

# **Guía de Campo**

## **Zamora-Miranda do Douro**

**XXV Reunión de la Sociedad Española de Arcillas**



**Autores:**  
**Juan Morales Sánchez-Migallón**  
**Ana Andújar Suárez**



### Instituciones organizadoras



UNIVERSIDAD  
DE SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



UNIVERSIDAD  
DE SALAMANCA  
Facultad de Ciencias

Departamento de Geología

### Instituciones colaboras:



AYUNTAMIENTO  
DE ZAMORA



UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

Escuela **politécnica** superior  
de Zamora

### Empresas colaboradoras:



Farina



### Guía de Campo Zamora – Miranda do Douro

XXV Reunión de la Sociedad Española de Arcillas

Juan Morales Sánchez-Migallón y Ana Andújar Suárez (Autores)

ISBN: 978-84-09-03590-8

Impreso en España

## Presentación

Esta guía de campo pretende dar una visión geológica de la provincia de Zamora, a los asistentes a la XXV Reunión de la Sociedad Española de Arcillas. En ella, explicamos de forma muy general la geología regional de la zona. Además, y para comprender mejor la parte anterior, explicaremos de una forma algo más detallada varias localizaciones en las que haremos paradas durante la salida de campo.

La ruta que vamos a realizar atraviesa la zona suroeste de la provincia, partiendo desde la ciudad de Zamora hasta la ciudad portuguesa de Miranda do Douro.

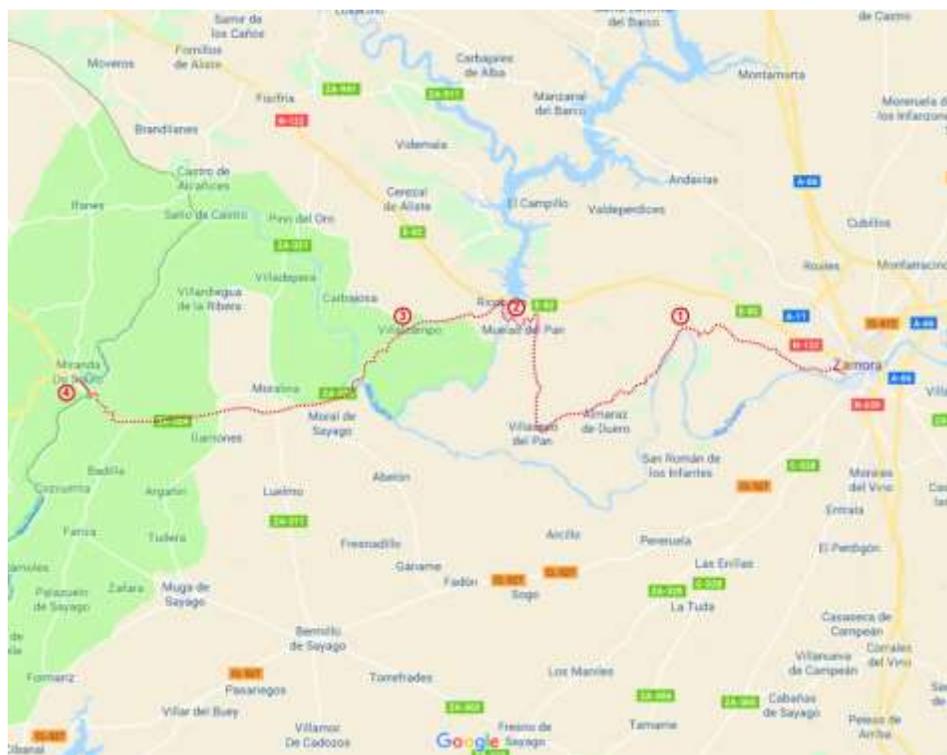


Figura 1. Esquema de la Ruta Geológica que realizamos. Las paradas que haremos se encuentran enumeradas en rojo: 1) Meandro de Almaraz, 2) Salto del Esla - Ricobayo, 3) Salto de Villalcampo y 4) Miranda do Douro

Casi todo el territorio de la provincia de Zamora se encuentra ubicado dentro de la Cuenca del Duero, la cuenca hidrográfica más extensa de la Península Ibérica, con algo más de 98000 km<sup>2</sup>. Esta cuenca se encuentra encajada y rodeada por cadenas montañosas (Montes de León al Noroeste, Cordillera Cantábrica al Norte, Sierra de la Demanda y Sistema Ibérico al Este y Sistema Central al Sur. Al Suroeste, la salida de la cuenca se encuentra parcialmente encajada en granitos hercínicos entre las Sierras de Maráo y la Estrella, en el Macizo Galaico Portugués. La Cuenca del Duero contiene a su vez subcuencas como las cuencas de Ciudad Rodrigo, Cantalejo, Sepúlveda-Ayllón o la de Almazán.

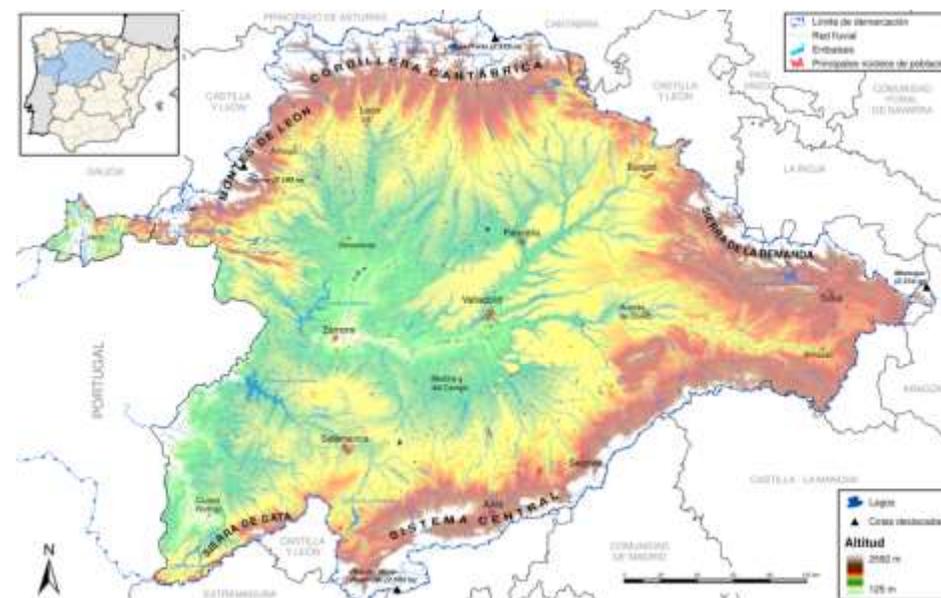


Figura 2. Mapa de relieves de la Cuenca del Duero.

La parte septentrional (o margen derecho) con dos grandes subredes tributarias: la del Pisuerga, que incluye al Carrión y el Arlanza, y la del Esla que se ensancha en abanico para incluir a los ríos Tera, Órbigo, Porma y Cea. La parte meridional (o margen izquierdo) incluye ríos de menor entidad que bajan desde el Sistema Central al Duero, como son los ríos Riaza, Duratón, Cega, Adaja, Eresma, y otros menores (Zapardiel, Trabancos o Guareña). Por último, al tramo final, justo antes de entrar en territorio portugués, vierten directamente sus aguas los sistemas del Tormes, Huebra y Águeda.

## Geología

Para poder entender las características geológicas que observamos en la provincia de Zamora hay que poner al lector en el contexto geológico regional y global en el que nos encontramos.

En la provincia de Zamora podemos encontrar dos regiones bien diferenciadas geológicamente. Esto quiere decir que, en superficie, encontramos dos tipos de



Figura 3. Panorámica de las formaciones del Paleozoico Inferior en torno a Los Barrios de Luna, extremo norte de la Cuenca del Duero. Norte a la derecha. Tomado de Toyos y Aramburu (2014).

materiales diferentes: por un lado el basamento paleozoico, que ocupa todo el borde occidental y está constituido por rocas ígneas y metamórficas, y por otro los materiales sedimentarios de la Cuenca del Duero que afloran en la mitad oriental. Cada uno representa una etapa más o menos prolongada de la historia geológica de la Península, en total unos 600 millones de años de registro estratigráfico, en el que ocurrieron dos periodos orogénicos importantes, el Hercínico y el Alpino.

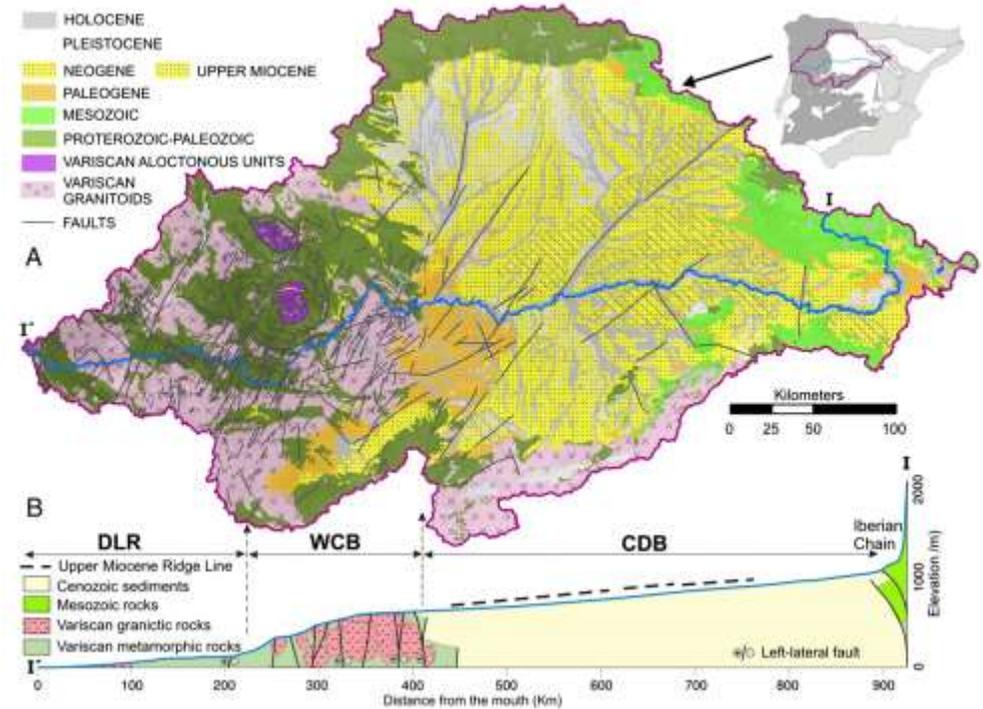


Figura 4. Mapa geológico de la cuenca del Duero. Tomada de Antón, et al. (2012)

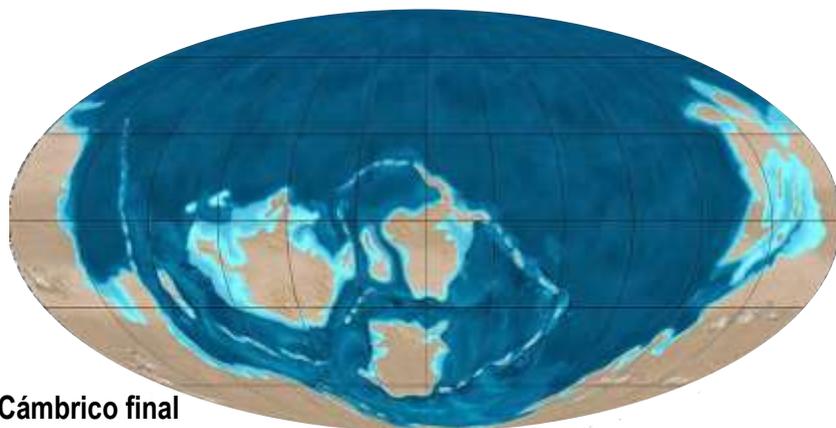
Las rocas más antiguas que vemos en la provincia se formaron entre 800 y 360 millones de años atrás, durante el Precámbrico y el Paleozoico, y que conforman lo que se conoce como Macizo Ibérico (o Hespérico).

Entre 360 y 300 millones de años atrás (final del Devónico y Carbonífero), estas rocas fueron deformadas durante la Orogenia Hercínica (o Varisca), un evento tectónico que dio lugar a una importante cordillera de escala continental y que sólo podemos reconocer a través de las deformaciones que muestran las rocas que vemos hoy, ya que la orografía de esa gran cordillera fue erosionada casi por completo. Las fallas generadas entonces tienen, en su mayoría, dirección NO-SE. Esto nos sirve también para identificar estructuras y formaciones geológicas de entonces.

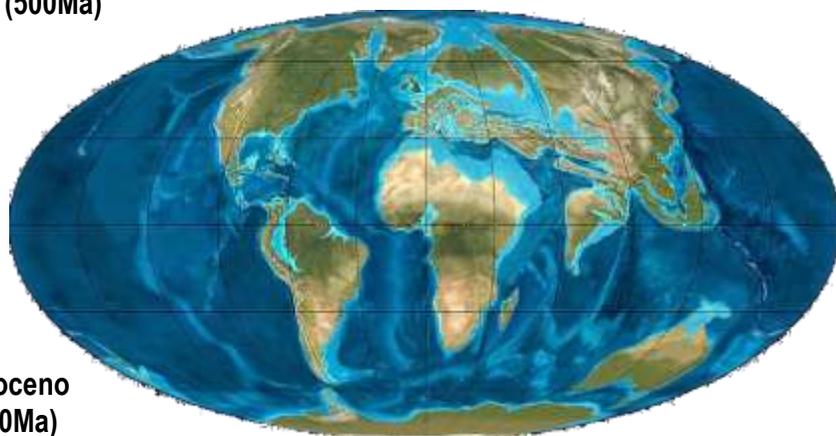
Esta orogenia fue consecuencia de la última unificación continental, que daría lugar a la formación del macrocontinente conocido como Pangea, en la cual se produjo la colisión de Gondwana (actualmente África, América del Sur, Indostán, Australia y la Antártida), Laurasia (Eurasia y Norteamérica) y dos masas continentales más pequeñas Armórica y Avalonia.

prácticamente a la superficie. Después de aquella colisión, comenzó una etapa de distensión continental que dio lugar a la formación de cuencas sedimentarias así como a la apertura de mares y océanos como el Atlántico.

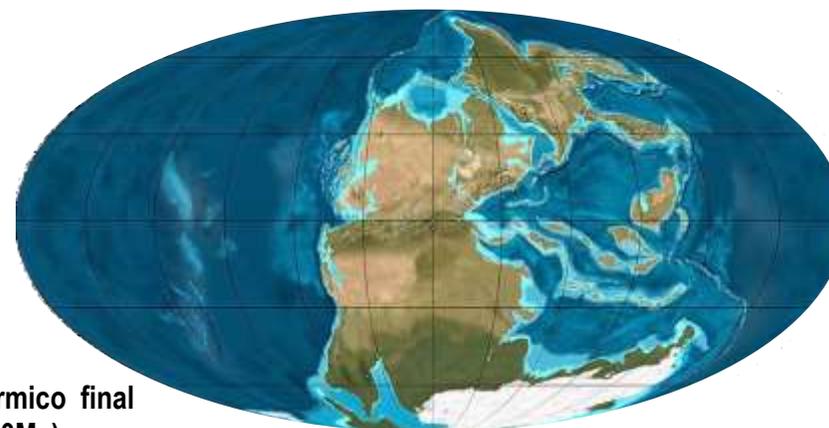
Figura 5. Paleogeografía global. Tomada de [www.geologypage.com](http://www.geologypage.com)



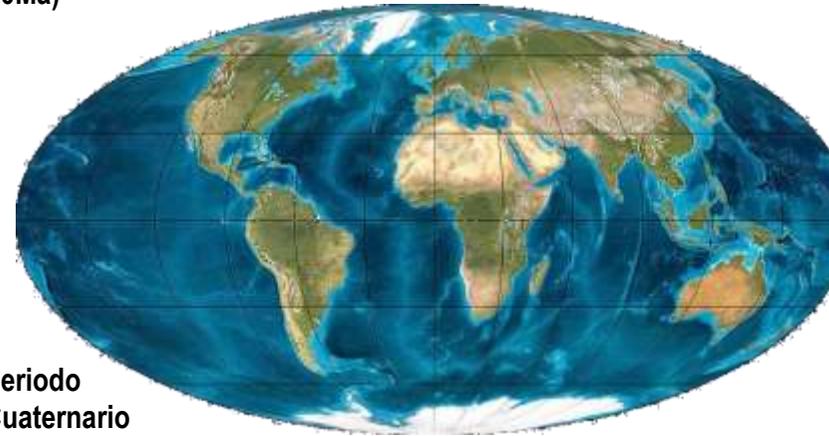
**Cámbrico final  
(500Ma)**



**Eoceno  
(50Ma)**



**Pérmico final  
(260Ma)**



**Periodo  
Cuaternario**

En aquella colisión, las rocas que formaban el Macizo Ibérico sufrieron deformaciones y metamorfismo, provocando el acortamiento de la antigua cuenca sedimentaria y el consiguiente engrosamiento de la corteza continental en esta zona, de manera que las partes más profundas pudieron llegar a alcanzar las condiciones de temperatura y presión necesarias para producir la fusión de esas rocas, dando lugar plutones de granito, denominados granitos anatócticos, que ascendieron poco a poco hasta llegar

Más tarde, a consecuencia de la colisión entre las placas continentales Africana y Euroasiática, tuvo lugar otro evento tectónico, la orogenia Alpina, entre 65 y 2 millones de años atrás (durante el Cenozoico). Debido a esta orogenia, se formaron los sistemas montañosos más importantes que vemos hoy en la Península Ibérica: la Cordillera Cantábrica, el Sistema Ibérico, Los Pirineos, Las Béticas o el Sistema Central reactivando además las antiguas estructuras y fallas hercínicas, elevando ligeramente sus relieves, que son los relieves que circundan la Cuenca del Duero. Además, en ese

momento se forman fallas con dirección NE-SO, muy útiles a la hora de datar algunas estructuras.



Figura 6. Corte topográfico de la Península Ibérica de Noroeste a Sureste. Basado en [geologicalmanblog.wordpress.com](http://geologicalmanblog.wordpress.com)

En la provincia de Zamora, esta reactivación hace que se formen las sierras de la Culebra, Segundera o La Cabrera. Este levantamiento conlleva un importante proceso erosivo, que arrastra los materiales al interior de la recién formada Cuenca del Duero. Hasta hoy, todos esos materiales se han ido arrastrando al interior de la cuenca, que aparentemente se encontraba cerrada.

Los procesos geológicos que se han ido produciendo en la cuenca desde su formación han sido diversos y complejos. Durante buena parte del Mesozoico, estuvo conectada al mar por el norte, actuando los ríos al revés de cómo están distribuidos en la actualidad, ya que el Macizo Ibérico era la zona que aportaba el sedimento. Pero es en el Plioceno (unos 5 millones de años atrás) cuando, como consecuencia de la Orogenia Alina, se produce el basculamiento gradual de la Península Ibérica hacia el Oeste, abriéndose camino hacia el Océano Atlántico, de modo que a partir de entonces, la cuenca se ha estado vaciando e instalando el régimen hidrológico que vemos actualmente. Si observamos un perfil topográfico de la Península Ibérica de Noroeste a Sureste, veremos que la cuenca del Duero es una cubeta con unos 2000 metros de desnivel entre los bordes y el Río Duero (ver Figura 6).

Desde entonces, los procesos de erosión y sedimentación habrían continuado hasta hoy, formando los depósitos cuaternarios distribuidos por toda la provincia, y situados fundamentalmente junto a los ríos y cauces de agua.



Figura 7. Sierra de la Culebra al Norte de la provincia de Zamora. Foto Wikipedia

En esta salida de campo, vamos a hacer una ruta y veremos todos los materiales que hemos descrito hasta ahora, desde la ciudad de Zamora, pasando por el espectacular meandro de Almaraz, el batolito granítico de Ricobayo, la zona activa de Villalcampo y terminaremos en Miranda de Douro.

## Ruta Zamora - Miranda do Douro:

La ruta parte de Zamora, junto a los sedimentos cuaternarios más recientes en la columna estratigráfica de la Cuenca del Duero. A medida que avancemos hacia nuestro destino, iremos viendo los materiales y estructuras cada vez más antiguas.

Saliendo de Zamora hacia el Oeste por la carretera ZA-P-2223, podremos ver las zonas de cultivo, o zonas de Campos, con relieves muy redondeados y muy pocos escarpes (ver Figura). Desde la capital hacia el Este, la orografía es bastante plana con algún relieve del Paleógeno, formado por areniscas y conglomerados silicificados, pero siempre con aristas redondeadas, lo que indica que los materiales que constituyen estas formaciones son relativamente blandos.



Figura 8. Fotografía aérea de la zona de Campos de la provincia de Zamora. Fuente: Carlota Expósito.

## Parada 1. Meandro de Almaraz

Antes de llegar a Almaraz por la carretera ZA-P-2223, también llamada “Carretera de los Infiernos”, el río Duero forma un meandro de dimensiones considerables y que llama la atención por su morfología alargada y estrecha. Si nos fijamos en el mapa geológico de la zona (Hoja-368), observamos que el río se empieza a encajar en una alternancia de esquistos y cuarcitas de edad ordovícica. Este es un claro ejemplo de cómo la distribución de las rocas y fallas condiciona el trazado de los ríos.

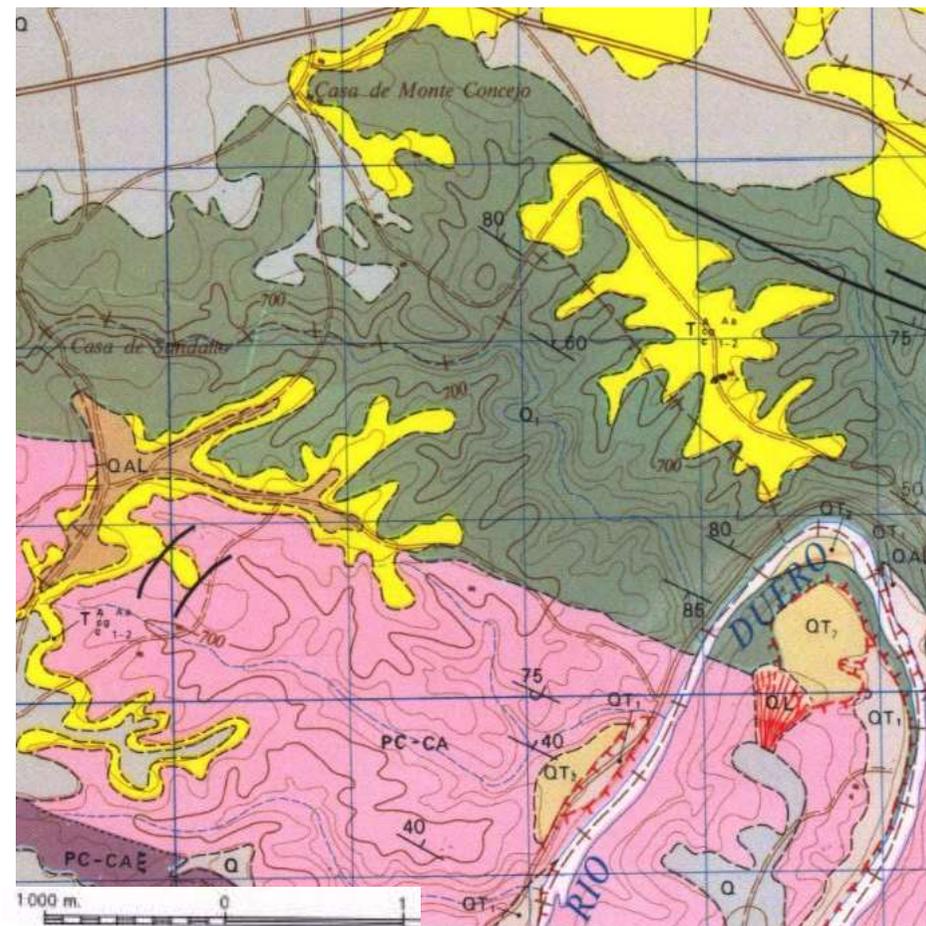


Figura 9. Fragmento de la Hoja 368, correspondiente a Carbajales de Alba. (Quiroga de la Vega. J.L.-1982)



Figura 10. Panorámica del meandro del Río Duero antes de su paso por Almaraz. La fotografía está orientada al SO.

En este caso, las familias de fallas hacen que el río Duero tenga una orientación Noreste pero el hecho de encontrar en su camino una litología más resistente (rocas metamórficas variscas), ha hecho que girase formando este espectacular meandro.

Un meandro, es una unidad geomorfológica que forma un río al cambiar la orientación de su cauce. En este giro, el agua alcanza flujos de corriente mayores por el lado exterior al giro, de manera que van erosionando ese lado mientras que depositan material fino en el lado donde la corriente es menor, el lado interno al giro. En el caso del meandro de Almaraz, podemos ver cómo este depósito forma barras de arena en el lado interior y cómo va erosionando los esquistos plegados del lado exterior.

## **Parada 2. Salto del Esla – Ricobayo**

En esta localización veremos esos granitos anatócticos, mencionados anteriormente, formados por la fusión de las rocas al engrosar la corteza por acumulación de material en la cuenca. Esta roca que vemos alrededor de la Presa de Ricobayo, que es la causante de los relieves que se generan en el paisaje, es una granodiorita de dos micas compuesta por plagioclasa, feldespato potásico, cuarzo, moscovita y biotita. Además presenta apatito, turmalina (chorlo) y circón como minerales accesorios (Quiroga de la Vega. J.L.-1982).

En su ascenso, el magma va incorporando parte de las rocas que lo rodean (roca de caja), que en este caso corresponde a la misma alternancia de esquistos y cuarcitas (metamórficas) que vimos anteriormente en Almaraz. Además, mediante el empuje que va ejerciendo el magma al subir, produce un doble efecto: por un lado calienta las rocas de caja, formando minerales característicos como la andalucita, y por otro las deforma, haciendo que presenten texturas características y propias de este proceso.

La presa de Ricobayo, embalsa agua del Rio Esla, que es el afluente más importante del Duero y lleva en su desembocadura más caudal que el propio Duero. La central hidroeléctrica situada en el entorno de la presa es propiedad de Iberdrola y cuenta con dos grupos de 133 MW y 158 MW, respectivamente. Es una de las principales obras de ingeniería realizada entre 1928 y 1940. La central comenzó a operar en 1935 pero una serie de accidentes y avenidas, hicieron que las obras se prolongaran. En 1934, durante

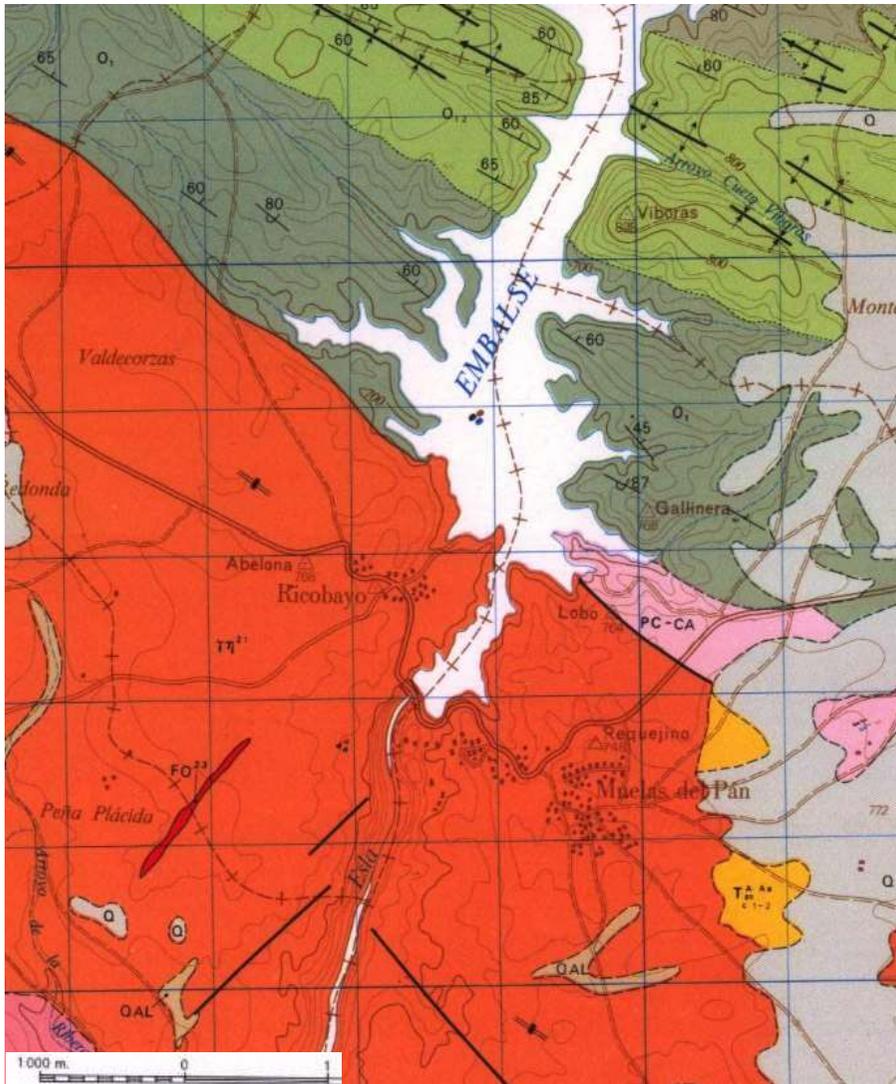


Figura 11. Fragmento de la Hoja 368, Carbajales de Alba. (Quiroga de la Vega. J.L-1982)



Figura 12. Fotografía aérea de las compuertas y aliviadero de la Presa de Ricobayo. Foto: megaconstrucciones.net

la construcción del aliviadero (ver Figura 12) una avenida de más de 5.000 m<sup>3</sup>/s sometió al aliviadero a una ingente acción abrasiva. A pesar de la solidez de la granodiorita, la red de fracturas se dispone con una orientación favorable al flujo del aliviadero. Esto provocó un efecto cuña que hizo a los bolos graníticos saltar y ser arrastrados aguas abajo (Antón et al., 2015). El 22 y 23 de marzo de 1934, el canal del aliviadero sufrió un profundo derrumbamiento regresivo, y en el punto de caída de las aguas surgió un inmenso cráter o cazuela.



Figura 13. Fotografía de la “cazuela” junto a la Presa de Ricobayo. Foto: megaconstrucciones.net

Los problemas de este aliviadero hicieron necesaria la construcción de un Laboratorio de Hidráulica (hoy abierto al público) en el Poblado del Salto de Ricobayo, para resolver y estudiar los problemas derivados de las grandes evacuaciones de agua de los aliviaderos. Posteriormente, se perforó un túnel aliviadero que ayuda a evacuar gran cantidad de agua en casos de avenidas, que en este embalse se producen con relativa frecuencia (Antón et al., 2015).

#### Parada 4 y 5 Salto de Villalcampo – Miranda do Douro

Si continuamos nuestra ruta hacia Miranda do Douro, probablemente el lector se dé cuenta de que el desnivel se va haciendo más grande conforme nos vamos adentrando en la comarca de Sayago. Si miramos hacia el Este desde la Presa de Ricobayo, vemos que el relieve es más abrupto y más encajado. En la zona, esto se conoce como “Los Arribanzos del Esla”, que al unirse al río principal de la cuenca, en Villaseco del Pan, pasa a formar Los Arribes del Duero. Si observamos en la Figura 14, podemos ver que en la zona de Los Arribes, el río se van encajando más y más, formando un cañón con desniveles que superan los 300 m.

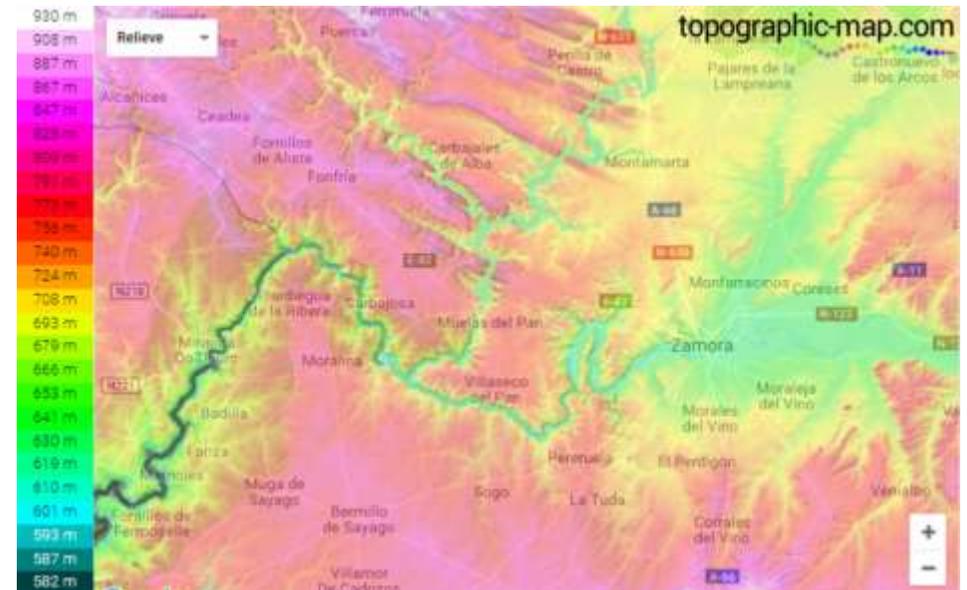


Figura 14. Modelo topográfico del terreno a partir de datos satelitales. Fuente topographic-map.com

Parece lógico pensar que estos desniveles están relacionados con la geología de la zona. La colisión continental que formó Pangea, generó tensiones corticales que hicieron que los plutones graníticos, que entonces estarían situados a unos 5-10 Km de profundidad, se deformaran de una forma dúctil, esto es, deformándose sin llegar a romper en forma de fallas. Esto lo observamos hoy en los minerales que conforman la granodiorita de dos micas. En ella, los minerales de colores claros (cuarzo, feldespatos, plagioclasas) vemos que están estirados, mientras que los de colores oscuros (las micas) se deforman alineándose. Esta cizalla recibe el nombre del pueblo donde se

descubrió, Villalcampo, situado al borde Sur del granito de Ricobayo. La cizalla de Villalcampo, con 2 Km de anchura, se ramifica en forma de abanico (o terminación en cola de caballo) y separa dos dominios geológicos muy diferenciados: al Norte se sitúa el Sinforme de Alcañices, que es una amplia estructura debida a la tercera fase de deformación hercínica (dirección NW-SE) formada por sedimentos paleozoicos afectados por un metamorfismo regional de grado bajo. Al Sur se localiza el Antiforme de Villadepera, también de la tercera fase hercínica en la que el grado de metamorfismo regional varía de medio a alto (González-Clavijo et al., 1993).

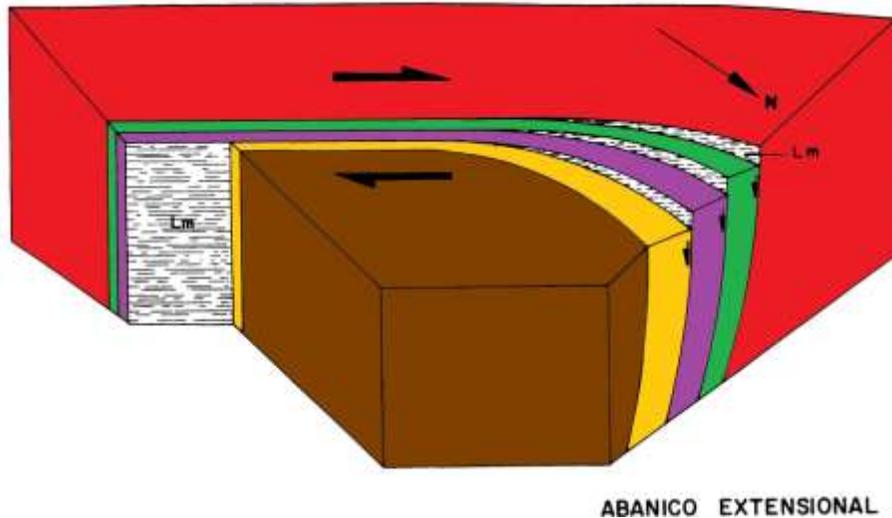


Figura 15. Esquema de la zona de cizalla de Villalcampo en contacto con la granodiorita de Ricobayo. . Adaptado de González-Clavijo et al., 1993

Esta zona de cizalla se considera activa en la actualidad y se supone la causante de los terremotos de los últimos años. El más fuerte, de 5.2, ocurrió 10 de Febrero de 1961 y tuvo unas 15 réplicas, de las cuales una igualó la intensidad del movimiento principal.

Ya en Miranda do Douro, en cualquiera de los miradores que tiene la ciudad hacia el río, podremos observar cómo el encajamiento del río se ha incrementado significativamente llegando a ser en este punto de algo más de 200 m. La morfología resultante de la incisión fluvial es muy llamativa, habiendo creado un cañón fuertemente encajado, con forma de V y paredes verticales. En este tramo, el Duero presenta una orientación

general NE-SO. Sin embargo, va haciendo importantes cambios de orientación, en función de la orientación de las fracturas o discontinuidades predominantes en esta zona. Desde este punto se pueden observar esos cambios bruscos de orientación, así como las variaciones en la forma del valle, y el paisaje, al atravesar diferentes litologías (granitos o rocas metamórficas).



Figura 16. Fotografía de los Arribes desde un mirador. Fuente : Wikipedia.com

La geología de la zona es similar a la que hemos visto anteriormente en Villalcampo. En Miranda, las rocas que se reconocen son granitos porfídicos como material intrusivo y alternancias de metapelitas y gneises granulares. En este caso, los diferentes tipos de minerales que componen los diferentes tipos de gneis, así como las diferentes relaciones texturales, indican que los procesos metamórficos asociados a la orogenia hercínica, han sido bastante complejos (López-Moro y López-Plaza, 1993).

## San Pedro de la Nave, una iglesia visigoda a la orilla del Esla

Declarada Monumento Nacional en 1912, la iglesia de San Pedro de la Nave es uno de los mayores exponentes del arte visigodo. Fue desplazada sillar a sillar desde su emplazamiento original junto al río Esla a la localidad de El Campillo, en el término municipal de San Pedro de la Nave, entre 1930 y 1932. El historiador Manuel Gómez-Moreno y el arquitecto Alejandro Ferrant Vázquez consiguieron salvarla así de quedar sumergida bajo las aguas del embalse de Ricobayo.

Esta iglesia visigoda fue construida en el siglo VII y sufrió algunas remodelaciones entre los siglos XI y XIV. Su programa decorativo se enmarca claramente dentro del estilo visigodo, destacando especialmente sus capiteles historiados, su horologio o sus representativos motivos vegetales y cordados o de sogá. En sus capiteles se narran episodios bíblicos como el de Daniel en el foso de los leones o el sacrificio de Isaac, escenas bastante comunes en la iconografía cristiana.

Sus muros presentan la distintiva sillaría de la arquitectura visigoda y en algunos de los sillares se han localizado hasta trece marcas de cantería de unos diez canteros diferentes en forma de ave, de cruz o de estrella de cinco puntas. En cuanto a su planta, únicamente el ábside y el presbiterio han llegado hasta nuestros días tal y como fueron



creados entre el 680 y el 711, contando con una pila bautismal fundamental en la concepción de estas primeras iglesias. La planta actual es de tipo basilical con tres naves, si bien en un primer momento probablemente la primera planta fue de cruz griega o central.

Pese a que la arquitectura y la decoración de la iglesia se adscriben sin discusión al arte



visigodo, algunos de sus materiales han sido sometidos a diferentes análisis arqueométricos de datación en busca de una confirmación de la época de construcción del edificio. Ello es debido a la problemática histórica y arqueológica relativa a las primeras iglesias y la presencia del pueblo visigodo.

## Referencais:

- Antón, L.; Rodés, De Vicente, G.; Pallàs, R.; García-Castellanos, G.; M. Stuart, F.; Braucher, R. & Bourlès, D. (2012): "Quantification of fluvial incision in the Duero Basin (NW Iberia) from longitudinal profile analysis and terrestrial cosmogenic nuclide concentrations". *Geomorphology* 165–166, 50–61.
- Antón, L., Mather, A. E., Stokes, M., Muñoz-Martín, A., & De Vicente, G. (2015). Exceptional river gorge formation from unexceptional floods. *Nature communications*, 6, 7963.
- Gonzalez-Clavijo, E., Alvarez, F., Diez Balda, M.A. (1993) La cizalla de Villalcampo (Zamora), geometría cinemática y condiciones de la deformación asociada. *Cuaderno Lab. Xeolóxico de Laxe Coruña*. 1991. Vol. 16, pp. 203-219.
- Gonzalez-Clavijo, E., Diez Balda, M.A., Alvarez, F., 1993. Structural study of a semiductile strike-slip system in the Central Iberian Zone (Variscan Fold Belt, Spain) — structural controls on gold deposits. *Geol. Rundsch.* 82, 448–460.
- López-Moro FJ, López-Plaza M (1993) Geología del Basamento en el antiformal de Miranda do Douro (Sector Oeste de Zamora). *Stud Geol Salmanticensia* 28:103–140.
- Toyos, J.M. Aramburu, C (2014) El Ordovícico en el área de Los Barrios de Luna, Cordillera Cantábrica (NW de España) *Trabajos de Geología*, Universidad de Oviedo.
- Quiroga de la Vega, J. L. (1981): *Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, Carbajales de Alba (368) 2º Serie MAGNA IGME*.
- [www.geologypage.com](http://www.geologypage.com)
- [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- <http://www.turisbox.com/lugares/?tag=salto-de-ricobayo>
- <http://megaconstrucciones.net>

