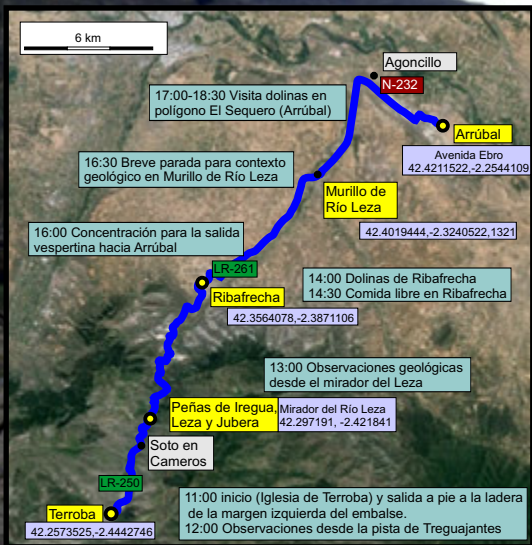


Fotografía de portada, estado actual del cauce del río Leza tras las actuaciones poco respetuosas con el medio natural dentro del vaso del pantano de Terroba.

# geología 15

La Rioja

Dolinas y movimientos de ladera  
Riesgos geológicos en La Rioja: el embalse de Terroba y las dolinas de Arrúbal  
10 de Mayo de 2015.



El Geología es una iniciativa de divulgación de la geología como parte de nuestro patrimonio natural y cultural que pretende adentrarse en la historia geológica de nuestro territorio. Para más información guías de este y otros años <http://sociedadgeologica.es>  
El recorrido se realizará con vehículos particulares de los participantes y a pie. Hay recorridos cortos por pistas en buen estado. Se recomienda uso de calzado adecuado y ropa apropiada para las condiciones climáticas esperables. Podéis hacer contacto para dudas previas a la excursión con [acasas@unizar.es](mailto:acasas@unizar.es), [opueyo@unizar.es](mailto:opueyo@unizar.es)

Organiza



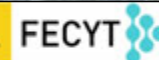
ATISAE



Coordina



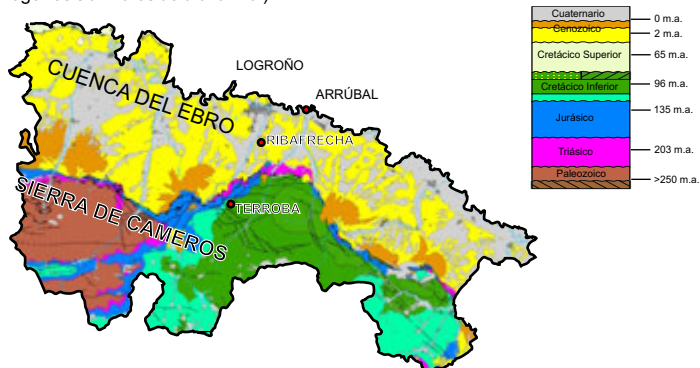
Financia:



Autores: Antonio M. Casas Sainz, Óscar Pueyo, Pilar Muniesa, Andrés Pocoví, Alberto Bandrés, Andrés Gil, Carlos Revuelto, Juan Ignacio Bartolomé, Ruth Jiménez y Javier Ramajo Cordero

## La Geología de La Rioja

Desde el punto de vista geológico, la mayor parte del territorio de la Comunidad de La Rioja pertenece a dos grandes unidades: la cuenca del Ebro (denominada en esta zona Surco Riojano) al Norte, y las Sierras de Cameros-Demanda al Sur, sin olvidar que también hay un sector pirenaico constituido por la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes. La Sierra de la Demanda está formada por rocas sedimentarias de la Era Primaria e incluso anteriores (depositadas hace entre 600 y 300 millones de años y deformadas por orogénesis a finales de dicha Era).



El macizo de Cameros está formado por rocas sedimentarias de la Era Secundaria, estructurados según una dirección aproximada E-O, con estratos suavemente inclinados en general, y cortados por los ríos que discurren de Sur a Norte. La existencia de fuertes cambios de resistencia entre distintos tipos de roca y su disposición hace que se generen fuertes contrastes de relieve, con desfiladeros y acantilados espectaculares.

La depresión del Ebro en la Rioja corresponde a una cuenca sedimentaria de la Era Cenozoica, formada entre las montañas de Cameros-Demanda, por el Sur y la Sierra de Cantabria, por el Norte. Tiene casi 5 km de espesor de sedimentos, incluyendo materiales fluviales (conglomerados, areniscas y arcillas, de las unidades denominadas formaciones de Nájera, Haro y Alfaro), y lacustres (fundamentalmente arcillas con sal, yeso y glauberita). Hacia el oeste conecta con la cuenca del Duero mediante el corredor de La Bureba

### ¿por qué este geología?

La integración del conocimiento de las rocas (tipo, edad, ordenación espacial, propiedades y usos), los procesos geológicos (cambios que ocurren a lo largo de los días o los millones de años), el paisaje, la flora y fauna, el ser humano y sus actividades definen la geología ambiental. Esta disciplina analiza nuestras actividades, el medio en el que se engloban y el desarrollo compatible con las perspectivas naturales, sociales, económicas o culturales, así como la puesta en valor del patrimonio geológico y natural. Esta evaluación integra información de distintas fuentes y disciplinas para una convivencia en equilibrio con el entorno en el que desarrollamos nuestras actividades.

②

En este **Geología** nos ocuparemos del análisis del medio geológico y su interacción con aspectos ambientales, económicos y sociales. Focalizaremos nuestras observaciones en varios procesos geológicos con tasas de actividad que pueden incidir en nuestra vida cotidiana y que pueden haber estado ocurriendo desde antes de la llegada del hombre a este territorio. La excursión nos llevará a observar la interacción entre procesos naturales y actividad humana en casos como deslizamientos de ladera (embalse de Terroba), dinámica fluvial y dolinas (polígono industrial de Arrubál).



Presas de materiales sueltos sin núcleo impermeable y con pantalla de impermeabilización externa del embalse de Terroba en el río Leza.

La modificación de la dinámica fluvial por dragado, extracción de grava, invasión del cauce para aprovechamiento agrícola o por obras públicas altera el equilibrio natural. La construcción de embalses es una actividad con gran repercusión ambiental.

Cualquier modificación de la dinámica fluvial natural puede desencadenar, acelerar o amplificar procesos naturales con resultados perniciosos al interferir con la actividad humana. En la Cuenca del Ebro, debido a sus características climáticas e hidroclimáticas, la construcción de pantanos y embalses es abrumadora, hasta el punto de que quedan muy pocos afluentes en los que se haya mantenido la dinámica natural. En el caso de La Rioja, los 7 afluentes del Ebro (de oeste a este Oja, Najerilla, Iregua, Leza, Jubera, Cidacos y Alhama) son relativamente cortos en relación con los afluentes de la margen derecha del Ebro. Éstos cuentan con escaso caudal y un régimen mediterráneo que puede presentar comportamientos torrenciales. Debido probablemente a estos factores, la construcción de embalses en sus cauces principales no se había desarrollado hasta hace unos años (a excepción del Embalse de Mansilla u otras obras de regulación en cauces secundarios como la desviación de agua desde el cauce principal del Embalse de El Rasillo).

Contrastando con esta tendencia, en la última década se han sucedido proyectos de obras hidráulicas sobredimensionadas, con un fuerte impacto sobre el medio natural, y con escasa consideración por la interacción de algunos procesos geológicos con dichas infraestructuras: nos referimos a los embalses de Enciso, Terroba y Castroviejo. Debemos conocer que el riesgo se origina por la interacción de un proceso natural con nuestra actividad, de modo que en muchas ocasiones nace de nuestra modificación de un equilibrio natural previo.

Dentro de la geología ambiental, también se evalúa el sentido de dichas infraestructuras. En algunos casos (embalses de Cidacos, Leza o Yalde) no tienen una finalidad clara de uso o pago de los costes del agua, o se han desarrollado de forma sobredimensionada, o la interacción con los procesos naturales y geológicos no se ha valorado correctamente; o bien el objetivo planteado, regulación de las crecidas, difícilmente podrá aportar algún impacto beneficioso. A esto se añaden las complicaciones técnicas y los riesgos asociados a su construcción y explotación, normalmente relacionados con grandes deslizamientos de ladera, uno de los objetivos de la parada en el embalse de Terroba. El ejemplo de Terroba es generalizable a otros tipos de obras que se han paralizado o han sido objeto de sobrecostes ante la aparición de procesos geológicos naturales, que en muchos casos, se pueden considerar evidentes en el contexto geológico en el que se enclavan.

③

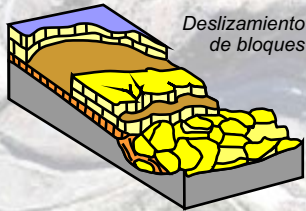


## Los deslizamientos

Que el agua fluye hacia abajo es algo que no nos sorprende, pero puede resultar llamativo que las rocas, aparentemente rígidas, estáticas e inamovibles, también lo hagan. Si las condiciones son las adecuadas se pueden movilizar millones de metros cúbicos de roca de forma más o menos lenta, constante e inexorable.

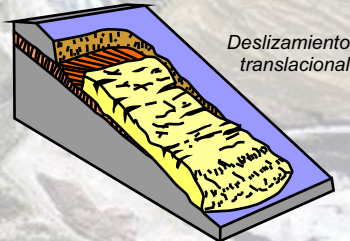
Una inclinación de capas a favor de pendiente, un volumen rocoso fracturado, un nivel de comportamiento plástico y agua en el entorno son las condiciones idóneas para que una ladera comience a deslizarse.

En ocasiones estos movimientos se han prolongado por cientos de años, en otros casos las modificaciones antrópicas del entorno sirven como detonante para el inicio o aceleración de los procesos.



*Deslizamiento de bloques*

La presencia de superficies definidas, (grietas naturales o superficies de contacto entre materiales con propiedades diferentes) pueden favorecer el deslizamiento, ya sea en forma de bloques rígidos o de suelos y materiales blandos. Estas son las características de los deslizamientos translacionales.



*Deslizamiento translacional*

En ocasiones se pueden dar movimientos complejos en los que no sólo existe un único detonante y el material se comporta de forma plástica (se desliza como una colada de lava) a favor de la pendiente, plegándose, agrietándose y arrastrando todo lo que va encontrando.



*Deslizamiento complejo (rotacional)*



Fotografía de afloramiento de materiales cretácicos en los que se pueden observar las discontinuidades, potenciales superficies de deslizamiento.

Dependiendo de las características geológicas locales se pueden desarrollar deslizamientos de bloques (en aquellos en los que las fracturas que afectan a los materiales geológicos permiten que se muevan como elementos individuales) a favor de la pendiente y de niveles de materiales plásticos intercalados.

Habitualmente podemos delimitar e interpretar las características de un deslizamiento a partir de la observación en superficie del terreno afectado, pero a veces la determinación del mecanismo en profundidad o de los factores que están influyendo en su desarrollo, puede ser un tema complejo de evaluar, sobre todo si hay más de un proceso involucrado.



En ocasiones, conocer la geología local, no sólo puntual de un deslizamiento, puede ayudar a contextualizar los procesos que pueden ocurrir y sus características esperadas.

Deslizamiento en la orilla izquierda del río Leza, en las proximidades del pantano de Terroba: Se identifican claramente la zona de arranque y los bloques movilizados. En apariencia se trata de un deslizamiento de bloques pero al pie del mismo se aprecia que también se ha formado un flujo de materiales blandos..

El estudio de campo, atendiendo a la presencia de grietas, crecimientos irregulares de árboles, desplazamiento de infraestructuras, etc., es decisivo para identificar las zonas afectadas por un proceso de deslizamiento..



Deslizamiento desplazando a una carretera



Grieta de arranque de un deslizamiento

En otros casos se requiere del estudio detallado de imágenes aéreas y de satélite, la auscultación (medidas sucesivas del desplazamiento de puntos de referencia) para determinar el volumen afectado, la velocidad en cada punto y los procesos involucrados. Estos datos deben complementarse con información indirecta de ensayos geotécnicos de los materiales para evaluar las características del deslizamiento, los factores desencadenantes y tratar de predecir el potencial desarrollo de procesos similares en el mismo entorno.



Fotografía aérea donde puede identificarse un deslizamiento en el entorno de este geología. La carretera discurre directamente sobre la masa deslizada de este deslizamiento complejo.

4

5



## El mirador del Leza

En los últimos años, y a la zaga de países mucho más sensibilizados de nuestro entorno, estamos asistiendo (por fin) al reconocimiento de los valores geológicos del territorio. Como ocurre con el patrimonio histórico o la biodiversidad, los espacios de interés geológico también son parte de nuestro patrimonio, y por tanto también requieren reconocimiento y protección, de distinto tipo en función de sus características particulares.

En algunos casos, la ausencia de reconocimiento ha llevado a la degradación, hasta cierto punto irreversible, de algunos de estos espacios (veremos un caso en los paisajes de yesos Triásicos y dolinas de Ribafrecha).

La parada 03 de esta excursión se realizará en uno de los puntos de interés geológico más interesantes de La Rioja, el mirador del río Leza, espectacular tajo del río Leza a los materiales geológicos del Cretácico.

La espectacularidad del paisaje y los afloramientos de materiales geológicos permiten identificar la inmensidad del tiempo geológico, de los materiales y de las características naturales en las que estas rocas se formaron. Se trata de materiales que pueden interpretarse como formados en un gran lago en el que existían pequeños movimientos de ladera asociados a terremotos.

Detalle de la serie en el Mirador del Leza; se identifican una serie de niveles (estratos) horizontales en los que se suceden niveles de arcillas y margas junto a niveles areniscosos. En estos niveles se pueden identificar pequeños pliegues que se generaron cuando las arenas, antes de convertirse en rígidas capas de arenisca, se desplazaron por el fondo del gran lago de hace 130 millones de años.



6

## La formación de dolinas

Otro de los procesos geológicos naturales que puede ocasionar interacciones no deseadas con la actividad humana son las dolinas. El agua, tanto en superficie como en profundidad, puede disolver grandes volúmenes de rocas. La tasa de disolución suele ser baja pero, en el transcurso de milenios, las calizas y el yeso pueden llegar a disolverse.

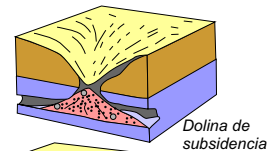
En la Rioja tenemos un pequeño muestrario de estos procesos que afectan a distintos tipos de rocas, y en este Geolodía vamos a visitar las de Ribafrecha y las de Arrúbal. En ambos casos el agua genera disolución de calizas o yesos generando cavidades en el subsuelo. Cuando estas cavidades alcanzan la superficie se generan simas o dolinas. Dependiendo de los materiales involucrados se pueden generar hundimientos progresivos o situaciones de aparente estabilidad en los que una cavidad próxima a la superficie colapsa de forma repentina.

En **Ribafrecha** podemos observar dolinas que afectan a los materiales yesíferos del Triásico Superior (con una edad de más de 250 millones de años). En esta zona, los materiales solubles se identifican desde superficie y permiten identificar los procesos. En el caso de **Arrúbal** los materiales solubles son más modernos con una edad menor a los 15 millones de años. En este caso, los materiales solubles están a varios metros o decenas de metros de profundidad, de forma que en superficie sólo observamos la propagación de dichos procesos. Los distintos tipos de dolinas dependerán entonces de la profundidad, los materiales que se disuelven y de la rigidez de los materiales localizados por encima de los materiales solubles.

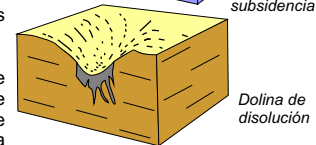
### ¿Se pueden predecir las dolinas?

La localización de dolinas no observables desde superficie es un tema de gran interés científico-técnico. Los estudios intentan determinar, sobre todo, los sectores en los que se puede desarrollar un colapso repentino. Además del conocimiento geológico y el estudio superficial e histórico, existen técnicas de exploración indirecta (geofísicas) que pueden permitir detectar las dolinas aunque no hayan alcanzado la superficie.

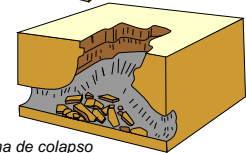
Dolina de colapso en el polígono industrial de Arrúbal. La disolución afecta a las evaporitas de la Fm. Alcanadre. Los materiales solubles están cubiertos por los materiales fluviales del río Ebro, de forma que las cavidades progresan hacia superficie arrastrando los materiales no solubles que se encuentran por encima. A este tipo de karst se le denomina cubierto o aluvial.



Dolina de subsidencia



Dolina de disolución



Dolina de colapso



7