgamiento superpone las arenas, conglomerado y capas de carbón del Estefaniense (Carbonífero) sobre arenas limos y calizas lacustres terciarias (formación Toral) (Figura 12). La relación de los sedimentos terciarios con el cabalgamiento indica, como en el caso de Villar de las Traviesas, que la sedimentación se produjo con anterioridad al emplazamiento del cabalgamiento. Estos cabalgamientos, como ocurre hacia el oeste (cabalgamiento de Berlanga) se desplazan a favor de anisotropías previas y niveles favorables, como es el caso de las capas de carbón.

Parada 5.**Berlanga de El Bierzo: Cabalgamiento de Berlanga**

Situación: La parada se encuentra situada en la localidad de Berlanga del Bierzo. El cabalgamiento de Berlanga forma parte del conjunto de cabalgamientos imbricados vergentes al sur que eleva la sierra de Ancares. Este cabalgamiento superpone areniscas y capas de carbón carbonífero (Estefaniense) sobre las formaciones más antiguas del terciario compuestas de arenas y limos (Fm. Toral) (Figura 13). El buen afloramiento que ofrece el corte de la carretera permite observar el plano de cabalgamiento con muy poco buzamiento condicionado por la anisotropía que imponen los estratos y las capas de carbón.

**Figura 13****Parada 6.****Médulas de la Leitosa: cabalgamiento de Paradaseca y depósitos terciarios sintectónicos**

Situación: La parada se sitúa en la carretera desde Villafranca de El Bierzo Paradaseca. Esta explotación minera romana de oro, seguía el mismo sistema de explotación (“ruina montium”) que las Médulas de Carucedo, lo que permite el excelente afloramiento de su estratigrafía. Los sedimentos son el resultado de abanicos aluviales en condiciones áridas y semiáridas como resultado de la erosión de los relieves situados al norte. En esta parada destaca la relación del depósito con la estructura que genera los relieves. Así se observa como los depósitos estratificados subhorizontales y muy proximales, son cabalgados en el norte por pizarras del Ordovícico (cabalgamiento de Paradaseca). Este cabalgamiento con vergencia sur junto con la falla de Balboa y el de Villafranca, elevan la Sierra de Ancares sobre la cuenca de El Bierzo. En esta parada se puede observar como las capas subhorizontales que se observan en el sur, pasan hacia el norte a una discordancia progresiva al chocar contra el cabalgamiento (Figura

14). Este tipo de discordancias indica una actividad simultánea de la sedimentación de los abanicos con el emplazamiento del cabalgamiento.

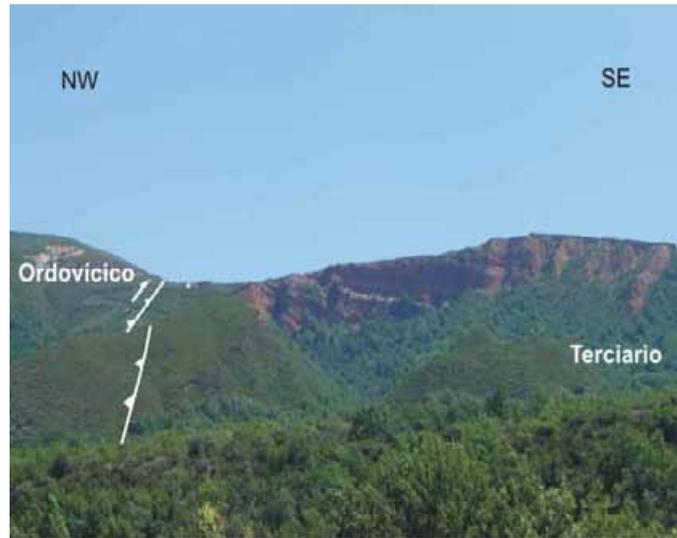


Figura 14



Figura 9.-Mapa de situación y localización de las paradas (base cartográfica Google Maps)

11 de Septiembre

Las Médulas de Carucedo y Santalla: depósitos terciarios de las Fm Médulas y Santalla

Este día lo dedicaremos a las formaciones sedimentarias terciarias del Borde sur de la cuenca de El Bierzo (Fm Santalla y Médulas) que se encuentran expuestas por la intensa labor minera de oro romana, de esta forma se han generado paisajes antropizados que han sido declarados Patrimonio de la humanidad

Las Médulas son la formación más moderna del relleno de la cuenca de El Bierzo tiene en este punto una impresionante perspectiva de sus depósitos y estratigrafía. El impresionante afloramiento de los depósitos se debe a la forma de explotación de las labores mineras de época romana que se denominaba “ruina montium” y que consistía en utilizar el agua que se traía por canales desde la Sierra de la Cabrera y que se introducía por pozos y galerías en el momento oportuno para generar una gran presión que derrumbaba la ladera. Este proceso sobre materiales detríticos y estratificados, genera el acarreamiento de los depósitos que hoy podemos observar y que es tan característico de este tipo de minería. Los depósitos origen del oro que se explotaba, son de arenas y limos rojizos, con pasadas de gravas y cantos redondeados. Estos depósitos corresponden a abanicos aluviales coalescentes, a veces confinados en sus partes más proximales, que proceden de la erosión de los relieves

circundantes. Se trata de las facies proximales y de alta energía de estos abanicos, algunos de cuyos ápices se pueden observar todavía en los alrededores de Paradela de Muces (SO de la parada). Las paleocorrientes indican una procedencia de los relieves del sur (Montes Aquilianos) pertenecientes a la Región de los Montes Galaico-Leoneses. El oro que se explotaba es de tipo detrítico y es el resultado de la acumulación en placeres (decantación por densidades) procedentes de la erosión de diques paleozoicos de cuarzo, que también fueron explotados en época romana. La distribución actual de los depósitos se deba por un lado al laboreo romano y por otro a los cabalgamientos con vergencia norte que segmentan los depósitos de abanicos aluviales que hoy encontramos en esta zona y que pertenecían al menos a tres abanicos distintos: Paradela de Muces, Borrenes y Carucedo, siendo este último el de mayores dimensiones.

Parada 7.

Las Médulas de Santalla

Situación: La parada se localiza a la entrada del pueblo de Santalla. Se observan las barrancas de Santalla fruto de la actividad extractiva aurífera de época romana. En estas barrancas aflora una serie completa de los depósitos terciarios sintectónicos de las formaciones Médulas y Santalla (Figura 16) del Abanico de Paradela de Muces. En su parte más noroccidental también afloran los materiales pretectónicos de la Formación Toral, que se apoyan sobre la sucesión paleozoica deformada durante la Orogenia Varisca. Las Médulas de Santalla aparecen cobijadas por el oeste por un cabalgamiento alpino vergente al norte que levanta la base de la secuencia terciaria más de 400 m. Este cabalgamiento más al noroeste llega a cortar el frente de la Cordilera Cantábrica y sus cabalgamientos vergentes al sur.



Figura 16

Parada 8.

Las Médulas de Carucedo

Situación: La parada se localiza en la carretera entre el pueblo de las Médulas y Carucedo. Se observan los depósitos terciarios de las formaciones Médulas y Santalla del Abanico de Carucedo, afectados por un cabalgamiento alpino vergente al norte y perteneciente a los Montes Galaico-Leoneses, que superpone las calizas de la Formación La Aquiana del Ordovícico Superior, sobre los depósitos neógenos de la Formación Médulas produciendo un salto vertical de algo más de 200 m (Figura 17).

La zona ha sido intensamente explotada y vaciada, para extraer oro en la época romana. Así puede apreciarse que la carretera por la que se sube hacia las Médulas se sitúa sobre un gran abanico de derrubios procedente del lavado de los materiales auríferos que se explotaban en el entorno de dicha localidad, donde se encontraba el núcleo principal de la explotación.

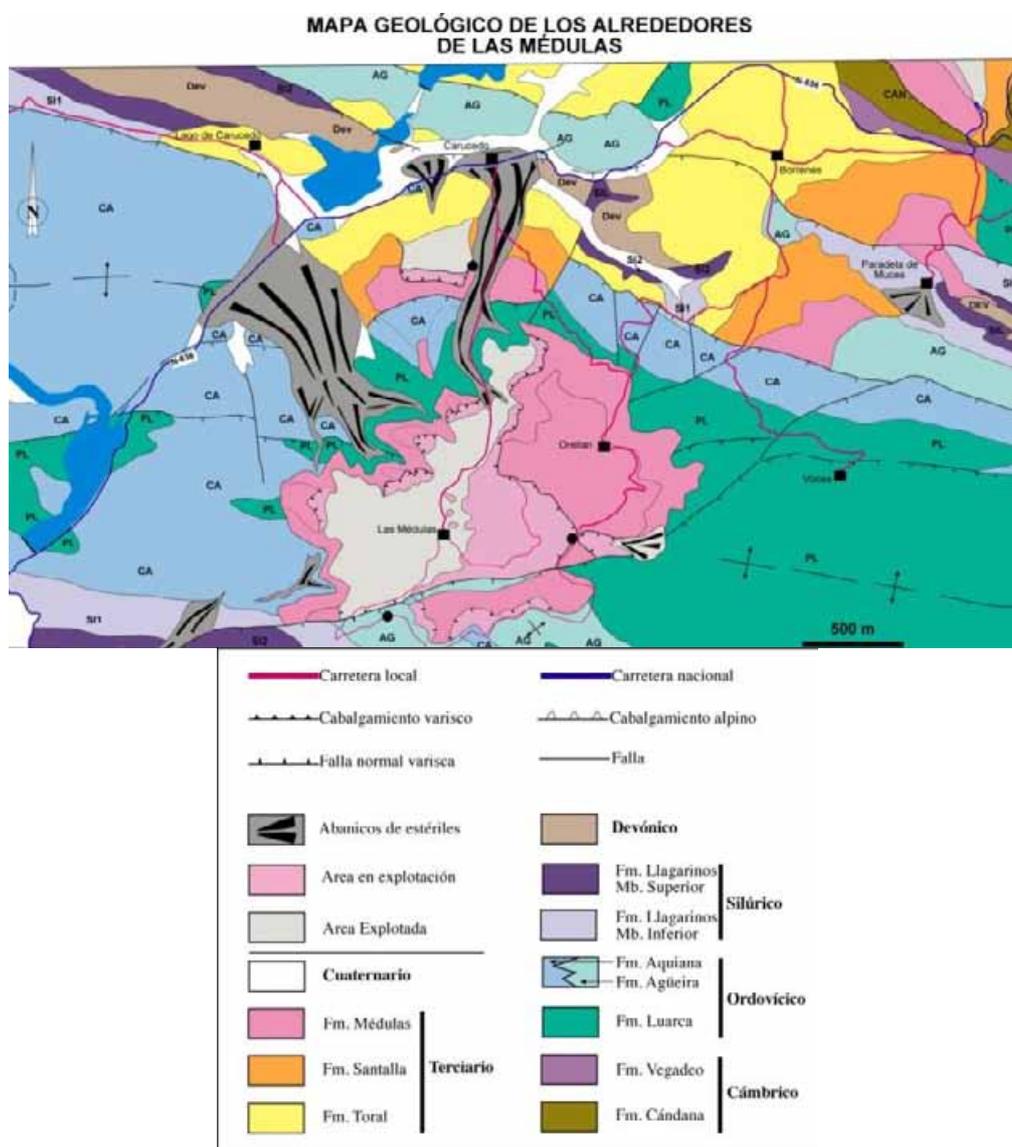
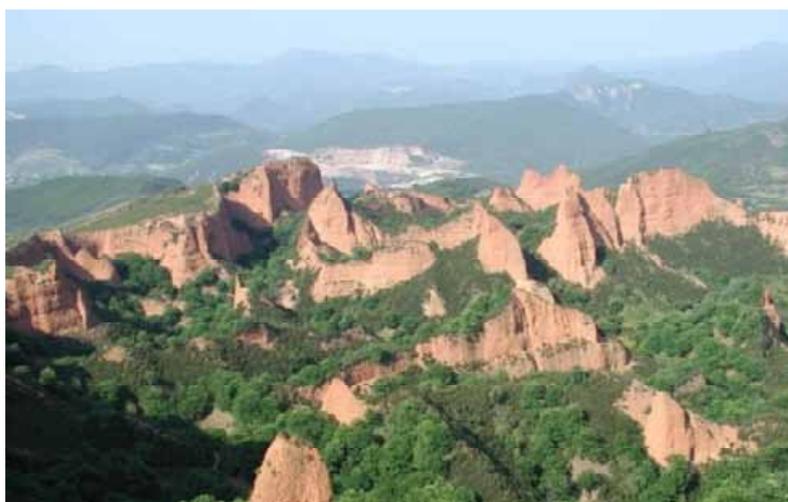


Figura 17.- Mapa geológico de los alrededores de las Médulas de Carucedo donde se observan las tres formaciones sedimentarias y su relación con los cabalgamientos alpinos.

Parada 9.**Medulas de Carucedo-Medulillas de Yeres**

Situación: Desde el mirador de Las Pedrizas. Pista del recorrido circular al paraje de Las Médulas. Esta parada se sitúa cerca de las Medulillas de Yeres y sobre el bloque elevado del cabalgamiento de que levanta unos 100 m la base del terciario, constituido en este sector por la Formación Médulas del Abanico de Carucedo que se apoya directamente sobre la sucesión paleozoica. Hacia el noroeste la sucesión terciaria se apoya en paleorelieve sobre las calizas de la Formación La Aquiana. Dicha formación calcárea presenta un importante paleokarst en el que aparecen cavidades verticales rellenas por depósitos terciarios muy groseros. En esta parada se puede observar una panorámica bastante completa de la explotación romana de Las Médulas, cuyos residuos de lavado cegaron el valle del río y dieron lugar al Lago de Carucedo. Al fondo se aprecian los relieves de la Cordillera Cantábrica que limitan por el Norte la depresión de El Bierzo.

Parada 10.**Medulas de Carucedo-Orellán****Figura 18**

Situación: Desde el mirador de Orellán. Siguiendo la ruta de circunvalación a Las Médulas (Patrimonio de la Humanidad) se llega al Mirador de Orellán. Desde este mirador existe una espectacular vista de las labores romanas que afectan a la Fm Médulas del Abanico de Carucedo (Figura 18). Se puede observar la estratigrafía y la estructura alpina que controla la distribución y localización de los depósitos terciarios. Desde el mirador de Orellán mirando al sur se observa cómo estos depósitos terciarios son cabalgados por pizarras ordovícicas, el contacto se puede observar con más detalle en la pista que sube hacia Pacias. Estos depósitos son los más modernos del relleno de la cuenca de El Bierzo y sin embargo se encuentran afectados por los cabalgamientos vergentes al norte de los Montes Galaico-Leoneses (Cabalgamiento del Teleno), lo que indica una actividad de estos cabalgamientos que es

posterior y más moderna que el depósito de las Médulas(Figura 18). El cabalgamiento alpino que limita por el Oeste los aforamientos de Las Médulas y que en este sector es bastante oblicuo a las estructuras variscas, se sitúa bastante paralelo a ellas más al Este, a la altura de la población de Voces, y se mantiene de este modo en todo el flanco norte de la Sierra del Teleno, hasta que ésta se hunde en la Cuenca del Duero.

Regreso

NOTAS

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, J. A., Pulgar, J. A., García Ramos, J. C., Barba, P., 1996. Tertiary basins and Alpine tectonics in the Cantabrian Mountains (NW Spain). In: Friend, P. F., Dabrio, C.J., (eds). *Tertiary Basins of Spain*, Cambridge Univ. Press, New York. 214-227.
- Alonso, J. L., Pulgar, J. A., 2004. Estructura alpina de la Cordillera Cantábrica: generalidades. En: Vera, J.A. (ed). *Geología de España*, SGE-IGME, Madrid. 332-334.
- Barnolas, A. and V. Pujalte. 2004. La Cordillera Pirenaica. In: Vera, J.A. (ed). *Geología de España*, IGME-SGE, Madrid. 233-343.
- Brell, J., Doval, M., 1974. Un ejemplo de correlación litoestratigráfica aplicado a las cuencas terciarias del NW de la Península. *Estudios Geológicos*, 30, 631-638.
- Cámara, P., 1997. The Basque-Cantabrian basin's Mesozoic tectono-sedimentary evolution. *Mémoires Société Géologique de France*, 171, 187-191.
- Choukroune, P., Roure, F., Pinet, B. ECORS Pyrenees Team (1990), Main results of the ECORS Pyrenees profile. *Tectonophysics*, 173, 411-423.
- Corrochano, A., 1989. Facies del Cretácico terminal y arquitectura secuencial de los abanicos terciarios del Borde Norte de la Depresión del Duero (Valle de las Arrimadas, León). *Studia Geologica Salmanticensis*, 5, 89-106.
- Freudenthal, M., Martín-Suarez, E., Heredia, N., Rodríguez-Fernández, I. R. y Martín-González, F. (2010): Rodents from the Lower Oligocene of the Bierzo Basin (Leon, Spain). *N. Jb. Geol., Palaont. Abh.*, 001: 10.1127/0077-7749/2010/0079
- Gallastegui, J., Pulgar, J. A., Gallart, J., 2002. Initiation of an active margin at the North Iberian continent ocean transition. *Tectonics*, 21, 1501-1514.
- Gutiérrez-Marco, J. C., 2006. Hallazgo de un fósil silúrico en los depósitos auríferos cenozoicos de la mina romana de Las Médulas (León, NO de España). *Geogaceta* 40, 179-182.
- Hacar, M., Pagés, J. L., Alonso, A., 1999. Nueva interpretación geológica de la mina romana de Las Médulas. El Bierzo, León. *Geogaceta*, 25, 83-86.
- Herail, G., 1981. Le Bierzo: géomorphogénese fini-tertiaire d'un bassin intramontagneux (Espagne). *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 52, 217-232.
- Huerta, A., Pares, J. M., Cabrera, L., Ferrus, B., Saez, A., 1997. Magnetocronología de las sucesiones cenozoicas de la cuenca de As Pontes (La Coruña, noroeste de España). *Acta Geológica Hispánica*, 32, 127-145.
- López Martínez, N., Fernández Marrón, M., Peláez-Campomanes, P., de la Peña Zarzuelo, A., 1993. Estudio paleontológico en las cuencas terciarias de Galicia. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 6, 19-28.
- Martín-González, F., 2005. *Tectónica Alpina, Neotectónica y Sismotectónica en la terminación occidental de los relieves cantábricos (Noroeste del Macizo Ibérico): Marco tectónico de las crisis sísmicas de Lugo*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 313 p.
- Martín-González, F., 2009. Cenozoic tectonic activity in a Variscan basement: Evidence from geomorphological markers and structural mapping (NW Iberian Massif). *Geomorphology*, 107, 210-225. doi: 10.1016/j.geomorph.2008.12.008

- Martín-González, F., Capote, R., Barbero, L., Insua, J. M., Martínez-Díaz, J. J. 2006. Primeros resultados de huellas de fisión en apatito en el sector Lugo-Ancares (Noroeste de la Península Ibérica). *Geogaceta*, 40, 79-82
- Martín-González, F., Capote, R., Barbero, L., Insua, J. M., Martínez-Díaz, J. J. y Heredia, N., 2008. Historia tectonotermal Mesozoica y Cenozoica del NO peninsular establecida mediante termocronología de huellas de fisión en apatitos. *Geotemas*, 10, 1567-5172.
- Martín-González, F., Heredia, N., 2008. ¿Cómo finaliza la estructura de la Cordillera Cantábrico-Pirenaica hacia el Oeste? *GeoTemas*, 10, 373-376.
- Martín-González, F., Heredia, N., 2010. Complex tectonic and tectonostratigraphic evolution of an alpine foreland basin: the western Duero Basin and the related Tertiary depressions of the NW Iberian Peninsula. *Tectonophysics*, doi:10.1016/j.tecto.2010.03.002.
- Martín-Serrano, A., 1982. El Terciario de Galicia; Significado y posición cronoestratigrafica de sus yacimientos de lignito. *Tecniterrae*, 48, 19-41.
- Martín-Serrano, A., Mediavilla, R., Santisteban, J.I., 1996. North-western Cainozoic record: present knowledge and the correlation problem. En: Friend, P. F., Dabrio C.J. (eds) *Tertiary basins of Spain*, Cambridge Univ. Press, Cambridge. 237-246
- Muñoz, J. A., 1992, Evolution of a continental collision belt: ECORS-Pyrenees crustal balanced section. En: K. R. McClay, (ed.). *Thrust Tectonics*: Chapman and Hall, London, 235-246.
- Pagés, J. L., Hacar, M. P., Alonso, A., 2001. Problemática de la Formación Las Médulas y sus implicaciones morfotectónicas (El Bierzo y SE de Galicia). *Geogaceta* 30, 99-102.
- Pedreira, D., 2004. Estructura cortical de la zona de transición entre los Pirineos y la Cordillera Cantábrica. Tesis doctoral. Universidad de Oviedo. Oviedo, 343 pp.
- Pulgar, J.A., J. Gallart, G. Fernández-Viejo, A. Pérez Estaún, J. Álvarez-Marrón and ESCIN Group, 1996. Seismic image of the Cantabrian Mountains in the western extension of the Pyrenean belt from integrated reflection and refraction data. *Tectonophysics*, 264, 1-19.
- Santanach, P., 1994. Las cuencas terciarias gallegas en la terminación occidental de los relieves pirenaicos. *Cuadernos del Laboratorio Xeológico de Laxe*, 19, 57-71.
- Santanach, P., Ferrús, B., Cabrera, L., y Sáez, A., 2005. Origin of a restraining bend in an evolving strike-slip system: The Cenozoic As Pontes basin (NW Spain). *Geológica Acta*, 3, 225-239.
- Teixell, A., 1998. Crustal structure and orogenic material budget in the west-central Pyrenees. *Tectonics*, 17, 395-406.
- Truyols, J., García Ramos, J. C., Casanovas-Cladellas M. L., Santafe-Llopis, J. V., 1991. El Terciario de los alrededores de Oviedo. *Acta Geológica Hispánica*, 26, 229-233.
- Vegas, R., De Vicente, G., Muñoz-Martín, A., Palomino, R., 2004. Los corredores de fallas de Regua-Verín y Vilarça: Zonas de transferencia de la deformación intraplaca en la Península Ibérica. *Geotemas*, 6, 245-248.
- Vergnolle, C. 1990. Morfogenese des reliefs cotieres associes a la marge continentale nord-espagnole. L'exemple du nord-est de la Galice, Laboratorio Xeológico de Laxe. *Serie Nova Terra 1*, O castro. 315 pp.