



---

**Universidad de Valladolid**

# **ACCIÓN GEOLÓGICA DE LOS RÍOS EN CASTILLA Y LEÓN**

---

**TFM**

**MÁSTER EN PROFESOR DE EDUCACIÓN SECUNDARIA  
OBLIGATORIA Y BACHILLERATO, FORMACIÓN  
PROFESIONAL Y ENSEÑANZAS DE IDIOMAS**

**Julio de 2017**

Alumno: Juan Romairone

Tutor: Jesús Medina García



Juan A. Romairone

Jesús Medina

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
1.1 Justificación	
1.2 Contexto educativo	
<b>2. NORMATIVA.....</b>	<b>6</b>
<b>3. RELACIÓN CON EL CURRÍCULO OFICIAL.....</b>	<b>9</b>
<b>4. OBJETIVOS DE LA ETAPA Y DE LA MATERIA.....</b>	<b>12</b>
<b>5. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE.....</b>	<b>15</b>
<b>6. CONOCIMIENTOS PREVIOS.....</b>	<b>16</b>
<b>7. CONTENIDOS.....</b>	<b>19</b>
7.1 Introducción	
7.2 Factores desencadenantes de los procesos geomorfológicos	
7.3 Procesos morfogenéticos: erosión, transporte y sedimentación	
7.3.1 Erosión	
7.3.2 Transporte	
7.3.3 Sedimentación	
7.4 Sistema fluvial	
7.5 Trabajo geológico de los ríos	
7.6 Formas de relieve fluvial	
7.7. Evolución	
7.8 Abanicos aluviales	
<b>8. ACCIÓN GEOLÓGICA DE LOS RÍOS EN CASTILLA Y LEÓN.....</b>	<b>50</b>
<b>9. METODOLOGÍA.....</b>	<b>64</b>
<b>10. ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE.....</b>	<b>66</b>
<b>11. MATERIALES Y RECURSOS.....</b>	<b>81</b>
<b>12. TEMPORALIZACIÓN DE ACTIVIDADES Y CONTENIDOS.....</b>	<b>83</b>
<b>13. MEDIDAS DE LA ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD.....</b>	<b>85</b>
<b>14. ESTRATEGIAS, INSTRUMENTOS DE LA EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN.....</b>	<b>87</b>
<b>15. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>90</b>
<b>16. AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXOS (I y II</b>	

# INTRODUCCIÓN

## 1. INTRODUCCIÓN

La elaboración de la presente Unidad Didáctica es el resultado final de la última etapa correspondiente del Master en “Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas” de la Universidad de Valladolid. El objetivo primordial de dicho trabajo es la aplicación y unificación de todos los conocimientos asimilados y/o adquiridos durante las tres etapas estudiadas: módulo genérico pedagógico, módulo específico y las prácticas. Además de estar enmarcado dentro de la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE).

### 1.1 Justificación

En este caso, la especialidad cursada durante el Master ha sido la correspondiente a Biología y Geología. El tema elegido para llevar a cabo el Trabajo Fin de Master lleva por título “*Acción geológica de los ríos en Castilla y León*”, temática tratada en la asignatura “Complementos de Geología” con una duración de 60h entre las fechas del 14 de noviembre de 2016 y 16 de enero de 2017. La unidad que vamos a abordar pertenece al área de Biología y Geología y está orientada a los alumnos de 2º curso de Bachillerato.

Esta unidad está compuesta por las competencias básicas, objetivos, contenidos y criterios de evaluación establecidos en los documentos oficiales que establecen las enseñanzas comunes o el currículo. El tema a tratar se encuentra enmarcado en este curso puesto que los alumnos a este nivel tienen las competencias necesarias para entender contenidos abstractos.

Este tema, que se encuentra encuadrado en la programación, se explica después de haber introducido conceptos geológicos como atmósfera, geosfera e hidrosfera abordando, a continuación, los conceptos de erosión, transporte y sedimentación que darán lugar al modelado del relieve.

**Nota:** todas las fotos usadas proceden de la misma fuente “Google imágenes”

# **NORMATIVA**

## **2. NORMATIVA**

La normativa vigente en la Comunidad Autónoma de Castilla y León que regula los cursos de Bachillerato está compuesta por una serie de referencias legislativas tales como:  
LEY ORGÁNICA 2/2006 de 3 de mayo de Educación.

LEY ORGÁNICA 8/2013 de 9 de diciembre para la mejora de la calidad educativa.

REAL DECRETO 1105/2014 de 26 de diciembre por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato.

REAL DECRETO 1467/2007 de 2 de noviembre por el que se establece la estructura del Bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.

CORRECCIÓN de errores del Real Decreto 1467/2007 de 2 de noviembre por el que se establece la estructura del Bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.

REAL DECRETO 242/2009 de 27 de febrero por el que se establecen convalidaciones entre las enseñanzas profesionales de Música y de Danza y la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato, así como los efectos que sobre la materia de Educación Física deben tener la condición de deportista de alto nivel o alto rendimiento y las enseñanzas profesionales de Danza.

DECRETO 42/2008 de 5 de junio por el que se establece el currículo de Bachillerato en la Comunidad de Castilla y León.

ORDEN EDU/2395/2009 de 9 de septiembre por la que se regula la promoción de un curso incompleto del sistema educativo definido por la Ley Orgánica 1/1990 de 3 octubre de Ordenación General del Sistema Educativo a otro de la Ley Orgánica 2/2006 de 3 de mayo de Educación.

ORDEN EDU/363/2015 de 4 de mayo por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del Bachillerato en la Comunidad de Castilla y León.

ORDEN EDU/2134/2008 de 10 de diciembre por la que se regula la evaluación en Bachillerato en la Comunidad de Castilla y León.

ORDEN EDU/1257/2008 de 9 de julio por la que se ordenan y organizan las enseñanzas de Bachillerato en régimen nocturno en la Comunidad de Castilla y León.

CORRECCIÓN de errores de la Orden EDU/1257/2008 de 9 de julio por la que se ordenan y organizan las enseñanzas de Bachillerato en régimen nocturno en la Comunidad de Castilla y León.

ORDEN EDU/1061/2008 de 19 de junio por la que se regula la implantación y el desarrollo de Bachillerato en la Comunidad de Castilla y León.

ORDEN EDU/1065/2013 de 18 de diciembre por la que se crean los Premios de Investigación e Innovación en Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación profesional en el ámbito de la Comunidad de Castilla y León (Modificada por Orden EDU/13/2015 de 13 de enero).

ORDEN EDU/490/2014 de 10 de junio relativa a la exención extraordinaria en materias de Bachillerato para el alumnado con necesidades educativas especiales.

ORDEN EDU/551/2012 de 9 de julio por la que se regula la implantación y el desarrollo del Bachillerato de Investigación/Excelencia en la Comunidad de Castilla y León (Modificada por Orden EDU/474/2013, de 14 de junio y por Orden EDU/431/2014 de 30 de mayo).

ORDEN EDU/888/2009 de 20 de abril por la que se regula el procedimiento para garantizar el derecho del alumnado que cursa enseñanzas de educación secundaria obligatoria y de Bachillerato en centros docentes de la Comunidad de Castilla y León, a que su dedicación, esfuerzo y rendimiento sean valorados y reconocidos con objetividad.

ORDEN de 3 de junio de 2002 de la Consejería de Educación y Cultura por la que se regula la implantación del Bachillerato establecido por la Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo.

ORDEN de 5 de junio de la Consejería de Educación y Cultura, por la que ordena y organiza las enseñanzas de Bachillerato en régimen nocturno.



# **RELACIÓN CON EL CURRÍCULO OFICIAL**

### 3. RELACIÓN CON EL CURRÍCULO OFICIAL

Se prioriza que el alumno conozca y comprenda el funcionamiento de la Tierra y todos aquellos acontecimientos relevantes y procesos geológicos destacados que en ella ocurren. Según la ORDEN EDU/363/2015 de 4 de mayo por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del Bachillerato en la Comunidad de Castilla y León, la asignatura de Geología centrada en el curso de 2º de Bachillerato, se agrupa en diez bloques, tales como:

1. *“El planeta Tierra y su estudio”*: plantea el conjunto de interrogantes a los que tiene que responder la Geología como ciencia experimental e histórica, la cual trabaja a escalas espaciales y temporales, de gran diversidad y amplitud.
2. *“Minerales, los componentes de las rocas”*: se centra en el estudio de la composición de los minerales, su reconocimiento y los distintos ambientes de formación que determinan su estructura, composición química y propiedades.
3. *“Rocas ígneas, sedimentarias, y metamórficas”*: se estudian las características de las rocas y los criterios que se utilizan para su clasificación e identificación, profundizando en el proceso de formación de las rocas magmáticas, sedimentarias y metamórficas.
4. *“La tectónica de placas, una teoría global”*: estudio de la teoría de la tectónica de placas como teoría integradora de los procesos geológicos internos, analizando las deformaciones de las rocas, el origen de los orógenos, el relieve del fondo marino y su papel en la historia de la Tierra.
5. *“Procesos geológicos externos”*: se estudia la interacción de la atmósfera, hidrosfera, biosfera y de la acción antrópica en la superficie de la Tierra y su papel en la formación de las formas del relieve.
6. *“Tiempo geológico y Geología histórica”*: estudio de los principios fundamentales de la Geología, de los métodos de datación, de la evolución biológica y geológica de la Tierra y de los cambios climáticos naturales a lo largo de la historia geológica y de los inducidos por la actividad humana.

7. “*Riesgos geológicos*”: estudio de los riesgos derivados de procesos exógenos, endógenos y extraterrestres, analizándose sus causas y valorando la necesidad de llevar a cabo medidas de prevención y autoprotección.
8. “*Recursos minerales y energéticos y aguas subterráneas*”: se definen y clasifican los recursos naturales del planeta en función de su utilidad, teniendo en cuenta la gestión y protección ambiental como cuestión fundamental para cualquier explotación de recursos. Además, se estudian las técnicas y etapas empleadas en la exploración, evaluación y explotación sostenible de los recursos.
9. “*Geología de España*”: a partir de la teoría de la tectónica de placas se aborda el estudio de los principales dominios geológicos de la Península Ibérica, Baleares y Canarias, su evolución geológica y el conocimiento de la geología local relacionada con la historia y dominios geológicos del planeta.
10. “*Geología de campo*”: analiza los instrumentos y técnicas básicas de la metodología científica y del trabajo de campo para poder realizar una práctica de campo de carácter local. Asimismo, se ocupa de la valoración del patrimonio geológico como bien de interés científico, socioeconómico y cultural.

El **tema** del presente Trabajo de Fin de Máster, está centrado en el Bloque 5 “*Procesos geológicos externos*”, y más concretamente en el apartado “Acción geológica del agua” y sub-apartado: “Aguas superficiales: procesos y formas resultantes” destacando los “Criterios de evaluación” y los “Estándares de aprendizaje evaluables”, respectivamente.

**OBJETIVOS  
DE LA ETAPA  
Y DE LA MATERIA**

#### 4. OBJETIVOS DE LA ETAPA Y DE LA MATERIA

Cabe destacar y tener presente los objetivos generales de dicha etapa - Bachillerato - que vienen establecidos en el artículo 33 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de Mayo:

- A. Ejercer la ciudadanía democrática desde una perspectiva global y adquirir una conciencia cívica responsable, inspirada por los valores de la Constitución Española, así como por los derechos humanos, que fomente la corresponsabilidad en la construcción de una sociedad justa y equitativa.
- B. Consolidar una madurez personal y social que les permita actuar de forma responsable y autónoma y desarrollar su espíritu crítico. Prever y resolver pacíficamente los conflictos personales, familiares y sociales.
- C. Fomentar la igualdad efectiva de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres, analizar y valorar críticamente las desigualdades existentes e impulsar la igualdad real y la no discriminación de las personas con discapacidad.
- D. Afianzar los hábitos de lectura, estudio y disciplina, como condiciones necesarias para el eficaz aprovechamiento del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.
- E. Dominar, tanto en su expresión oral como escrita, la lengua castellana y, en su caso, la lengua cooficial de su Comunidad Autónoma.
- F. Expresarse con fluidez y corrección en una o más lenguas extranjeras.
- G. Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación.
- H. Conocer y valorar críticamente las realidades del mundo contemporáneo, sus antecedentes históricos y los principales factores de su evolución. Participar de forma solidaria en el desarrollo y mejora de su entorno social.
- I. Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida.
- J. Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos. Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente.
- K. Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico.

- L. Desarrollar la sensibilidad artística y literaria, así como el criterio estético, como fuentes de formación y enriquecimiento cultural.
- M. Utilizar la educación física y el deporte para favorecer el desarrollo personal y social.
- N. Afianzar actitudes de respeto y prevención en ámbito de la seguridad vial.

Los objetivos de la asignatura “Geología” de 2º de Bachillerato consisten en:

- A. Comprender los principales conceptos de la Geología y su articulación en leyes, teorías y modelos, valorando el papel que éstos desempeñan en su desarrollo.
- B. Resolver problemas que se planteen a los alumnos y alumnas en su vida cotidiana, seleccionando y aplicando los conocimientos geológicos relevantes.
- C. Utilizar con autonomía las estrategias características de la investigación científica: plantear problemas, formular y contrastar hipótesis, planificar diseños experimentales etc, y los procedimientos propios de la Geología, para realizar pequeñas investigaciones y, en general, explorar situaciones y fenómenos desconocidos para los alumnos y alumnas.
- D. Comprender la naturaleza de la Geología y sus limitaciones, así como sus complejas interacciones con la tecnología y la sociedad, valorando la necesidad de trabajar para lograr una mejora de las condiciones de vida actuales.
- E. Valorar la información proveniente de diferentes fuentes para formarse una opinión propia que les permita expresarse críticamente sobre los problemas actuales relacionados con la Geología.
- F. Comprender que el desarrollo de la Geología supone un proceso cambiante y dinámico, mostrando una actitud abierta y flexible frente a opiniones diversas.

# **OBJETIVOS DE APRENDIZAJE**

## 5. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Entre los principales objetivos de aprendizaje de esta Unidad Didáctica se pueden destacar:

- 1) Conocer los relieves singulares originados por el modelado de los ríos (ej.: meandros, valles en V y U, avenidas, torrentes etc..).
- 2) Conocer los procesos geológicos externos, así como los mecanismos geológicos de los ríos (procesos erosivos y transporte).
- 3) Describir correctamente los procesos de erosión, transporte y sedimentación.
- 4) Identificar las acciones de los distintos agentes geológicos externos en el modelado, reconociendo las formas más características asociadas a cada uno en el campo o a través de imágenes.
- 5) Comprender la influencia que en el modelado tiene el tipo de roca y su estructura.
- 6) Conocer los riesgos asociados a los sistemas fluviales.
- 7) Promover actitudes de respeto y protección del patrimonio natural.



# **CONOCIMIENTOS PREVIOS**

## **6. CONOCIMIENTOS PREVIOS**

Los conocimientos previos permiten al alumno establecer una serie de conexiones entre el material de nueva adquisición y las ideas previas, siendo estas relaciones las que facilitan que se produzca un aprendizaje, no solo memorístico, sino que asiente los nuevos conocimientos adquiridos.

Uno de los aspectos más importantes radica en que el profesor sepa de primera mano y conozca las ideas previas de su alumnado, de manera que pueda adaptar los contenidos de su materia a cada grupo de alumnos. De manera lúdica y con el objetivo de detectar las ideas previas, antes de empezar el tema, se plantearán unas cuestiones que los alumnos deben contestar de manera oral y en común, permitiendo debatir a los alumnos sobre ellas. Esta serie de cuestiones están interrelacionadas con los contenidos de cursos pasados que puedan estar directa o indirectamente relacionados con los procesos geológicos de los ríos.

### **1º ESO**

Biología y Geología: “Bloque 2: La Tierra en el Universo”. Trata el tema de la hidrosfera y el alumno debe aprender las propiedades principales, así como el ciclo del agua en la naturaleza. Como en la acción geológica de los ríos el agua tiene un papel fundamental, conocer las propiedades y el ciclo del agua puede facilitar el aprendizaje.

### **3 º ESO**

Biología y Geología: “Bloque 2: El relieve terrestre y su evolución”. Comprende los agentes geológicos externos y los procesos de meteorización, erosión, transporte y sedimentación. También, se estudian las formas de erosión y depósito que se originan y los factores que condicionan el modelado de los paisajes de Castilla y León, relacionados con el tema de acción geológica de los ríos.

### **1º Bachillerato**

Biología y Geología: “Bloque 8: Los procesos geológicos y petrogenéticos”. Estudia los procesos sedimentarios permitiendo conocer las distintas rocas relacionadas con la acción geológica de los ríos sobre las mismas.

# **CONTENIDOS**

## 7. CONTENIDOS

### 7.1 Introducción

Existen una serie de características y morfologías comunes para todos los ríos del planeta que derivan directamente de la corriente de agua que los forma, pero también de otras particularidades en función tanto de las características climáticas como de la cuenca que drenan: área, geología, suelos, topografía, usos del suelo, cubierta vegetal, impactos humanos, etc. De hecho y como ejemplo, los cauces fluviales pueden tener formas muy variadas entre sí, desde estrechos y acanalados cañones de montaña hasta grandes ríos de llanuras aluviales. En este campo, cabe destacar una disciplina científica denominada “geomorfología fluvial” enfocada.

La forma del cauce tiene implicaciones biológicas a múltiples escalas. A escala macroscópica, de kilómetros a centenares de kilómetros, la morfología fluvial determina la distribución y abundancia de hábitats y refugios y las posibilidades de dispersión para las especies de mayores requerimientos espaciales, como los peces migratorios. A escala de tramo o sección fluvial, es decir, entre unas decenas de metros y 1 km de cauce, la heterogeneidad de formas en el lecho, como la abundancia de rápidos y pozas, determina la diversidad de hábitats y, en consecuencia, la diversidad de organismos. A escala de unos pocos metros a centímetros, la distribución de distintos tipos de sedimento influye en las conexiones entre el agua superficial y la hiporreica, o en la estabilidad y crecimiento del biofilm. En cada una de estas escalas, la pendiente, la rugosidad del cauce, el caudal y la velocidad de la corriente establecen condiciones acordes al gradiente fluvial, desde la cabecera hasta la desembocadura.

Es importante destacar que los ríos son uno de los principales agentes modeladores de la superficie terrestre capaces de efectuar incisión vertical de los lechos así como erosión lateral. Son grandes agentes de transporte de sedimentos de distinto tamaño y producen formas de acumulación, especialmente en su curso medio e inferior. El río Nilo, en África, es uno de los más largos, y el Amazonas, en América del Sur, transporta la mayor cantidad de agua, por su parte el río Amarillo, en China, es uno de los que transporta más sedimentos en suspensión.

## 7.2 Factores desencadenantes de los procesos geomorfológicos

El relieve terrestre sigue evolucionando mediante una serie de procesos constructivos y destructivos, afectados permanentemente por la fuerza de gravedad que tiene por función equilibrar los desniveles producidos por dichas fuerzas. Es decir, hace que las zonas más elevadas y con grandes pendientes tiendan a caer y colmatar las zonas más deprimidas. Estos procesos hacen que el relieve transite por diferentes etapas. Los factores más destacados que desencadenan los procesos geomorfológicos se pueden categorizar en cuatro grandes grupos:

1. **Factores geográficos**: son los factores abióticos de origen exógeno, tales como el relieve, el suelo, el clima (presión, temperatura y vientos) y los cuerpos o masas de agua (agua superficial "acción de la escorrentía", la acción fluvial y marina, o los hielos en el modelado glacial).
2. **Factores bióticos**: El efecto de los factores bióticos sobre el relieve suele oponerse a los procesos del modelado, especialmente considerando la vegetación.
3. **Factores geológicos**: tales como la tectónica, el diastrofismo (fuerzas internas), la orogénesis y el vulcanismo, son procesos constructivos y de origen endógeno que se oponen al modelado e interrumpen el ciclo geográfico.
4. **Factores antrópicos**: La acción del hombre sobre el relieve es muy variable y depende de la actividad que realice (e.g: extracción , cavar, minas, etc.) siendo, en este sentido, muy difícil generalizar, pudiendo incidir a favor o en contra de los procesos erosivos terrestres.

Es importante destacar que sólo los factores geográficos contribuyen en dirección al desarrollo del ciclo y a su fin último: la creación de la penillanura. El resto de los factores, ya sean biológicos, geológicos y antrópicos, interrumpen o perturban el normal desarrollo del ciclo.

### 7.3 Procesos morfogénéticos: erosión, transporte y sedimentación

La interacción de los factores anteriormente nombrados dan como resultado los procesos morfogénéticos sucesivos, tales como: la erosión, el transporte y la sedimentación. Para que se lleven a cabo estos procesos morfogénéticos en un momento dado y para un agente de transporte dependen de la velocidad del flujo y del tamaño del clasto, según se presenta en el diagrama de Hjulström (Figura 1).

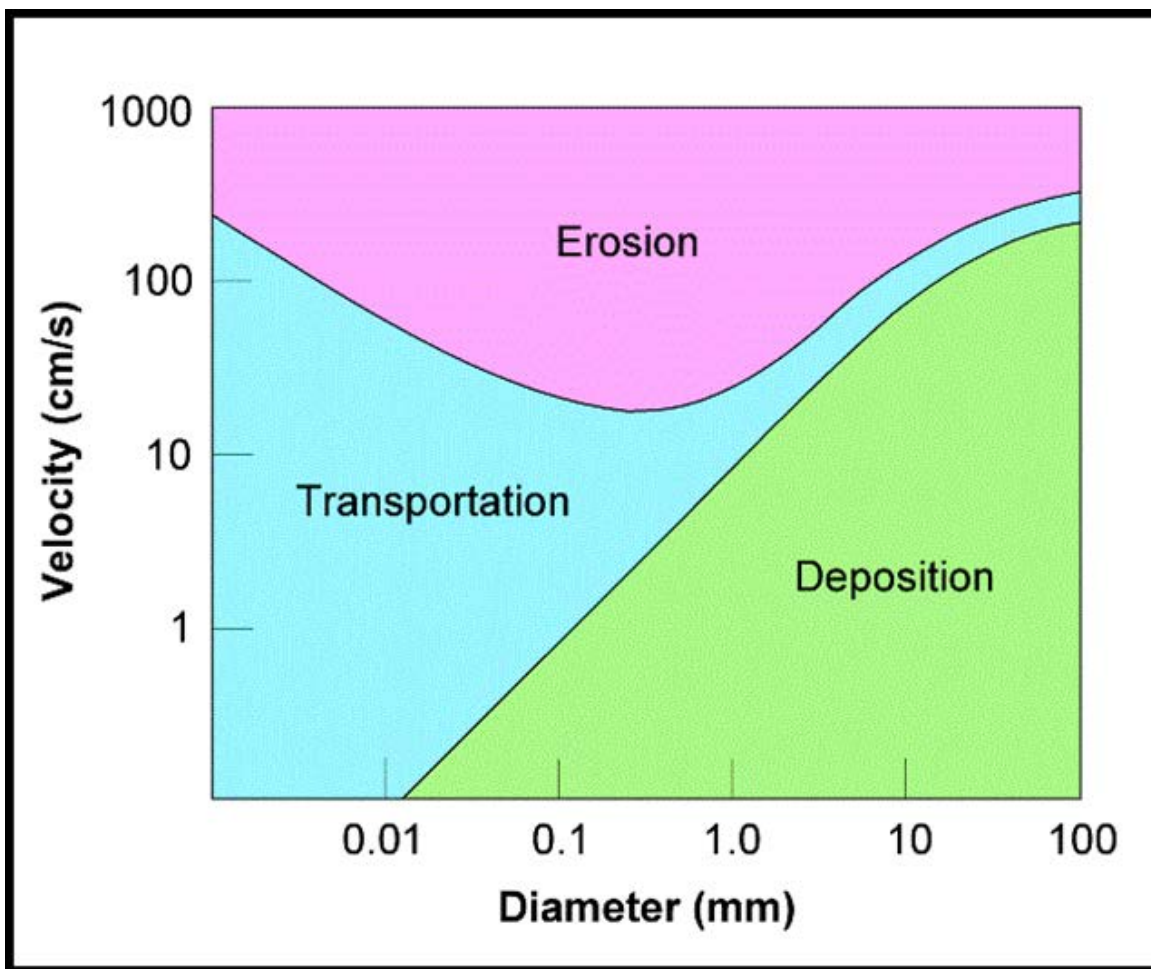


Figura 1. El eje X muestra el tamaño de las partículas en mm (milímetros). El eje Y muestra la velocidad del río en cm/s (centímetros por segundo). Las tres líneas en el programa de diagrama muestran diferentes tamaños de las partículas que se depositarán, transportarán o erosionarán.

### 7.3.1 Erosión

La erosión del latín *erosio*, es el proceso de rotura y arranque de materiales por los procesos geológicos. Se trata del proceso de desgaste de la roca madre por procesos geológicos exógenos. Es el mecanismo geológico de denudación de los continentes. Dicho proceso se ve favorecido por la meteorización, alteración y disgregación previa de las rocas. Se mide en masa de material rocoso arrancada por año por unidad de superficie (por ejemplo, en  $T/Km^2$  año), o como una disminución de nivel por año (por ejemplo, en  $cm/año$ ). El tipo dominante e intensidad de la erosión están condicionados por distintos tipos de factores:

- Climáticos:

- Relacionados con el ciclo hidrológico, partiendo del impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo, y siguiendo por la fuerza de arrastre del agua de escorrentía en vertientes o en los canales de la red de drenaje.
- Relacionados con las variaciones en la temperatura.
- Relacionados con el impacto o arrastre del viento.

- Topográficos:

- Orientación del terreno, que controla la eficacia de los agentes climáticos.
- Inclinación y longitud de la pendiente, que condiciona el carácter de la escorrentía.

- Factores propios del suelo:

- Textura y granulometría, estratificación, porosidad, permeabilidad, humedad, composición de las partículas minerales, tipo de cobertura vegetal etc.
- Grado de meteorización

- Actividad antrópica

### 7.3.2 Transporte

El transporte es la movilización y/o desplazamiento de los fragmentos de roca meteorizados. Este transporte se puede realizar de distintas maneras, tanto en el caso del viento como del agua. Hay que destacar que la energía de transporte varía de unos sistemas a otros, y de unas condiciones morfo-climáticas a otras, reflejándose en el material transportado y en las estructuras que conforman los sedimentos. Así el estudio de los caracteres texturales y estructurales de los sedimentos nos informa sobre el agente de transporte (dirección, distancia recorrida, duración del proceso...).

El detrito a transportar está sujeto a tres tipos de fuerzas:

- Fuerzas de empuje: fuerza ejercida por el flujo sobre el clasto, y por tanto, de sentido contrario a las de resistencia del sólido al flujo. Se ven incrementadas por el choque entre partículas.
- Fuerzas de sustentación: tienden a elevar el detrito y mantenerlo en suspensión por efecto de la turbulencia creada. Cuanto mayor sea el clasto, mayor tendrá que ser la fuerza de sustentación para mantenerlo en suspensión.
- Fuerzas de fijación: definidas por el peso, rozamiento por deslizamiento, rozamiento por rodadura, rozamiento por pivotación y por las fuerzas de atracción entre las partículas. Para que se inicie el movimiento se tiene que cumplir:

**FUERZA DE EMPUJE > FUERZA DE SUSTENTACIÓN > FUERA DE FIJACIÓN**



A partir de las relaciones que se crean entre estas tres fuerzas, el transporte de los materiales puede realizarse de distintas formas (Figura 2). En el caso de las tres primeras, existe un contacto del clasto con el lecho<sup>1,2,3</sup> - tracción):

- **Deslizamiento**<sup>1</sup>. Se produce cuando al aumentar la velocidad, las fuerzas de sustentación equilibran a las de fijación, y el detrito comienza a desplazarse deslizándose por el lecho en la dirección del flujo. Es el tipo de transporte que menor energía requiere.
- **Rodadura**<sup>2</sup>. Al aumentar la velocidad, también aumenta la fuerza de empuje y sustentación. En el momento en que las fuerzas de empuje igualan a las de fijación el clasto girará, desplazándose rodando (> velocidad > fuerza empuje).
- **Saltación**<sup>3</sup>. Si sigue aumentando la velocidad, las fuerzas de sustentación se hacen mayores que las de fijación, y el clasto se incorpora a la corriente y viaja en suspensión inmerso en el fluido, hasta que al ascender entra en una zona de menor turbulencia, en la que las fuerzas de sustentación disminuyen, predominando las de fijación, y el clasto cae. El avance se produce a modo de saltos (>>> fuerzas sustentación <<< fijación = clasto dando saltos).
- **Suspensión**. Cuando las fuerzas de sustentación son suficientemente grandes como para mantenerse superiores a las de fijación, el detrito viaja suspendido en el seno del fluido de forma continua (>>>> fuerzas sustentación << fuerzas de fijación = detrito suspendido).
- **Transporte químico**. Es independiente de los anteriores. Cuando el fluido tiene capacidad de disolución (agua) y pasa a través de materiales solubles, se produce el transporte de los iones procedentes de la roca, en disolución. Esta forma de transporte no está condicionada por la cinética del agente transportador.

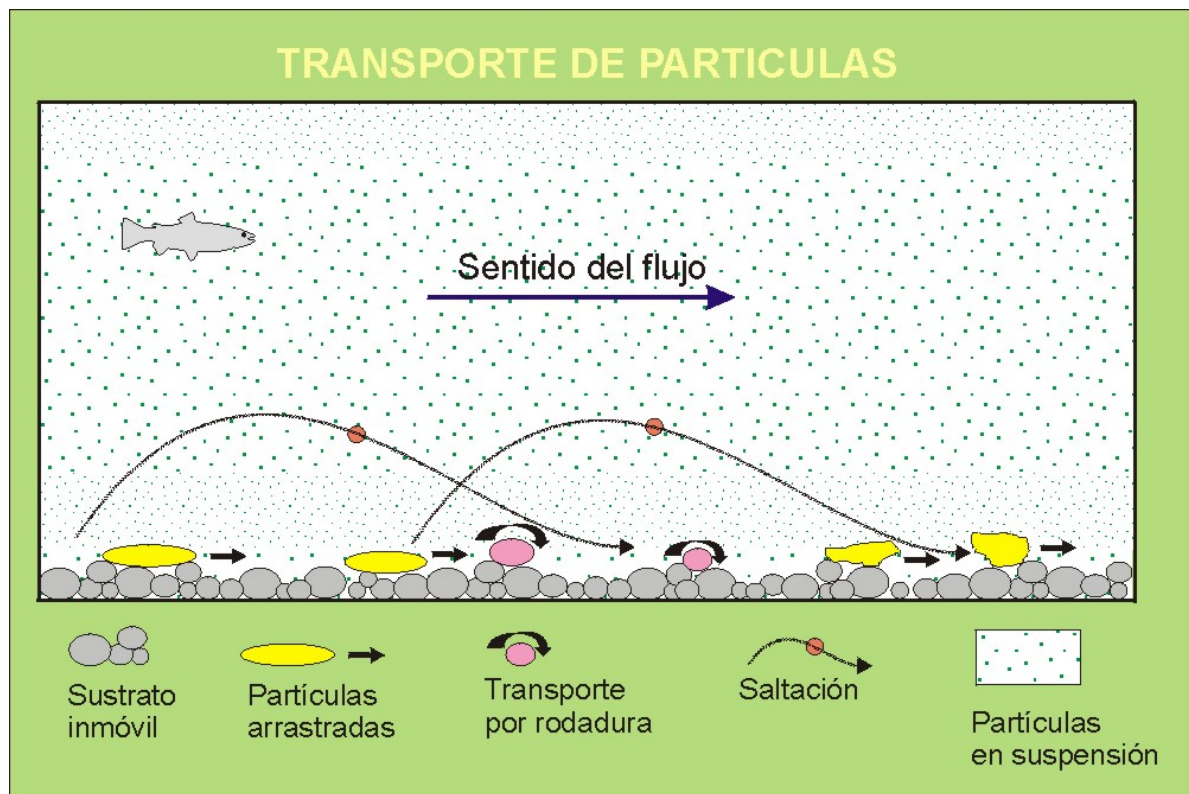


Figura 2. Representación esquemática de las distintas formas de transporte de partículas.

**Efecto del transporte.** Los efectos del transporte se reflejan tanto en el cauce por donde se transporta el material como en el propio clasto desplazado.

1. En el caso del cauce, se producirá una erosión sobre el fondo que puede ser física o química.
2. En el clasto transportado se producirá un desgaste caracterizado por dos factores:
  - 2.1. Intensidad del impacto del clasto sobre el cauce,
  - 2.2 Características intrínsecas del grano (naturaleza, composición, estructura, etc.).

El proceso puede ser físico (choque, trituración y picoteado del grano) o químico (disolución, hidratación o hidrolización). El transporte de materiales puede hacerse a través de los ríos (transporte fluvial), corrientes marinas y de turbidez, mediante oleaje, transporte glaciar, eólico y gravitacional (deslizamiento, caída de bloques o desplazamientos).

### 7.3.3 Sedimentación

La sedimentación es el proceso por el cual se acumulan los materiales transportados por un agente geológico. La deposición se produce en unas condiciones ambientales concretas por las cuales dejan una impronta en el registro sedimentario para la posterioridad. Para poder reconstruir el ambiente deposicional se ha recurrido al concepto de facies sedimentaria (secuencia completa de sedimentos de cada tipo de ambiente) (Figura 3) diferenciándose de otras facies por la composición, la edad y las características estructurales y texturales.

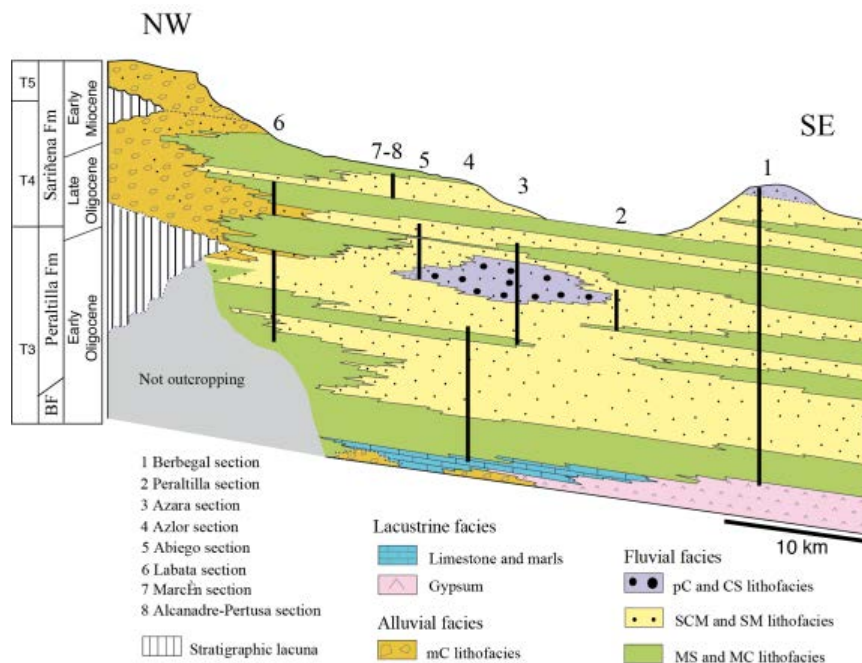


Figura 3. Representación de una facie sedimentaria lacustre y fluvial.

La sedimentación puede producirse por dos procesos:

- **Decantación:** se produce una caída o precipitación de los clastos al fondo. Sucede cuando la corriente que los transportaba se detiene o cuando las partículas se han formado en el mismo fluido que permanece en reposo, como los esqueletos calcáreos de los organismos microscópicos del plancton.
- **Acreción cinética:** los clastos que están siendo transportados tropiezan con un obstáculo que los detiene repentinamente y se tienden a acumular unos sobre otros. En cualquier caso, dicha acumulación se produce en zonas deprimidas, llanas, por pérdida de energía y efecto de la gravedad.

Cuando se estudian los depósitos sedimentarios pueden observarse una serie de caracteres resultado de sus condiciones de formación:

- **Procedencia de los materiales:** con el estudio de la composición de los clastos se puede llegar a determinar el área de origen, o por lo menos el tipo de roca erosionada y poder establecer correlaciones (material – procedencia) así como las condiciones existentes durante la erosión.
- **Agente de transporte:** cada agente de transporte determina unas estructuras sedimentarias características (ej.: Morrenas asociadas a glaciares). Por ejemplo, el transporte por medio acuoso o eólico selecciona los tamaños mientras que en el transporte por hielo no se produce selección, dado que éste engloba fragmentos de muy distintos tamaños y formas.
- **Tiempo o duración del transporte:** determina el grado de redondeamiento o pérdida de angulosidad y desgaste de los clastos, que depende así mismo de la naturaleza del material y del tamaño del clasto.
- **Factores ambientales:** del lugar de la sedimentación, particularmente importantes, en el caso de sedimentación en cuencas endorreicas por precipitación química de materiales disueltos.

Es importante destacar que la sedimentación se puede originar después de un recorrido realizado por un agente de transporte, en cuyo caso se habla de sedimentación alóctona, o puede ocurrir en el mismo sitio en que se formó el material, en cuyo caso se habla de sedimentación autóctona.

## 7.4 Sistema fluvial

El agua en estado líquido es el agente geológico más importante en la erosión, transporte y depósito de sedimentos. La mayoría de los paisajes terrestres muestran evidencias claras y visibles de los resultados de los procesos geológicos de las corrientes de agua. Los relieves modelados resultantes por la acción de las aguas corrientes se denominan relieves fluviales, para distinguirlos de los originados por los otros agentes modeladores (hielo, olas, viento). En el momento actual, los relieves y procesos fluviales son los elementos dominantes en las superficies continentales (Figura 4).

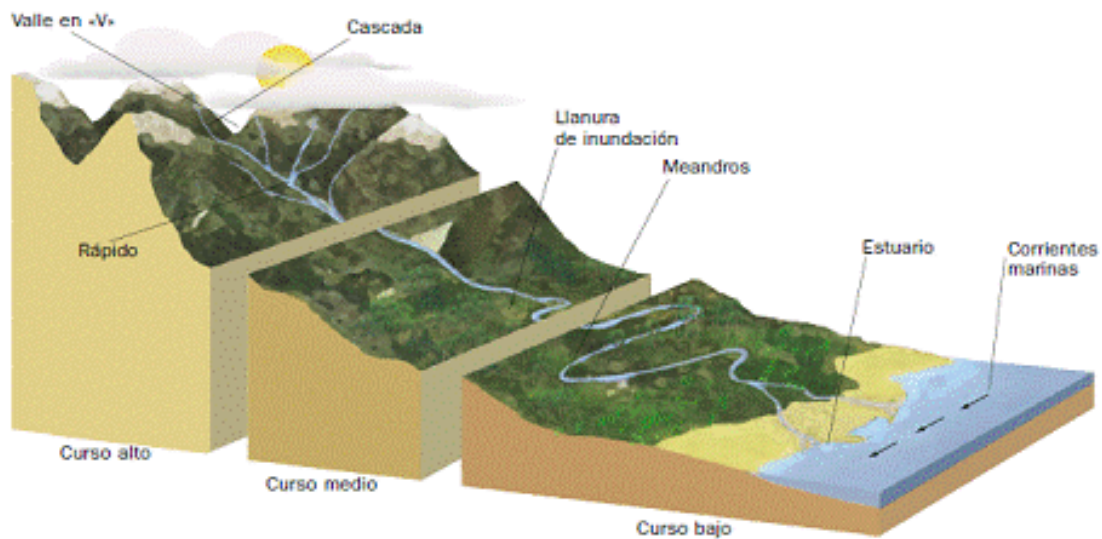


Figura 4. Modelado fluvial de un río a lo largo de los tres cursos: alto, medio y bajo.

**Corriente:** se define como una estrecha, pronunciada y larga depresión o canal por donde el agua se desplaza pendiente abajo bajo la influencia de la gravedad. Las corrientes fluviales abarcan desde un pequeño arroyo a un gran río.

**Sistema de drenaje:** es el conjunto de cursos de agua que circulan vertiente abajo desde el punto donde empezaron a fluir sobre la superficie terrestre. Este se compone de una red ramificada de canales fluviales que recogen el agua superficial y de las vertientes que llegan a ellos. Todo el sistema está delimitado por la divisoria de aguas que contornea la **cuenca hidrográfica** (Figura 5).

# CUENCAS HIDROGRAFICAS

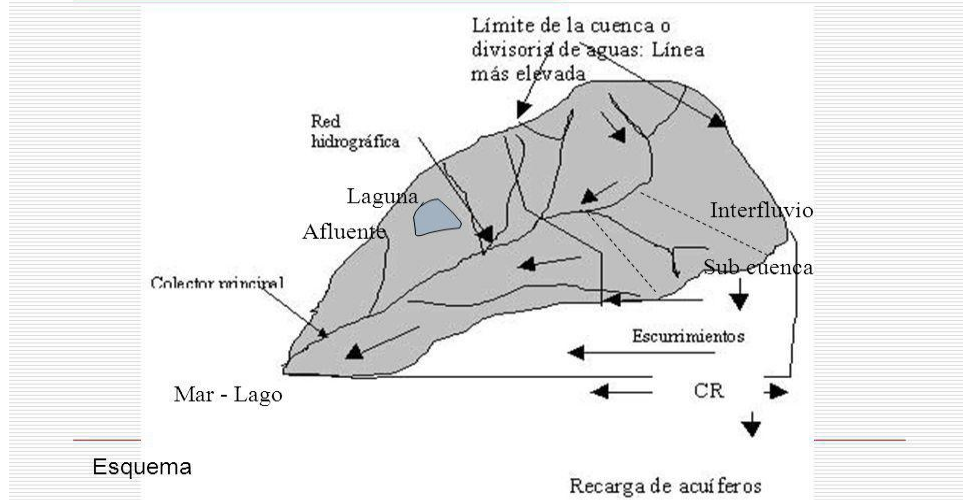


Figura 5. Representación de los distintos sistemas que componen una cuenca hidrográfica.

La **red de drenaje** tiene distintas morfologías, dependiendo de distintos factores como la litología, la pendiente, el tipo de suelo, o el clima entre otros.

1. **Dendrítica:** con arroyos organizados “jerárquicamente”. Su disposición puede compararse a las ramas de un árbol. Se da en zonas con estratos horizontales, en arcosas, granitos alterados.
2. **Paralela:** los arroyos y la corriente principal circulan paralelos (ej.: en cuarcitas plegadas).
3. **Dendrítico-rectangular:** con una dirección de flujo predominante, correspondiente a las corrientes principales y los arroyos perpendiculares (ej.: esquistos plegados).
4. **Rectangular:** los arroyos confluyen a la corriente principal perpendicularmente. (ej.: típica en granitos fracturados).
5. **Anular:** típica en domos y diapiros fuertemente erosionados.
6. **Radial:** los ríos circulan en todas direcciones a partir de un punto elevado (ej.: un cono volcánico).

7. **Multicuencas:** en zonas de depósitos de Hill.

8. **Irregular:** sin morfología bien definida.

9. **Enrejada:** las corrientes principales, que siguen la vertiente principal forman ángulos casi rectos con las secundarias, que se adaptan a zonas más fácilmente erosionables (ej.: Llanuras costeras recientemente emergidas o en zonas con pliegues en que los ríos se encajan a favor de las rocas menos resistentes).

El **perfil longitudinal de un río o corriente** (Figura 6) comienza en la zona montañosa de fuerte pendiente (curso alto), fluyendo a través de una llanura suave (curso bajo) hasta el mar. La cabecera es la zona más alta, en las montañas. mientras que la desembocadura es el punto en que el río afluye al mar, a un lago, o a un río mayor.

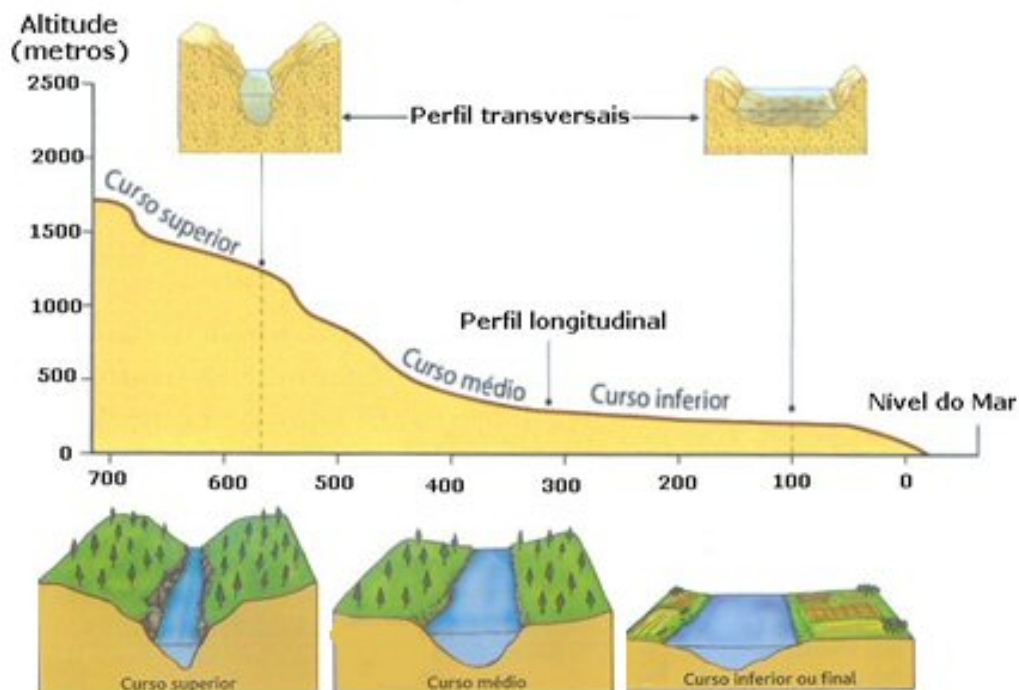


Figura 6. Perfil longitudinal y transversal de un río así como la representación gráfica de sus diferentes cursos: alto, medio y bajo.

Un río enteramente desarrollado o en su etapa más avanzada, "clímax", ha ido experimentado un largo periodo de desarrollo y ajuste de su geometría, de tal forma que

puede descargar no sólo el exceso de agua, sino también la carga sólida transportada. Un sistema hidráulico puro podría funcionar sin una pendiente, debido a que el exceso de agua acumulada puede generar su propia vertiente de descenso y es capaz de fluir en una superficie horizontal. El transporte de la carga del lecho exige la existencia de una pendiente pronunciada y es, en respuesta a esta necesidad, que el cauce del río ha ido ajustando su pendiente y ha alcanzado un estado constante de operación, a lo largo de su evolución. En esta condición, se dice que el río ha alcanzado su **estado de equilibrio** (Figura 7). El concepto de equilibrio se refiere a un periodo de miles de años. La pendiente del cauce de un río en estado de equilibrio disminuye corriente abajo. Una causa importante de este fenómeno es que como aumenta la descarga y la sección transversal del cauce se hace mayor, la corriente es más eficiente en su actuación. La resistencia de fricción es desproporcionalmente menor para un cauce grande, de manera que el mismo trabajo puede ser realizado con una pendiente menor.

El **nivel de base de un río** es aquél por debajo del cual la corriente fluvial no erosiona su cauce nunca más (límite). Suele estar correlacionado con el nivel de la desembocadura del río en un océano, un lago, entre otros. Hay que considerar un nivel de base general, que corresponde al nivel del mar, y un nivel de base local o temporal. Si llegara a existir un cambio en el nivel de base éste provocará un reajuste en las actividades de la corriente para ajustar un nuevo el perfil de equilibrio, por lo tanto, un aumento en el nivel de base causará la deposición de material y una reducción del nivel de base causará erosión.

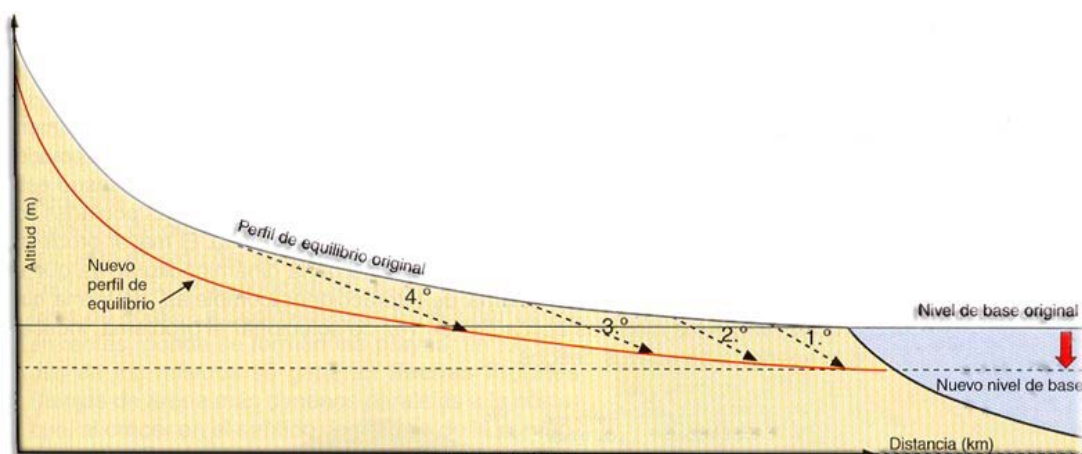


Figura 7. Perfil de equilibrio de un río.



## 7. 5 El trabajo geológico de los ríos

El trabajo geológico de los ríos consiste en tres procesos interrelacionados, que pertenecen a tres fases de una misma actividad: erosión, transporte y sedimentación. En la **erosión** que se origina por la corriente: consiste en la progresiva remoción del material mineral del fondo y de las orillas de los cauces, ya sea excavado éste en material de alteración, sedimento, o en la roca madre. El **transporte**, consistente en el movimiento/desplazamiento de las partículas a priori erosionadas mediante su arrastre por el fondo, suspensión en la masa de agua o disolución. La **sedimentación** es la acumulación progresiva de las partículas transportadas sobre el lecho del río, sobre la zona de inundación o en el fondo de una masa de agua (no corriente, estancada) en la que desemboca un curso de agua.

Se describen dos grandes grupos de relieves fluviales:

1. *Erosionales*: formados por denudación progresiva del sustrato. Se trata de los valles, cañones, barrancos, entre otros.
2. *Deposicionales*: formados por acumulación de los materiales erosionados y transportados por acción fluvial (ej.: la propia llanura de inundación, los conos aluviales, deltas).

### **Erosión fluvial**

- 1) **Acción hidráulica**. La fuerza del agua en movimiento, chocando contra el lecho y ejerciendo sobre él una acción de arrastre, erosiona los materiales aluviales mal consolidados (no compactados), tales como grava, arena y arcilla. La excavación del agua en las orillas provoca grandes cantidades de aluviones que caen dentro del río, donde las partículas de distinto tamaño/diámetro se separan y pasan a formar parte de la carga de la corriente, constituyendo así una importante fuente de sedimentos en los periodos de crecida.

La gran fuerza de dicho proceso es capaz de excavar y desprender enormes cantidades de materiales no consolidados en un corto periodo de tiempo, y producir arrastres, socavación de cimentaciones y pilas de puentes, carreteras.

- 2) **Abrasión.** Desgaste mecánico que se lleva a cabo por el choque y rozamiento de los propios fragmentos de roca transportados por la corriente sobre el lecho del río. Es el principal modo de erosión de un lecho rocoso demasiado resistente a la acción hidráulica.

Un ejemplo de forma de erosión en proceso es el pilancón o marmita de gigante - oquedad cilíndrica excavada en el lecho rocoso por una corriente rápida. En el fondo suelen aparecer piedras con formas esféricas, que son las que con su movimiento de rotación continua van desgastando la roca. Otros ejemplos de abrasión son las cascadas, cavidades en la base de éstas, etc.

- 3) **Corrosión/disolución.** Los procesos químicos de meteorización son efectivos en la remoción de la roca del cauce del río, especialmente en terrenos calizos, en los que desarrollan formas redondeadas.

### **Transporte fluvial**

Se denomina carga de un río o materia sólida transportada por una corriente. Dicha carga puede ser transportada en disolución, en suspensión, o como carga de fondo (por rodadura, deslizamiento o saltación).

La capacidad de carga se denomina a la carga máxima que puede transportar un río en un punto de su perfil en un momento dado (incluyendo la carga en suspensión y la de fondo). La capacidad de carga va aumentando de forma gradual con la velocidad de la corriente (> velocidad > turbulencia > fuera de arrastre en el fondo). La capacidad para mover la carga de fondo equivale a la velocidad del agua elevada aproximadamente a la tercera o cuarta potencia. Así, si la velocidad del agua se dobla durante la crecida, la capacidad de carga de fondo se incrementa de ocho a dieciséis veces. Tanto es así, que los mayores cambios importantes se producen en el periodo de crecida de un río. La carga en suspensión aumenta rápidamente cuando se produce la crecida, como consecuencia del aumento de

turbulencia (> carga suspensión > turbulencia). Esta carga puede proceder de la erosión producida por las aguas de escorrentía o de la excavación de las orillas.

Los cambios que se producen en el momento de crecida de un río son menos importantes en el caso de lechos excavados en roca. Cuando el río discurre sobre un lecho de material suelto, la creciente capacidad de carga del río se ve satisfecha por una rápida remoción de los materiales del fondo, que cambia así sustancialmente su morfología durante los periodos de avenida.

### **Sedimentación fluvial**

Aluvión se denomina al sedimento depositado por un río. En el momento en que se produzca un aumento de la carga (> carga), o descienda la velocidad de transporte (< velocidad de transporte) por un descenso en la velocidad de la corriente (< velocidad de corriente), se producirá un exceso de carga, de forma que se depositarán los sedimentos más gruesos en primer lugar (más gruesos = gravas y guijarros) seguidos de arenas, que producirán la elevación progresiva del lecho del río. Este proceso se denomina agradación.

Esto incrementará la pendiente en esta zona, conduciendo los materiales corriente abajo, alcanzando una distancia cada vez mayor. Se producen depósitos dentro del propio canal, en general más groseros, en forma de barras, y depósitos de la llanura de inundación, correspondientes a los que se producen en esta zona más extensa ocupada sólo en momentos de avenida. Los materiales depositados en barras y la llanura de inundación pueden removilizarse esporádicamente en repetidos ciclos de erosión y deposición.

En la zona de desembocadura pueden formarse depósitos más permanentes, en forma de delta o abanico aluvial.

## 7.6 Formas del relieve fluvial

### A) Formas de relieve fluvial

- 1) **Valles en V.** Los valles con un perfil transversal en forma de V son típicos en los cursos altos de los ríos. Las dos vertientes laterales presentan fuertes pendientes y el río erosiona verticalmente (Figura 8).

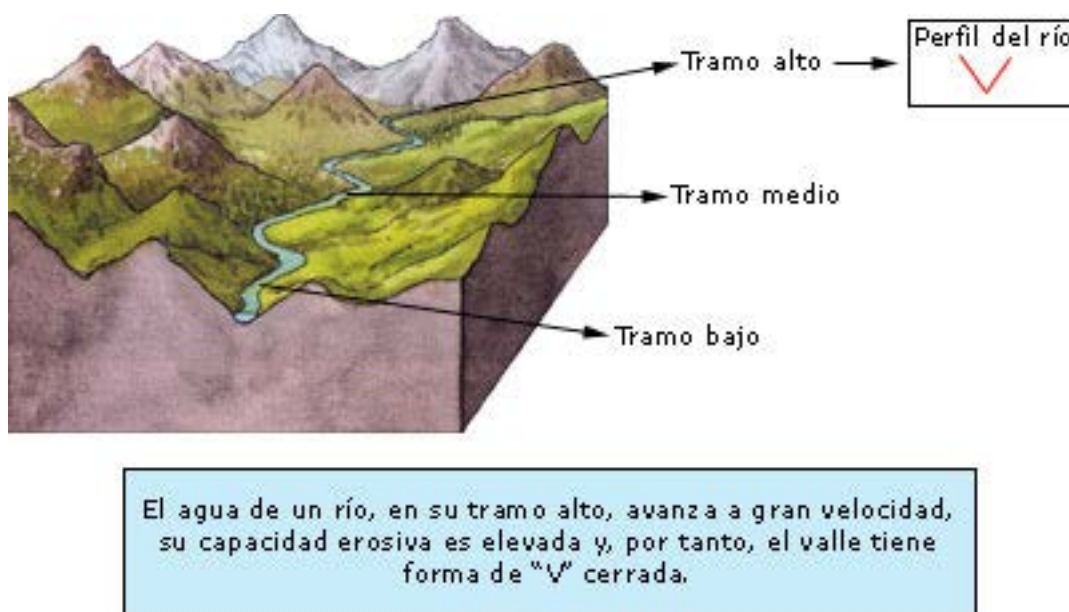


Figura 8. Representación gráfica de un valle en forma de V.

- 2) **Cascadas.** Se trata de un sector de un curso fluvial que debido a un fuerte desnivel del lecho por donde el río fluye, el agua que transporta cae verticalmente por efecto de la gravedad.

Las caídas de agua son sistemas dinámicos que varían con las estaciones (ej.: grandes lluvias) y con los años, aunque el efecto temporal sólo se hace perceptible a escala geológica. Presentan distintas formas (por ejemplo, si su caída es vertical o si sigue una pronunciada pendiente, etc.), determinadas por el volumen de agua, la altura de la caída, la anchura del lecho y la conformación de las paredes entre las cuales corre el líquido, dependiendo del tipo de roca y de las distintas capas en las que se disponen.

Las cascadas (Figura 9) pueden originarse de distintos modos, donde la mayor parte de los casos, se deben a la desigual resistencia que oponen las rocas a las corrientes de agua. En un primer caso, cuando un río profundiza y desgasta su lecho, pero además encuentra resistencia elevada en una masa rocosa, el ahondamiento se produce más lentamente. De esta manera, el nivel del obstáculo constituirá, temporalmente, el nivel de base, ajustándose a él el perfil de equilibrio aguas arriba. En un segundo caso, concretamente en aguas abajo, más allá de esta masa rocosa que resiste, el ahondamiento prosigue más rápido. A medida que el curso de agua aumenta su velocidad en el borde de la caída, va arrancando material del lecho del río. Como resultado de los remolinos creados en la turbulencia, así como la arena y las piedras transportadas por la corriente de agua, aumentan la capacidad de erosión.

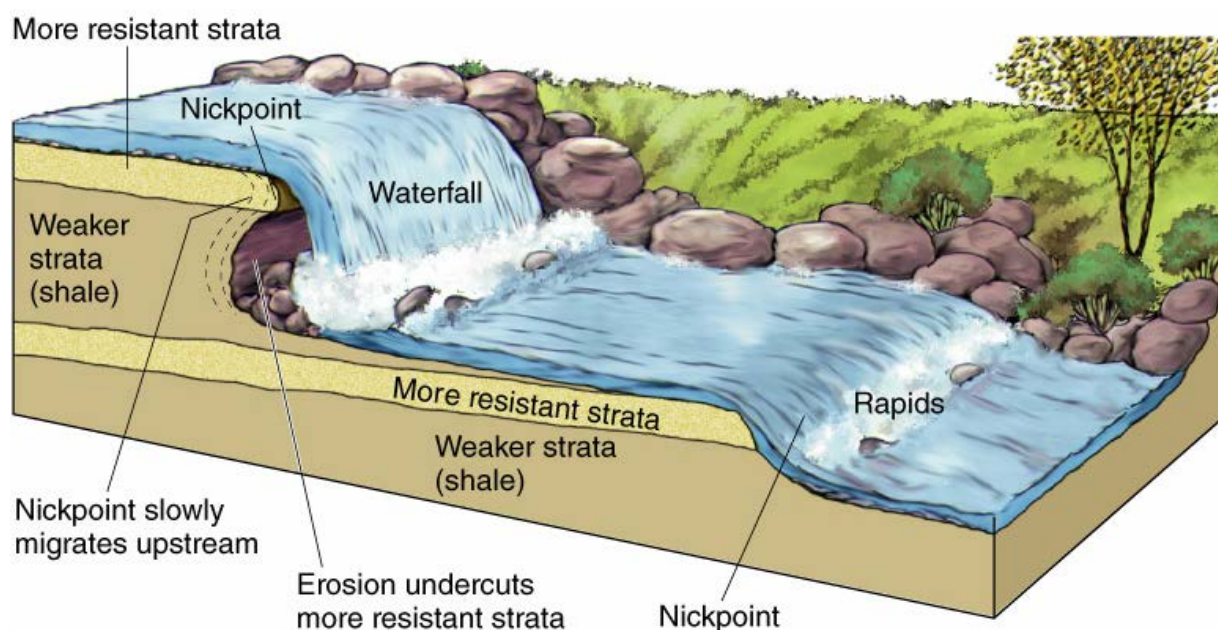


Figura 9. Representación gráfica de las partes que componen una cascada.

3) **Rápidos.** Se trata de áreas de flujo turbulento debidas a la presencia de rocas resistentes en el sustrato o a un incremento en el gradiente.

4) **Cañones, barrancos, desfiladeros, gargantas.** Estas incisiones fluviales de paredes verticales pueden formarse por distintos procesos:

o Cuando una cascada retrocede, excavando un nivel de roca resistente creando un valle de paredes verticales

o Por acción hidráulica

o Por una elevación del terreno que hace que un río previamente encajado se encaje aún más, como es el caso del Gran Cañón del Colorado.

5) **Pilancones o marmitas de gigante.** Son oquedades redondeadas en el lecho rocoso del cauce. Están causadas por las turbulencias en el interior de una depresión previa, en la que el agua cargada de guijarros y fragmentos de roca produce mediante abrasión la perforación del sustrato rocoso (Figura 10).

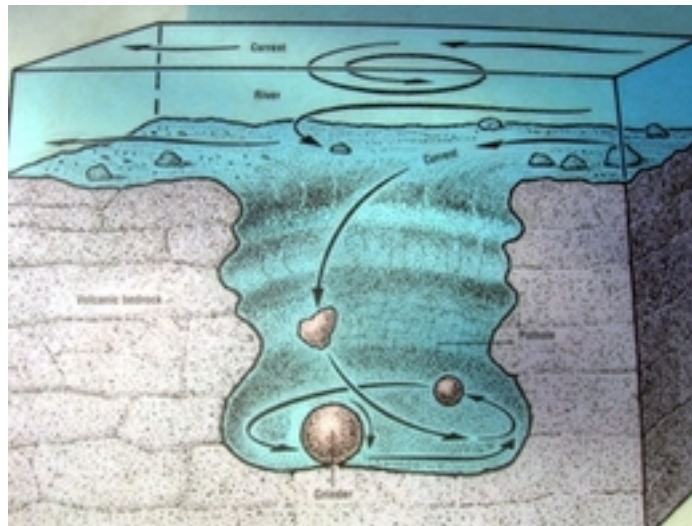


Figura 10. Representación gráfica de un pilancón o marmita donde se puede apreciar el desgaste llevado a cabo por los guijarros o pequeños cantos que van abrasando la roca madre.

## B) Formas del relieve deposicional:

Se producen fundamentalmente en el curso bajo del río, donde la energía es menor.

1) **Corrientes braided.** Consisten en una red de corrientes entrelazadas, separadas por numerosas barras (Figura 11).

Las *barras* son un depósito alargado de material aluvial (ej. arenoso o de gravas), depositado en la parte media del canal o en sus márgenes. Se crean por sedimentación cuando disminuye la velocidad de la corriente. Durante una avenida el río puede movilizar sedimentos de cualquier tamaño, desde arcillas y limos a grandes bloques, ya que el creciente volumen de agua se mueve rápidamente. En el momento en que la avenida cede o desaparece, el nivel de agua disminuye, y la velocidad decrece. Por lo tanto, los grandes bloques que se transportaban caen sobre el lecho, ralentizando el flujo aún más. Las gravas más finas y arenas se depositan entre los bloques y aguas abajo de los mismos. La deposición construye una barra de arenas y /o gravas, que quedará expuesta en el momento en que las aguas bajen totalmente. En la siguiente avenida el flujo puede erosionar esta barra y depositar una nueva aproximadamente en el mismo sitio.

Una corriente tiende a entrelazarse (braided) cuando lleva gran cantidad de carga y tiene bancos fácilmente erosionables.

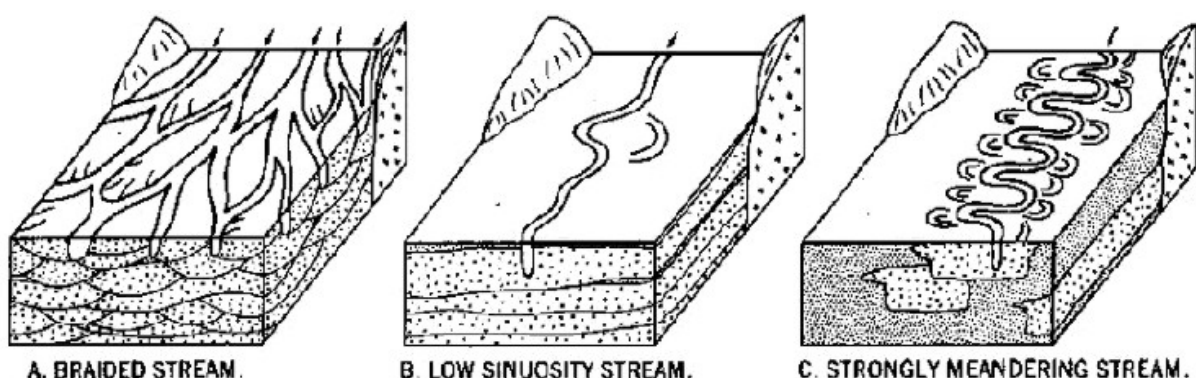


Figura 11. Diferentes corrientes y barras (braided, sinuosas y meandriforme)

Este modelo se desarrolla en zonas desérticas en el momento en que una corriente con fuerte carga de sedimentos pierde agua por evaporación o percolación en el subsuelo.

2) **Sistemas meandriformes.** Aquellos ríos que transportan material fino (ej. arenas finas, limos y arcillas), tienden a ser estrechos y profundos, y a desarrollar pronunciados meandros. Cuando el río baja la pendiente del cauce, al alcanzar el estado de equilibrio, el río continúa excavando sus orillas. Esta erosión lateral no altera de forma apreciable la pendiente, y por tanto no afecta materialmente al equilibrio. Sin embargo, en la parte exterior de una curva del río, el cauce erosiona lateralmente, excavando y atrapando los sedimentos de la pared del valle. En la parte interna de la curva se acumulan los aluviones, iniciándose el crecimiento de una ribera aluvial, que formará la base para el desarrollo del lecho de inundación. Al proseguir la erosión lateral, las primeras franjas del lecho de inundación se ensanchan, y la corriente desarrolla un continuo de curvas denominadas meandros aluviales (Figura 12). De este modo, el lecho de inundación se va ensanchando progresivamente hasta formar una zona de tierra llana y firme entre las paredes del valle, que suelen quedar como una abrupta vertiente denominada escarpe. La velocidad en un río es mayor en la parte exterior de la curva que en la interior, lo que causa una erosión en la orilla externa y depósito de una barra en la orilla interna. Esta barra se denomina barra de meandro o point bar.

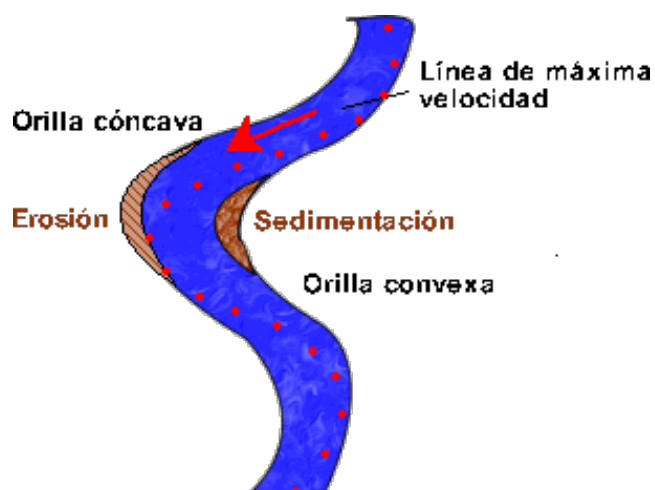


Figura 12. Representación de un meandro y las partes que lo componen.



La erosión y deposición puede ir transformando una suave curva en una mucho más pronunciada, por lo que el meandro no solo crece lateralmente, sino que también se va desplazando valle abajo. Los meandros no suelen tener una posición fija y establecida, sino que se mueven y migran a lo largo de la llanura aluvial, dejando escarpes y barras de meandro arqueadas que marcan sus sucesivas posiciones. El efecto combinado del crecimiento lateral y el desplazamiento valle abajo proporciona a las riberas aluviales una forma arqueada, que consiste en una sucesión de barras y depresiones (Figura 13).

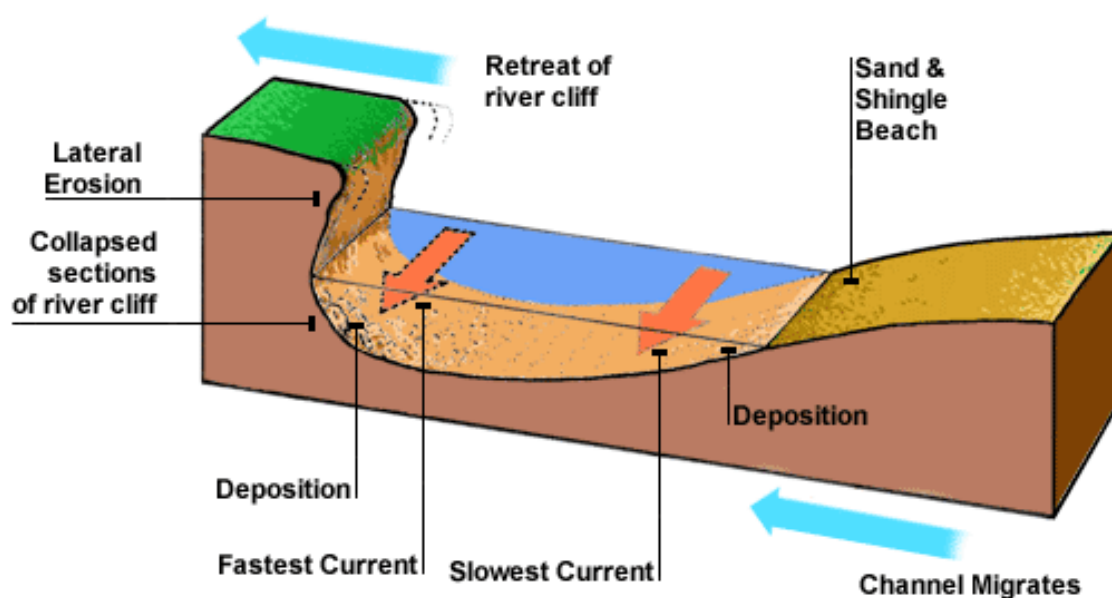


Figura 13. Erosión y avance de un meandro.

Las curvas de los meandros se van acentuando cada vez más, hasta que los recodos se comunican entre ellos por una posición tangencial, acortando el curso del río y dejando un *meandro abandonado*. Este fenómeno se denomina estrangulamiento y es seguido por la deposición de arena y limo en los límites del cauce abandonado, produciéndose un lago en forma de herradura, denominado *oxbow*. Estos lagos se colmatan gradualmente con sedimentos finos durante las inundaciones y por materia orgánica producida por las plantas acuáticas (Figura 14).

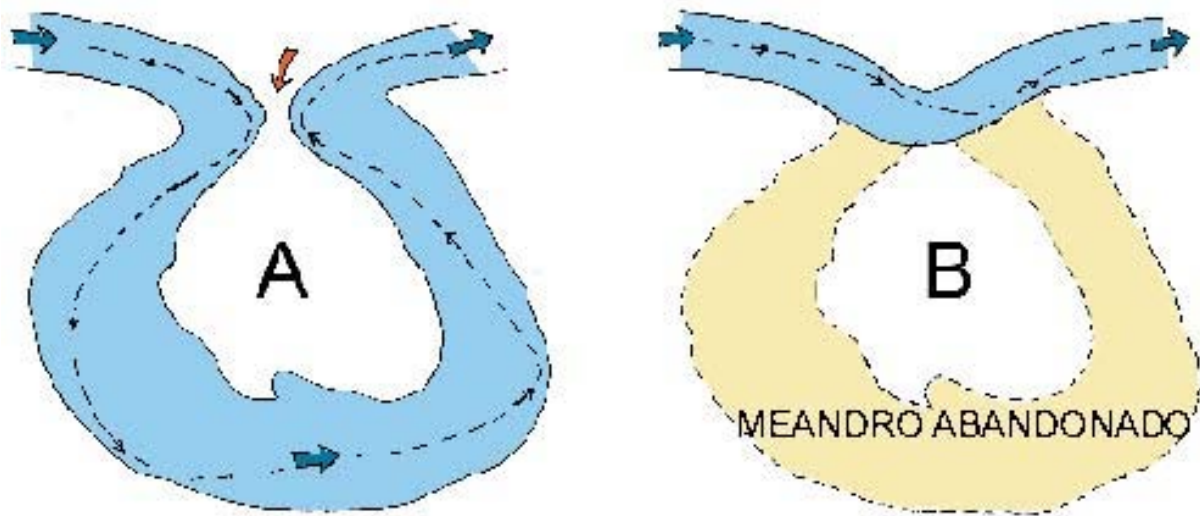


Figura 14. A. Meandro de un río y B. meandro abandonado

Durante los periodos de crecida, cuando todo el lecho de inundación está bajo el agua, ésta se extiende desde el cauce hasta los depósitos adyacentes. En el momento de producirse el desbordamiento el agua pierde velocidad, produciéndose el depósito de los materiales más groseros en la zona inmediata al cauce. La acumulación de estos materiales da lugar a la formación de muros de contención naturales o levees, sobre elevados respecto a la llanura de inundación generándose una suave pendiente desde el río hacia las porciones inferiores del lecho de inundación, extendiéndose las depresiones interiores desde el muro de contención y el escarpe (Figura 15).

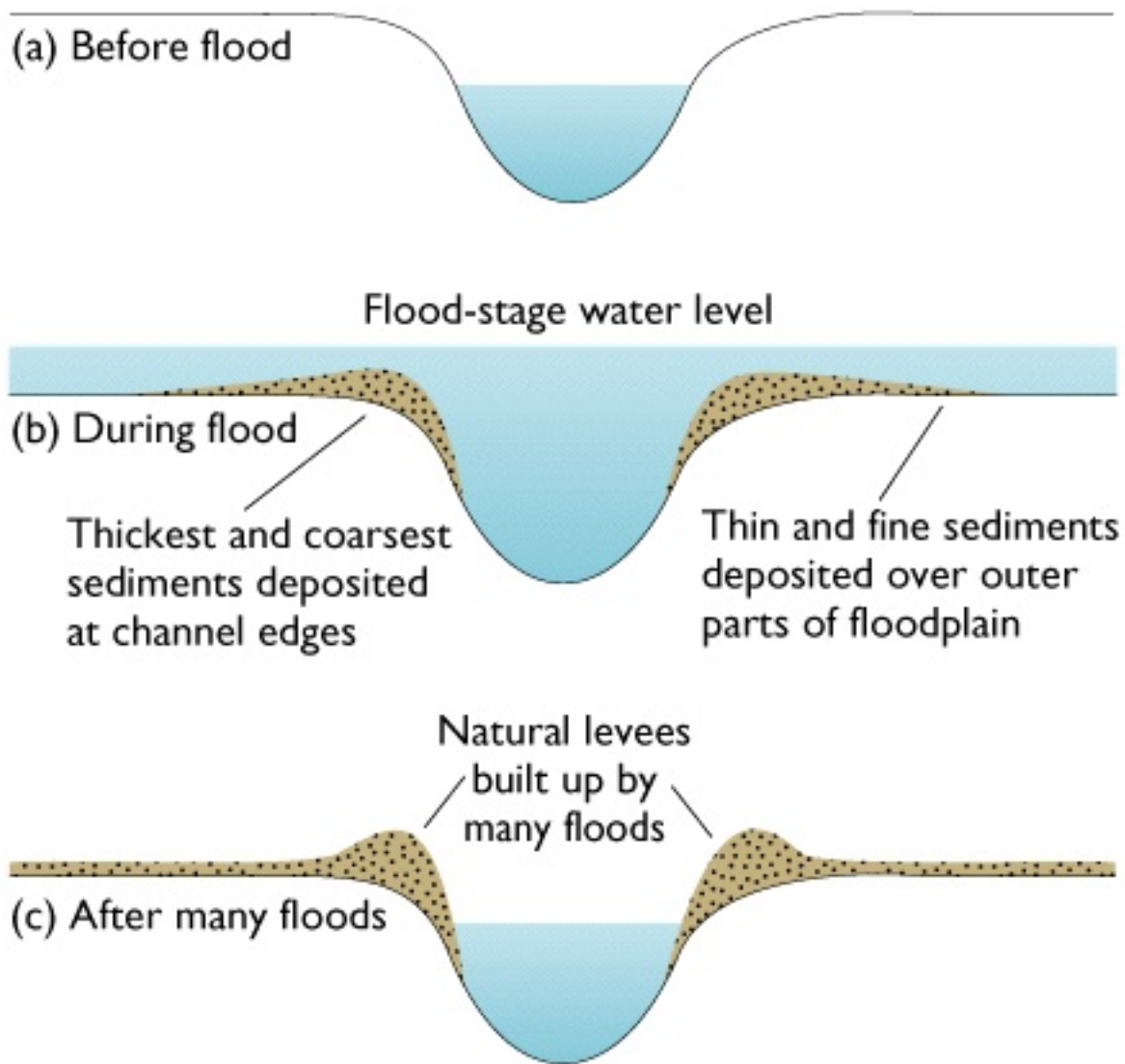


Figura 15. Deposición de sedimentos en las orillas de los ríos antes y después de las crecidas.

3) **Deltas**. Todos los depósitos de barro, limo, arena o grava originados por un río cuando desemboca en una masa tranquila de agua ( $>$  depósitos  $<$  velocidad) se denomina “deltas” (ej.: delta del Ebro). Dicha deposición se produce por la reducción drástica de la velocidad que experimenta la corriente al penetrar en la masa de agua. En la mayoría de las veces el cauce del río se divide y subdivide en cauces más pequeños llamados *canales de distribución*. Las partículas más gruesas se depositan en primera posición, mientras que las arcillas y otros materiales finos siguen en suspensión hasta que se depositan en aguas más profundas y alejadas de la orilla (Figura 16).

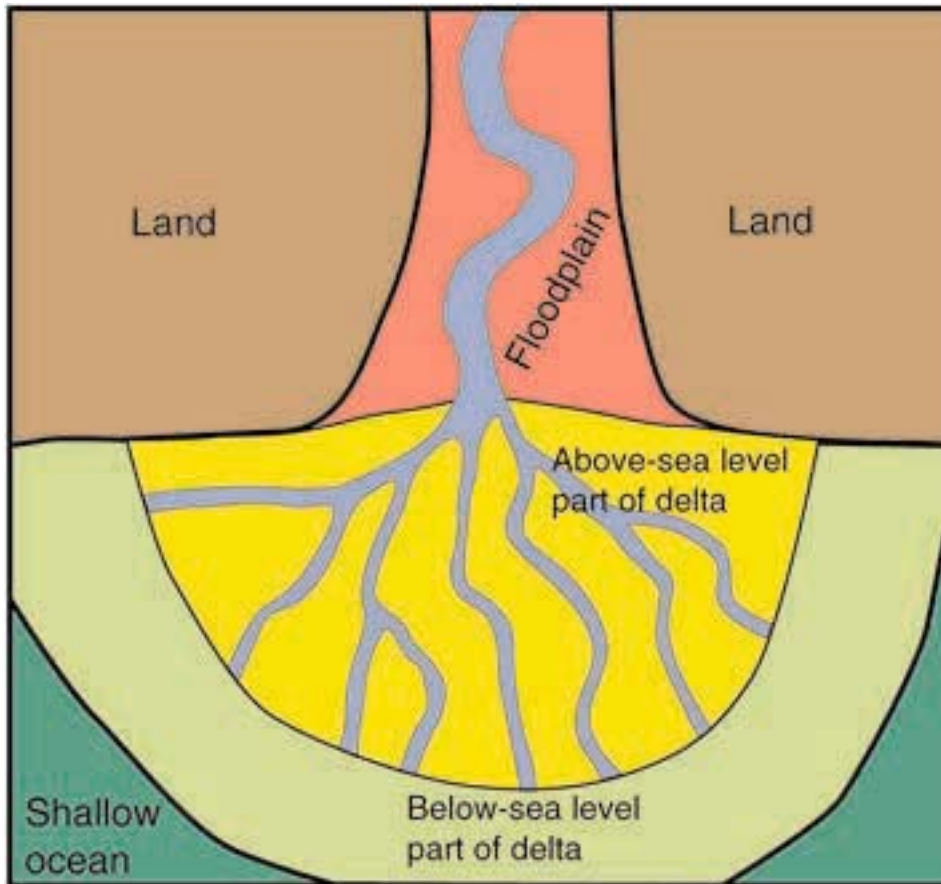


Figura 16. Formación y distintas partes de un delta.

4) **Ramblas.** Son un rasgo morfológico típico de áreas de clima semiárido y árido (Figura 17). Constituyen lechos de desagüe temporales, de funcionamiento intermitente y esporádico generando valles de fondo plano con una pendiente transversal y un perfil longitudinal mínimos. Se caracterizan por carecer de flujo hídrico durante mucho tiempo pudiendo evacuar elevados caudales durante cortos intervalos de tiempo. Este funcionamiento hídrico tan peculiar, unido al hecho de que sus cuencas medias y baja suelen tener una topografía relativamente suave y cauce ancho, hacen que las ramblas mediterráneas sean utilizadas como auténticas vías de comunicación y que sean fácilmente invadidas por el hombre para uso agrícola y/o urbano. Las ramblas constituyen lugares muy vulnerables frente a las avenidas, que pueden causar grandes destrozos.

Para que se genere una red fluvial tipo rambla tienen que darse los siguientes factores:

- Proximidad de relieves montañosos al nivel de base.
- Régimen pluviométrico irregular y muy torrencial.
- Perfil longitudinal con mucha pendiente en la cabecera, y prácticamente horizontal en el tramo bajo.



Figura 17. Imagen de una rambla sin agua.

## 7.7 Evolución

1) **Evolución de un sistema aluvial.** Se puede considerar un perfil inicial de un río como el conjunto dominado por los relieves originados por una reciente actividad de la corteza terrestre. De este modo, el agua de escorrentía es recogida en pequeñas depresiones y fluye desde los niveles más altos hacia los más bajos. Así, da comienzo un cauce de río que comienza a discurrir el agua de escorrentía hacia el punto final, el mar.

Los desniveles del cauce, las cascadas y rápidos contribuyen todos ellos, mediante el encajamiento, a rebajar la pendiente. De la misma manera, los brazos de río se extienden, excavando una cuenca hidrográfica y transformando el relieve original prematuro en un relieve fluvial. Al comienzo los aluviones son muy escasos, conforme la abrasión y erosión progresa y avanza, la carga del río aumenta, y éste comienza a producir erosión lateral,

desarrollándose una llanura de inundación y ampliándose progresivamente el valle (Figura 18).

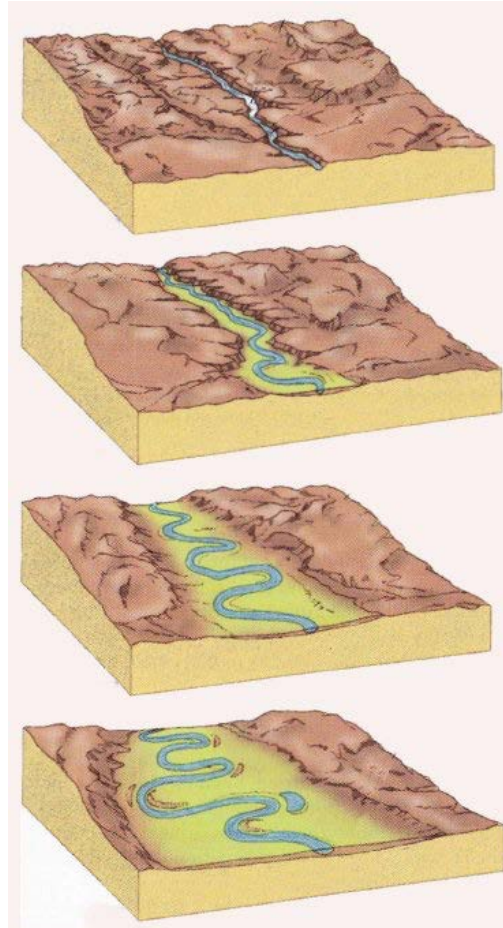


Figura 18. Distintas fases del relieve fluvial y encajamiento de un río.

2) **Formación de terrazas aluviales.** Una terraza fluvial es una superficie plana inactiva, una antigua llanura de inundación, ubicada sobre el curso actual de un río.

Existen 2 tipos de terrazas: aquellas construidas debido al relleno del cauce, llamadas terrazas agradacionales, y aquéllas formadas por la erosión del río en el basamento rocoso, llamadas terrazas degradacionales (strath terraces).

Ante diversas perturbaciones geológicas (alzamiento tectónico, cambios hidrológicos), el río siempre tenderá a su perfil de equilibrio, lo que generará que el río corte antiguas llanuras de inundación dando lugar a la formación de terrazas agradacionales.

**3) Fenómeno de antecendencia y sobreimposición fluvial.** Adaptación del trazado hidrológico de los cursos de agua que se orientan de la misma manera que las deformaciones de la corteza terrestre, una adaptación tectónica, o bien si recorren los materiales más blandos y menos coherentes, adaptación litológica.

Por el contrario, la *inadaptación* del trazado hidrográfico cuando el río se orienta con independencia de las deformaciones de la corteza terrestre o la naturaleza de sus materiales. Se distinguen dos modelos de inadaptación: la antecendencia y la sobreimposición.

La antecendencia se puede interpretar por la existencia previa de trazados hidrográficos con respecto a las estructuras tectónicas actuales. La formación de esas estructuras es tan lenta que permiten la labor erosiva del río. Los cursos de agua deben tener, también, el suficiente poder erosivo como para anular las deformaciones tectónicas (Figura 19).

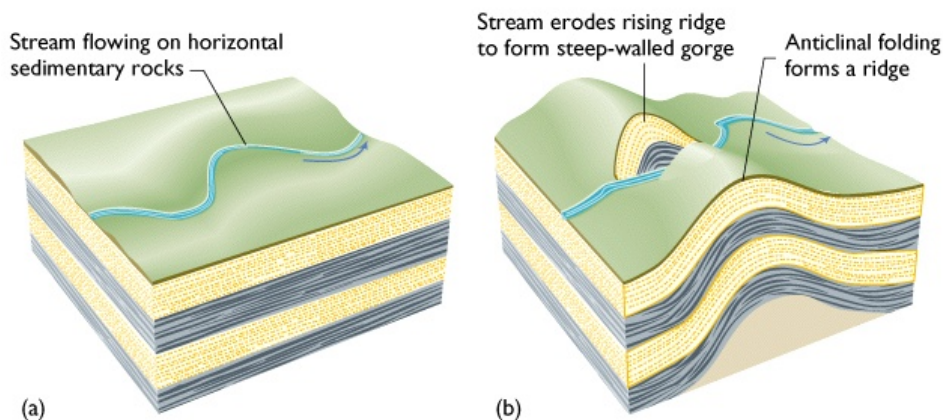


Figura 19. Imagen donde se aprecia la existencia previa de un trazado hidrográfico y la posición de las estructuras tectónicas actuales.

En la sobreimposición intervienen una cobertera sedimentaria abundante que fosiliza la estructura, y una superficie de erosión. Sobre estos sedimentos comenzaría a correr un río que iría erosionándolos, y con ellos las estructuras. La excavación posterior, generalmente, ha respetado numerosos testigos de los depósitos fosilizantes, de manera que aparecen colgados por encima del curso fluvial y enmarcando las bóvedas anticlinales exhumadas.

**4) Meandros encajados.** Son meandros que ha excavado en la roca subyacente a la llanura aluvial y encajándose en la misma. Se originan por el levantamiento del relieve en una zona plana donde el río formó meandros originalmente o a la disminución del nivel de

base del río, por lo que la erosión regresiva se va adentrando en el relieve, profundizando los meandros (Figura 20).

## Meandros encajados



Figura 20. Imagen satelital de un meandro encajado.

### 7.8 Abanico aluvial

Un **abanico aluvial** es una forma del terreno formado cuando una corriente de agua que fluye rápidamente entra en una zona más tendida y su velocidad disminuye, extendiéndose su cauce en abanico, en general, a la salida de un cañón, en una llanura plana (Figura 21).

Su vista en planta presenta el aspecto de un abanico y se origina a partir de la sedimentación de la carga sólida transportada por una corriente fluvial allí donde ésta pierde súbitamente fuerza debido a la brusca disminución del gradiente topográfico que se produce cuando un río que corre por entre las montañas alcanza la llanura del pie de monte o por otra causa parecida desde el punto de vista hidrodinámico, como cuando una corriente tributaria alcanza un valle de menor gradiente. De esta forma, la acumulación



ocurre por desconfinamiento y pérdida súbita de capacidad y competencia de los procesos sedimentarios intervinientes, flujos fluidales y flujos de gravedad.

El perfil longitudinal del abanico aluvial es cóncavo, mientras que el perfil transversal es marcadamente convexo. Generalmente los sedimentos más gruesos, se hallan localizados en las zonas proximales mientras que los más finos se hallan hacia las zonas distales del abanico.

En la descripción de abanicos aluviales se utiliza la siguiente subdivisión: **zona de cabecera**, correspondiente a la parte más cercana al ápice asociada normalmente a conglomerados y clastos de tamaño grueso (poco redondeados), **zona de cuerpo**, presentando normalmente alternancia de conglomerados con areniscas y la **zona de pie** del abanico correspondiente a zonas distales que puede interdigitarse con otros ambientes sedimentarios, que puede ser caracterizada a la alternancia de areniscas con estratificación cruzada. La pendiente general varía entre  $5^\circ$  y  $10^\circ$  en la zona de la cabecera y de  $1^\circ$  a  $2^\circ$  en el pie, existiendo una correlación positiva entre pendiente del abanico y calibre del sedimento.

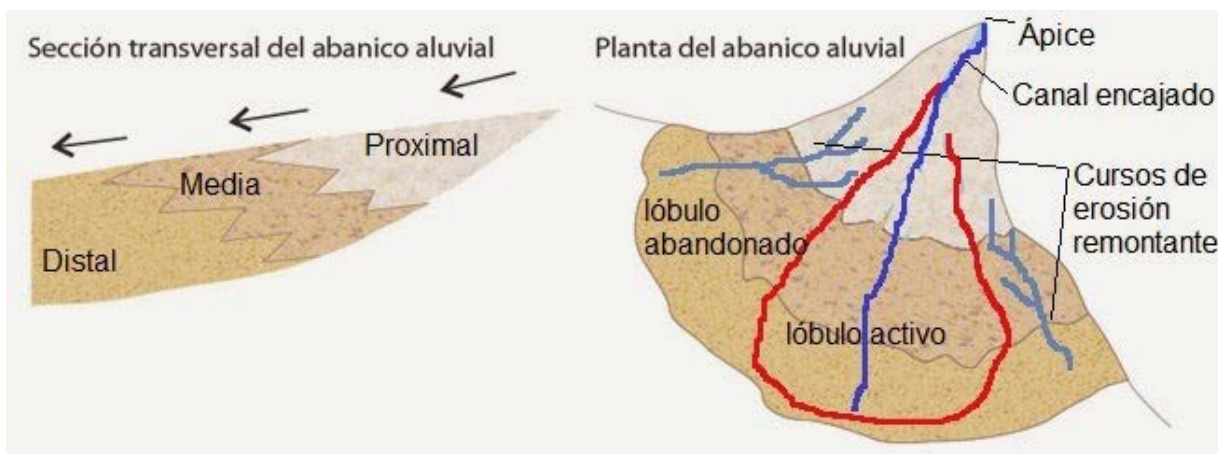


Figura 21. Partes de un abanico aluvial.

**ACCIÓN GEOLOGICA  
DE LOS RÍOS  
EN  
CASTILLA Y LEÓN**

## 8. ACCIÓN GEOLÓGICA DE LOS RÍOS EN CASTILLA Y LEÓN

### 8.1 Introducción

Tras haber expuesto *a priori* todos los procesos geológicos que puede llevar a cabo un río desde su nacimiento hasta su desembocadura en el mar, nos centraremos en los principales procesos que podemos encontrarnos en la Comunidad Autónoma de Castilla y León. Dicha Comunidad, se asienta en la Cuenca del río Duero, que con notable diferencia es el río más importante de CyL. De sus casi 900 Km de longitud, unos 600 Km atraviesan la Comunidad de este a oeste, desde su nacimiento en los Picos de Urbión (provincia de Soria) hasta llegar a Portugal pasando por tierras Zamoranas, así como las provincias de Burgos y Valladolid, y regando importantes núcleos de población tales como: Soria, Aranda de Duero, Peñafiel, Tordesillas, Toro o Zamora. Algunos de los afluentes más destacados a su paso por las diferentes provincias son por el norte el río Pisuerga o el Esla y por el sur, el río Adaja o el Tormes.

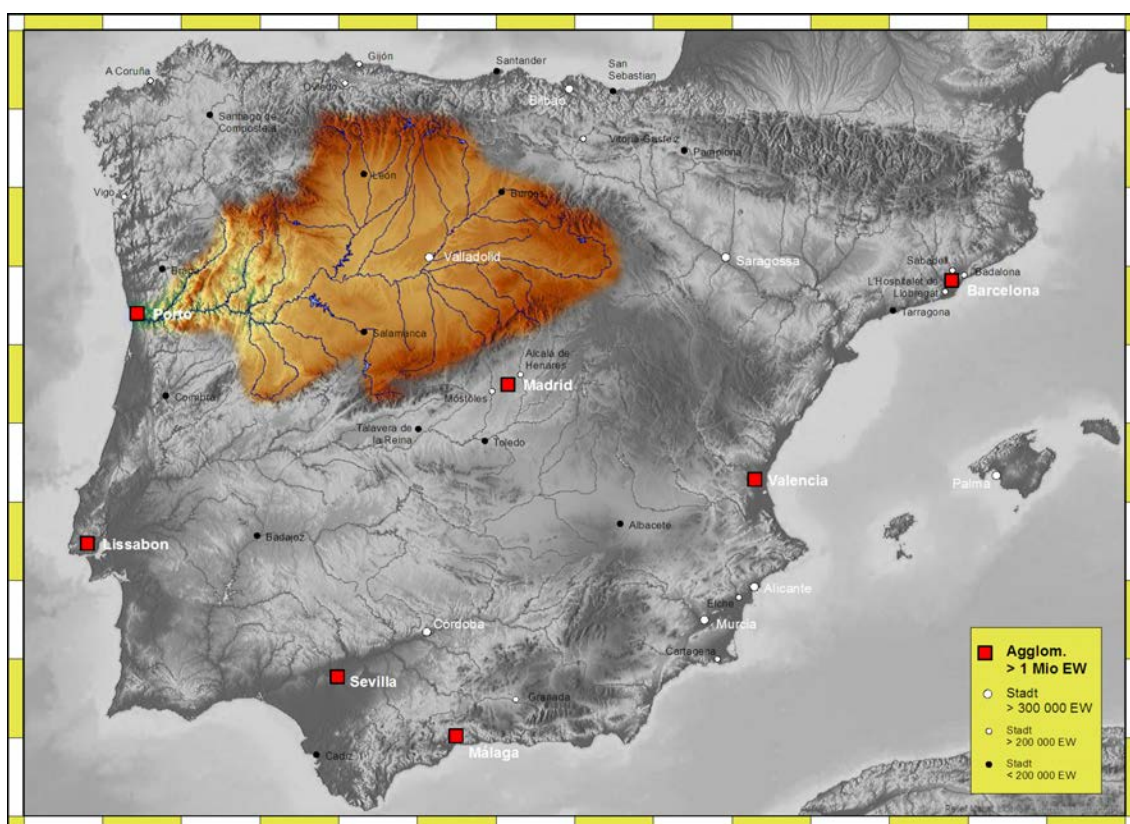


Figura 22. Cuenca del Duero (marrón-amarillento) en CyL y su situación noroccidental en la Península Ibérica.

Cabe destacar que el río Duero no es el único que discurre por CyL sino que otro río destacado, portador de una medalla por ser de los más grande de España, como es el río Ebro, a su paso casi tangencial por el norte de las provincias de Palencia y Burgos. Otro dato importante es que el agua y los ríos de Castilla y León están gestionados por cuatro Confederaciones: La Confederación Hidrográfica del Duero, la Confederación Hidrográfica del Norte de España, la Confederación Hidrográfica del Ebro y la Confederación Hidrográfica del Tajo.

## 8.2 Marco físico de la Cuenca del Duero

Partiendo de un punto de vista geológico, la cuenca del Duero está constituida por unidad geológica bien definida - la Depresión del Duero y por los bordes de la misma como son: Cordilleras Cantábrica, Ibérica y Central y los Montes Galaico - leoneses. Por lo tanto, la depresión se configura como una gran cubeta con sedimentos terciarios y cuaternarios, lacustre y continental, procedentes de las cadenas periféricas y que alberga los mayores acuíferos de la demarcación.

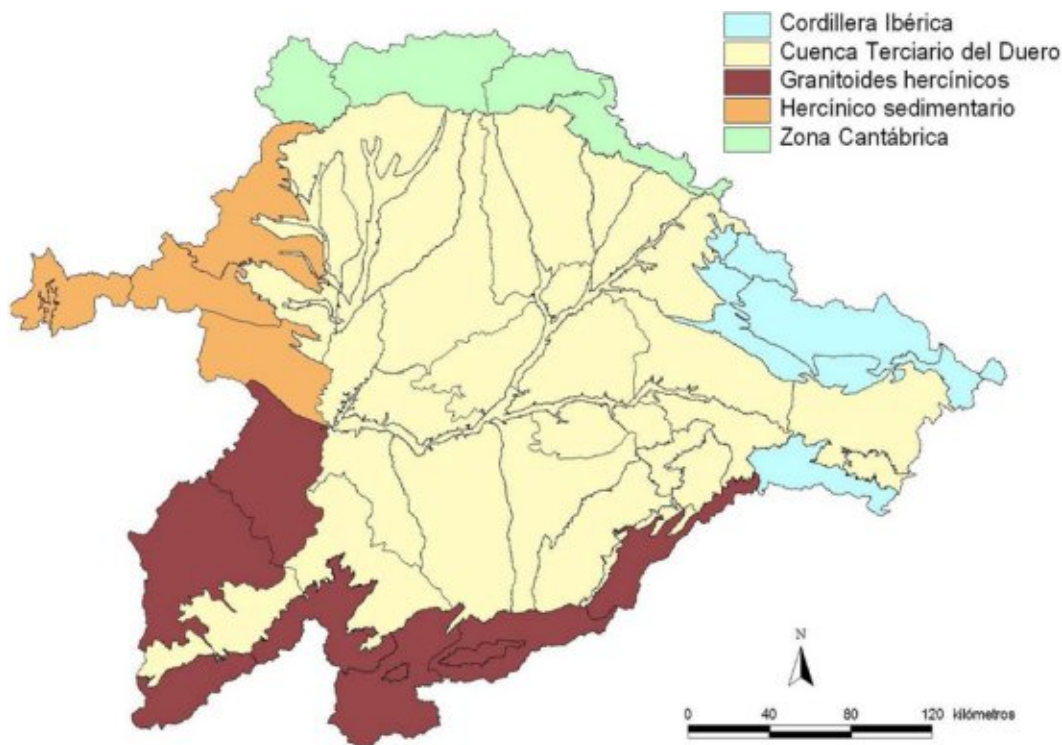


Figura 23. Distintos tipos de sedimentos en la Cuenca del Duero.

La cuenca del Duero ofrece una orografía principalmente llana y con zonas elevadas. Esta bordeada por sistemas montañosos que la delimitan y destacándose tres ámbitos bien definidos.

Por un lado, 1) arco montañoso periférico, 2) llanura central y 3) las tierras bajas portuguesas. En el arco montañoso destacan están los Montes de León (El Teleno, 2.188 m), la Cordillera Cantábrica (Peña Prieta, 2.535 m), Pirineos occidentales (La Bureba), Sistema Ibérico (La Demanda, Urbión, Moncayo, 2.316 m) y Sistema Central (Somosierra, Guadarrama, Gredos, Pico del Moro Almanzor, 2.592 m), que constituye la mayor elevación de la cuenca). La llanura central, que ocupa la mayor parte de la cuenca, destaca zonas con cerros y páramos, situándose en zonas con alturas de entre 600 - 800 m. Por último, las las tierras bajas portuguesas, que se extienden en torno a cotas de 200 m llegando hasta el nivel del mar. El río Duero, en la frontera entre España y Portugal, excava el espectacular cañón de Los Arribes sobre las rocas graníticas del macizo Ibérico. Allí el río discurre cayendo desde los 564 m (embalse de Castro, Zamora) a la 125 m (embalse de Pocinho, Portugal), abandonando el territorio español para internarse en Portugal.

El territorio representado por la Cuenca del Duero en Castilla y León, presenta un clima predominantemente mediterráneo continental. Solamente el área más occidental, en la región de Los Arribes, el clima se suaviza por la influencia del Océano Atlántico y la disminución de la altitud. Este rasgo condiciona la mediterraneidad del clima en la cuenca, lo que implica unas condiciones de sequía estival que afecta al 90% de la superficie de la cuenca del Duero. La precipitación anual media de la cuenca del Duero se sitúa en 612 mm/año, con valores más elevados en las montañas que rodean la Cuenca (> 1500 m, e.g montañas de León). Las precipitaciones presentan un régimen muy irregular tanto anual, centrándose en otoño y primavera siendo casi inexistentes en la época estival, como interanual con valores medios entre 350 y 800 mm de un año a otro. Las precipitaciones medias anuales en toda la cuenca del Duero suponen cerca de 50.000 hm<sup>3</sup>, de los cuales la mayor parte (35.000) se evapora o es aprovechado directamente por la vegetación. Los 15.000 restantes constituyen a escorrentía natural total y que fluyen por los cauces superficiales o se incorporan a la red de aguas subterráneas mediante infiltraciones a los acuíferos.

### 8.3 El río Duero como modelo de procesos geológicos en CYL

Una vez introducidos en el tema, y como río modelo de CyL, el río Duero nos ofrece la mayoría de los procesos geológicos que podemos observar desde su nacimiento, sus pasos intermedios al discurrir a lo largo de la Comunidad y un último tramo, que a pesar de no estar ya en CyL, se explicará para poder cerrar el ciclo del río en la desembocadura del mar.



Figura 24. Cuenca del río Duero y sus afluentes a su paso por la Comunidad Autónoma de Castilla y León.

El Duero es un río de vertiente atlántica, situado en el nordeste de la península ibérica. Con sus casi 900 Km, es el tercer río más largo de la península – tras el río Tago y el río Ebro, y con sus 97290 Km<sup>2</sup> posee la mayor cuenca hidrográfica peninsular (de los que 78952 Km<sup>2</sup> corresponden a territorio español y 18238 Km<sup>2</sup> a Portugal). Nace en la vertiente meridional de los Picos de Urbión (2228m; Sistema Ibérico) en el término Municipal de Duruelo de la Sierra. Por otra parte, su desembocadura en el océano atlántico se lleva a cabo en la ciudad de Oporto. El río Duero forma una red de grandes dimensiones, evolucionada y de marcado carácter arboriforme. Los afluentes más caudalosos son los

que tienen su nacimiento en los sectores septentrional y noroccidental, ya que en esta zona es donde se da la mayor aportación de precipitación y por la fusión de las nieves.

El perfil longitudinal del río sigue su pendiente estructural marcando tres escalones bien diferenciados (tramo alto, medio y llano). La parte alta se encuentra encajada en la Cordillera Ibérica a una altitud aproximada de 1.400 m. El tramo medio cruza llanuras sin encajarse prácticamente en sus sedimentos y recogiendo las aguas de la mayoría de sus tributarios. En su último tramo cambia de morfología drásticamente al atravesar terrenos graníticos (Arribes) en los que se encaja de forma espectacular hasta su desembocadura en el océano Atlántico.

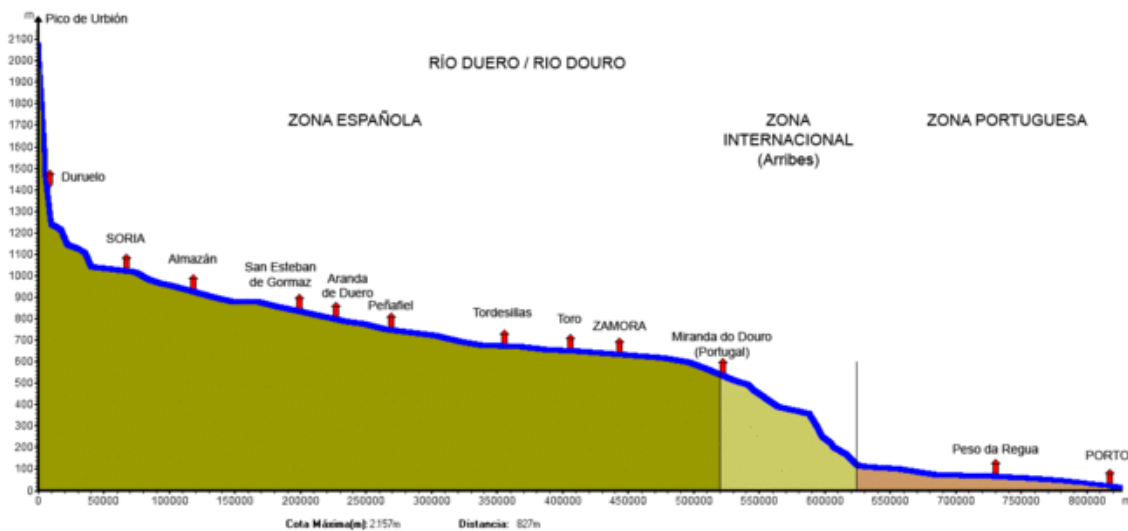


Figura 25. Perfil longitudinal del río Duero desde su nacimiento hasta su parte final en Porto (Portugal).

#### A) Tramo alto; nacimiento del río Duero

El río Duero, nace en la vertiente meridional de los Picos de Urbión (Sistema Ibérico, 2228 m), en el término municipal de Duruelo de la Sierra (Soria). En este primer tramo con grandes pendientes recibe numerosos arroyos que bajan de las cumbres. Por ejemplo, el “Ebrillos” por la margen derecha y el arroyo “Revinuesa” por la izquierda. Cabe destacar que este último arroyo es efluente de la famosa “Laguna Negra”, de origen glacial y situada al pie de los paredones que se descuelgan del pico Urbión. En su tramo inicial dentro de la provincia de Soria (unos 73 km), discurre por terrenos

de materiales paleozoicos con una pendiente media de 15 % hasta llegar a unos 1100 msnm en la presa Cuerda del Pozo. En esta zona el río es de régimen nival y su caudal medio es de 150 m<sup>3</sup>/s. En este curso alto predomina la erosión y el transporte sobre la sedimentación. Es la zona de los torrentes, las pendientes fuertes, las velocidades de flujo altos y el río tiene una gran capacidad de transporte. La carga es menor que la capacidad, el río erosiona, se encaja, el río discurre por valles muy estrechos en forma de V muy cerrada, muy estrecha.





B) Tramo medio; a su paso por zonas de llanura

Este segundo tramo discurre por gran parte de las provincias de Soria, Burgos, Valladolid, Zamora y Salamanca; tiene una extensión de unos 500 km de longitud con una pendiente muy suave (1 %). Atraviesa materiales sedimentarios cenozoicos en los que el río

ha ido formando una serie de terrazas fluviales (por ejemplo, se han contabilizado catorce niveles cuaternarios).

Desde Soria prosigue en dirección sur hasta Almazán, recibiendo por la izquierda las escorrentías que bajan de las sierras del Madero y del Moncayo. Poco después de Soria, dejando los materiales mesozoicos del Sistema Ibérico, se abre paso en los sedimentos terciarios que rellenan el antiguo lago; sobre ellos discurrirá hasta Zamora, en el otro extremo de la cuenca. Este curso medio se caracteriza porque el cauce se ensancha notablemente, y el caudal aumenta. Suele ser la parte más larga del curso. La pendiente se reduce notablemente, pero seguimos encontrando una sucesión de rápidos y aguas tranquilas. Predominan los procesos de transporte, especialmente durante las crecidas. La erosión y la acumulación existen pero están supeditados a los procesos de transporte. En este tramo ya se aprecian terrazas bien definidas con acumulaciones de sedimentos. En el lecho hay rocas desde medianas a muy pequeñas: arenas y limos. Suele haber una diferenciación muy marcada entre los lechos rocosos, en los rápidos, y los arenosos, en las aguas tranquilas, cuyos limos, en realidad, cubren las rocas. Las rocas presentan formas redondeadas. Uno de los ejemplos destacado de este tramo, lo encontramos en Castronuño a su paso por la provincial de Valladolid. Las Riberas de Castronuño se sitúan entre las localidades de Tordesillas y Castronuño. Esta zona se caracteriza por la acción erosiva que ha ejercido la red fluvial encabezada por el río Duero y su red de afluentes durante el período cuaternario. Hay que destacar el gran meandro en forma de “V” que describe el Duero a su paso por el término municipal de Castronuño, encajado en la llanura aluvial, respondiendo a una forma de equilibrio fluvial entre los fenómenos de erosión y sedimentación.



Parte del meandro que se puede observar en las inmediaciones de Castronuño (Valladolid).

Existe una zona de transición que delimita los límites de España y Portugal. Esta zona es la denominada Los Arribes del Duero. Entre Zamora y Salamanca, en la zona fronteriza con Portugal, el Duero se encaja en los materiales graníticos del Paleozoico, estrechando su cauce y descendiendo bruscamente 400 m de desnivel, hasta poco más de los 200 m de altitud (4 %). El paisaje de Los Arribes queda caracterizado por una suave penillanura evolucionada en la que la erosión ha

permitido el afloramiento de los materiales más antiguos de la península (> 350 millones de años) de origen paleozoico y de naturaleza fundamentalmente granítica. En ella los ríos, mediante su acción erosiva, han ido generando profundos valles sobre paredes escarpadas con desniveles superiores a los 200 metros, hasta conformar los arribes, arribas o arribanzos, valle fluviales encajados con un total de casi 180 kilómetros de recorrido.



Imágen aérea de los Arribes del Duero antes de su paso a Portugal

### C) Tramo bajo; desembocadura en el océano

Desde la desembocadura del río Águeda, hasta el Océano Atlántico, en Oporto, el Duero tiene una pendiente escasísima (0,6 %), lo que permite que sea navegable existiendo varias esclusas para ello. El curso bajo del río se caracteriza porque alcanzan valores máximos tanto en el cauce como en el caudal. La pendiente es la menor del río, ya que predominan los procesos de acumulación sobre los de transporte y erosión (>sedimentación <transporte <erosión). No obstante, estos procesos se concentran, mayoritariamente, en arrancar y desplazar partes del material ya depositado. No suele haber rápidos, predominando las aguas tranquilas y/o mansas, aunque con el caudal tan grande que llevan el transporte puede ser importante. Predominan los lechos recubiertos de arenas, arcillas y limos, con algunas piedras dispersas muy redondeadas.



#### 8.4 Otras formaciones singulares en Castilla y León

- Hoces del río Duratón (Segovia)

Entre las localidades de Sepúlveda y Cantalejo y el Embalse de Burgomillodo, los materiales paleozoicos se hallan cubiertos por mantos mesozoicos de facies carbonática, generalmente dolomías, de aspecto oqueroso y colores ocres, en las cuales se ha implantado el Karst del Cañón del Duratón. La estructura general del Espacio está definida por un sistema de pliegues en rodilla separados por suaves sinclinales. Sobre esa superficie de acumulación caliza se va a instalar el río Duratón y su red de afluentes originando la Hoz del Duratón que describe un curso meandriforme, emplazada en los terrenos duros de las calizas y dolomías cretácicas, sus escarpes pueden superar los 100 m. de desnivel. El Suroeste se halla recubierto por arenas recientes cuyo carácter eólico queda definido por su granulometría y por presentar una morfología en dunas, orientadas según los vientos dominantes del NW ([patrimoniounatural.org](http://patrimoniounatural.org))



- Cañón del río lobos (Burgos y Soria)

El Cañón de Río Lobos constituye un profundo cañón de escarpados farallones calizos y compartido por las provincias de Burgos y Soria. Tiene una extensión de casi 10000 Ha. Cuenca y nacimiento del río Ucero, que aflora en este complejo kárstico de gran diversidad geológica. Encontramos cortados verticales sin cobertura vegetal que caen sobre el río. En el interior de la masa caliza se ha originado un laberinto de cuevas y simas kársticas a distintas profundidades.



- Desfiladero de la Yecla (Burgos)

La Yecla es una profunda y estrecha garganta excavada en los espesos bancos de calizas que caracterizan el relieve de las Peñas de Cervera. Una serie de puentes y pasarelas colgantes permiten recorrer andando esta cluse, en cuyo fondo se alternan las marmitas de gigante y las cascadas. Está situada en Santo Domingo de Silos en la Provincia de Burgos ([turismoburgos.org](http://turismoburgos.org)).



# **METODOLOGÍA**



## 9. METODOLOGÍA

Se busca que se produzca un aprendizaje significativo en los alumnos, por lo que se fomentará la conexión de la nueva información con los conceptos relevantes que el alumno ya poseía. Por lo tanto, será un paso clave conocer los conocimientos previos del alumno, para partir siempre del nivel de desarrollo de los mismos.

En todo momento se intentará desarrollar y aumentar la motivación del alumno por la materia, buscando acercar la Geología a sus actividades cotidianas. Por lo tanto, para que el aprendizaje sea en la medida de lo posible funcional se debe facilitar la aplicación y transferencia de lo aprendido a la vida real.

Un punto importante y necesario es que la docencia se lleve a cabo en un clima de confianza y cercanía con los alumnos. Para ello, se buscará una comunicación fluida entre los alumnos y el profesor. Como resultado, se fomentará el buen ambiente en el aula, garantizando siempre el respeto y colaboración entre los alumnos, premiando el docente estas actitudes.

Se fomentará el aprendizaje colaborativo, donde se trabajará en equipo y se premiará la autonomía del alumno, aprendiendo a aprender. De este modo, se propondrá un trabajo en grupo por el cual el docente supervisará a los alumnos y les facilitará las herramientas para la búsqueda de recursos, así se garantizará que se alcancen los objetivos propuestos.

Se debe garantizar que todos los alumnos puedan hacer uso de las TIC y de su potencial a la hora de aprender. Por lo tanto, se buscará que los alumnos desarrollen un entorno personal de aprendizaje, adecuado y útil, que permita hacer un uso más adecuado de todas las innovaciones.

Debido a que los alumnos están en el último paso antes de su acceso a la Universidad, se llevará a cabo una acción educativa que atienda la orientación académica y profesional, lo que les ayudará a ir tomando decisiones para conseguir su propio futuro educativo.

**ACTIVIDADES  
DE ENSEÑANZA  
Y  
APRENDIZAJE**

## 9. ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE

**A) Actividades de verificación de conocimientos previos y motivación.** Este tipo de actividades, ofrecen al docente conocer el tipo de ideas previas del alumnado, además de servir como primer contacto del tema con ellos. Este conjunto de actividades se tienen que desarrollar de tal manera que resulten atractivas y por consiguiente capten el interés.

### Actividad 1

---

**Preguntas iniciales:** actividad colectiva en la que el profesor realizará preguntas de manera oral al conjunto de la clase, centrándose en conceptos básicos e importantes que los alumnos podrían conocer de cursos pasados. El objetivo principal no es que los alumnos emitan respuestas correctas sobre el tema, sino conocer las potenciales ideas previas, incluyendo las erróneas y las incompletas. Los alumnos llevarán a cabo un debate entre ellos antes de emitir cualquier mensaje, donde el profesor se tendrá que cerciorar en todo momento de sus comentarios. El profesor no corregirá a los alumnos por sus errores conceptuales sino que tomará notas para poder dar una solución una vez hayan empezado la Unidad Didáctica.

#### **Preguntas modelo:**

1. ¿Qué es un meandro? ¿Cómo se forma?
2. ¿Que entiendes por erosión, transporte y sedimentación?
3. ¿Donde irán los materiales erosionados de las montañas?
4. Algunos fragmentos de rocas transportados por los ríos se encuentran redondeados y se les denomina cantos rodados. ¿Como podemos explicar este redondeamiento?
5. ¿Qué entiendes por caudal de un río?
6. ¿Cuáles son los cursos de un río?
7. ¿Qué forma posee el modelado en el nacimiento de un río? ¿Y en el curso bajo?
8. ¿Qué entiendes por torrente de agua?
9. ¿Cómo es la fórmula de la molécula de agua? ¿Qué tipo de enlace posee?
10. ¿Qué entiendes por un delta? ¿Qué tipo de materiales transporta?

## Actividad 2

---

**Mezcla de imágenes de los procesos geológicos de los ríos:** En dicha actividad se muestran imágenes de diferentes procesos geológicos de los ríos. En este caso, se harán grupos de tres compañeros, los cuales tendrán que explicar lo que perciben en la imagen con el máximo detalle posible. El objetivo es detectar los potenciales errores conceptuales y no que contesten de forma correcta. Mediante este ejercicio se pretende que los alumnos adquieran confianza, atiendan y se motiven para poder seguir en el proceso de aprendizaje.



**B) Actividades de desarrollo:** El objetivo de estas actividades propuestas es que produzcan un aprendizaje significativo por parte del alumnado hacia el tema propuesto en la Unidad Didáctica “acción geológica de los ríos”.

## Actividad 3

---

**Trabajo en grupos:** se formarán grupos de trabajo de entre 3-5 alumnos. A cada grupo se le asignará un curso del río (e.g.: alto, medio y bajo) y tendrán que exponer al resto de la clase, en forma de presentación, las características de cada tramo así como las acciones geológicas que las caracterizan. Podrán añadir y complementar con información que hayan buscado para enriquecer la exposición. El papel del profesor consistirá en la supervisión de la evolución y buen funcionamiento de los grupos de trabajo, aconsejándoles y corrigiendo posibles conceptos erróneos. Se les facilitará recursos que les resulten útiles a la hora de desarrollar el tema que expondrán. Se pretende fomentar el trabajo en equipo, así como desarrollar su capacidad de aprendizaje autónomo y el uso de las TICs.

## Actividad 4

---

**Concurso de dibujo esquemático:** se deberá entregar un dibujo esquemático que ellos mismos hayan realizado donde la temática esté relacionada con la acción geológica de los ríos. El objetivo de este concurso es que los alumnos sean capaces de poder diferenciar las características más relevantes asociadas al tema principal, por ejemplo, el simple hecho de dibujar un meandro y sus partes o dibujar un valle en forma de V y aguas vivas en forma de cascadas, o cantos redondos, etc.. De esta forma, el alumno retendrá los rasgos más importantes en cada momento. En contraposición estaría la “fotografía” donde el alumno se centraría más en realizar una foto “bonita” y cerciorándose de los rasgos que componen esa fotografía.

# Actividad 5

---

## Salida Didáctica al Campus “La Yutera” (Palencia). Departamento de Hidrología

### Importancia y justificación de la salida Didáctica

El trabajo práctico es una faceta muy importante e indispensable de la enseñanza de las Ciencias Experimentales y en concreto de la asignatura de Geología. En este caso, la salida de campo está enfocada por un lado, a observar en primera persona todos los aspectos (detallados más abajo) que se llevan a cabo en la acción geológica de los ríos, pero a una escala más pequeña, mediante el uso de simuladores didácticos. Por otro lado, se observarán las infraestructuras que realiza el ser humano para poder solventar los problemas asociados a barreras tanto naturales o antrópicas a la hora de remontar los ríos. La importancia de la práctica queda reflejada en la Orden EDU/363/2015 de 4 de mayo, donde figura en la asignatura de Geología de 2º de Bachillerato, Bloque 10 “Geología de Campo”, salidas didácticas y el trabajo en el aula asociado a éstas.

### Objetivos

1. Conocer las principales técnicas y estrategias que se utilizan en la Geología de campo, así como manejar y entender el funcionamiento de algunos instrumentos básicos.
2. Poder interpretar diferentes mapas geológicos, ortofotos, planos e imágenes de satélites.
3. Observar y conocer los principales elementos de las acciones geológicas de los ríos.
4. Reconocer los recursos y riesgos geológicos.

## Temporalización

A) Sesión previa preparatoria en el aula de informática: esta sesión está dedicada a que los alumnos preparen la salida didáctica antes de partir. Por lo tanto, los alumnos tendrán que buscar información para familiarizarse con los temas que se tratarán en la visita tanto en el Campus de la Yutera como en el río visitado.

B) Salida de campo:

8:30h - 9:30h: Aula de informática del instituto.

9:30h - 10h: Salida hacia el Campus "La Yutera" en Palencia.

10:30h- 14:00h: Recibimiento por parte de los responsables del área del Departamento de Hidrología y visita de los simuladores.

15:00h - 18:00h: Salida para la visita de los diferentes "paso para peces" en la provincia de Palencia.

18:00h - 18:30h: Salida y llegada al Centro Escolar y fin de la salida de campo.

# Simuladores

## Introducción

Estos equipos permiten demostrar los procesos físicos más comunes que pueden encontrarse en hidrología y en geomorfología fluvial, incluyendo: los hidrogramas de lluvia para zonas de captación de permeabilidad variable, la formación y características de ríos y los efectos del transporte de sedimentos, la extracción de aguas subterráneas mediante drenajes, ya sea con o sin recarga de la superficie por la lluvia, etc. A grandes rasgos, la técnica de la simulación de lluvia consiste en aplicar una cantidad de lluvia concreta sobre una parcela de límites conocidos, controlando el agua de escorrentía generada durante la experiencia.



## Simulador de Lluvias



### Objetivo principal

Los alumnos podrán observar in situ y a una escala reducida todos los procesos que se llevan a cabo en las diferentes acciones geológicas de los ríos.



## Descripción general

- El elemento principal del equipo es un tanque de pruebas que se puede llenar con arena. El agua se suministra al tanque de pruebas mediante diferentes sistemas: desde dos mangueras flexibles independientes (simulando entradas de agua), desde un depósito de entrada (simulando un río), desde boquillas de aspersión y duchas situadas sobre el tanque (simulando lluvia), o desde pozos franceses.
- El agua sale desde un depósito de salida del río, desde los desagües localizados en dos esquinas del tanque de pruebas, desde los pozos franceses, que tienen salidas independientes o desde los rebosaderos. Debajo del tanque de pruebas se encuentran dos depósitos grandes de almacenamiento, fabricados de plástico, para almacenar agua. Una bomba con regulación de velocidad bombea agua desde los depósitos de almacenamiento al tanque de pruebas.
- Para poder simular un río, el tanque de pruebas dispone de un depósito adosado a la entrada y otro adosado a la salida. El depósito de entrada del río permite depositar en su interior grava para amortiguar el flujo y evitar turbulencias y el uso de una sección de canal adecuado proporciona unas condiciones adecuadas de flujo en el tanque de pruebas. El depósito de salida del río se encuentra en el otro extremo del tanque de pruebas y se utiliza para demostraciones de hidrogramas, escorrentía y formación de ríos.
- Dos bocas de ducha con flujo múltiple están situadas sobre el tanque de pruebas para permitir la simulación de tormentas y aportes localizados. Estas bocas también son regulables en altura y longitud y se pueden separar del soporte para moverlas manualmente.
- El caudal de todos los sistemas de entrada puede regularse mediante un conjunto de válvulas de membrana situado en la parte frontal del equipo. Hay seis placas orificio que permiten medir y controlar el caudal de agua en cada conducto del sistema de entrada con un panel de tubos manométricos. Además tiene un caudalímetro a la salida de la bomba. El equipo incluye filtros en las líneas de suministro de agua, minimizando las alteraciones en el sistema (edibon.com)

## **Ejercicios y posibilidades prácticas (se relatan las más destacadas para los alumnos)**

- 1.- Determinación del arrastre superficial.
- 2.- Determinación de un hidrograma.
- 3.- Estudio del hidrograma de una o múltiples tormentas.
- 4.- Cálculo del tiempo de concentración para una tormenta corta.
- 5.- Determinación del índice de compacidad.
- 6.- Determinación de la densidad de desagüe.
- 7.- Obtención del perfil de presiones en un dique.
- 8.- Determinación del agua resultante de la fuerza de la gravedad y la capacidad de campo.
- 9.- Estudio de experimentos mecánico-fluviales.
- 10.- Formación y desarrollo de ríos en el tiempo.
- 11.- Estudio del transporte de sedimentos en modelos de ríos.
- 12.- Estudio de río con meandros.
- 13.- Estudio de la erosión en los cauces de un río y velocidad de la corriente.
- 14.- Estudio de captación de aguas subterráneas.
- 15.- Estudio del cono de depresión de un pozo.
- 16.- Estudio de la interacción de conos de depresión mediante dos pozos inmediatos.
- 17.- Estudio de un pozo en el centro de una isla redonda.
- 18.- Estudio del hidrograma de tormenta de una cuenca de captación previamente saturada.
- 19.- Estudio del hidrograma de tormenta de una cuenca de captación impermeable.
- 20.- Estudio del efecto de una tormenta en movimiento sobre un hidrograma de avenidas.
- 21.- Estudio del efecto del almacenamiento en embalses sobre un hidrograma de avenidas.
- 22.- Estudio del efecto de conductos de drenaje sobre un hidrograma de avenidas.
- 23.- Investigación del flujo de corrientes modeladas en material aluvial.
- 24.- Estudio del transporte de sedimentos, movimiento de carga de fondo, socavación y erosión.
- 25.- Construcción de curvas de descenso de nivel de agua para sistemas de uno o dos pozos (edibon.com).

# Canal o banco hidrológico (canal de fluidos)

Este equipo permite demostrar y enseñar a los alumnos los efectos que sufre el agua en diferentes situaciones como, por ejemplo, simular pequeñas presas, tsunamis o avenidas. Se analizan los efectos del agua a su paso por diferentes obstáculos como saltos de agua, resaltes hidráulicos (régimen rápido - lento), efecto canal pared, simular el lecho de un río y sus efectos en la superficie del río (ondulaciones o no), además de poder medir la velocidad de flujo con el tubo de Pitot etc..



A continuación, se enumeran y resaltan aquellas posibilidades prácticas interesantes a los alumnos a la hora poder fijar los conocimientos adquiridos en el desarrollo de la Unidad

Didáctica. Además, muchas de estas prácticas se podrán compaginar con asignaturas del mismo curso 2º Bachillerato, tales como Matemáticas o Física (ej.: flujos, líquidos).

### **Posibilidades prácticas para los alumnos de 2º Bachillerato**

- 1.- Medida de altura de agua y velocidad a lo largo del canal.
- 2.- Medida de caudales con vertederos de pared delgada.
- 3.- Medida de caudales con cambios en la sección del canal.
- 4.- Medida de caudales usando canales Venturi.
- 5.- Control del caudal mediante compuertas.
- 6.- Control de nivel usando sifones.
- 7.- Flujo sobre presas de aliviadero.
- 8.- Flujo entre pilares de un puente.
- 9.- Conexión de un canal a una alcantarilla.
- 10.- Caracterización del resalto hidráulico.
- 11.- Perfiles de la superficie libre del agua.
- 12.- Investigación de estados de corrientes y corrientes torrenciales.
- 13.- Medida de los niveles de agua.
- 14.- Procesos de descarga en un vertedero sumergible.
- 15.- Pérdidas de carga en canales abiertos.
- 16.- Funcionamiento y estudio de un sifón.
- 17.- Caudal y coeficiente de drenaje de un sifón.
- 18.- Caudales en tuberías.
- 19.- Comparación entre aliviadero y sifón.
- 20.- Observar la amplitud de salto de agua.
- 21.- Generación de diferentes estados de flujo mediante un embalse subacuático.
- 22.- Observar los procesos de descarga bajo una presa regulable: Observar cambios alternos al evacuar.
- 23.- Relación entre la altura de remanso y descarga.
- 24.- Observación de descargas bajo una compuerta radial: Observar los cambios alternos al evacuar.
- 25.- Presión hidrostática sobre un vertedero.
- 26.- Estudios en olas.

- 27.- Comportamiento de estructuras en oleaje.
  - 28.- Aplicación y comprensión de la fórmula de Manning.
  - 29.- Estudio del flujo subcrítico y supercrítico.
  - 30.- Aprender cómo aplicar las ecuaciones de fuerza, impulso y energía en situaciones típicas.
  - 31.- Estudio de transición de corriente fluyente a corriente acelerada.
- Otras posibles prácticas:
- 32.- Calibración de los sensores.
  - 33.- Llenado del tubo de Pitot.
  - 34.- Llenado del venturímetro con salida analógica.
  - 35.- Cálculo del caudal de agua.
  - 36.- Utilización del limnómetro (edibon.com)

## Salida de campo

### Escala o pasos para peces

#### Introducción

La ictiofauna realiza movimientos migratorios de diferente envergadura, ya sea dentro del propio río o entre ríos y el mar. Cuando se construye una obra transversal en un cauce (presa, azud, puente...) no se suele tener en cuenta la biología de muchos de estos peces y, por lo tanto, se suele olvidar frecuentemente y la estructura creada impide o dificulta el acceso del pez a zonas de



reproducción y alimento idóneas. De hecho, estas barreras además de cortar la continuidad longitudinal del río producen efectos negativos aguas arriba y aguas abajo del obstáculo. Aguas arriba, la población de individuos con preferencia de aguas rápidas, se ve afectada debido al cambio de régimen de velocidades de aguas por aguas lentas. Como consecuencias principales destacadas y directamente derivadas de cortar la continuidad longitudinal del río caben destacar: 1) la pérdida de hábitats, 2) el cambio de temperaturas, 3) desaparición de zonas de refugio, 4) destrucción de frezaderos, y 5) una barrera física infranqueable para especies migradoras de nuestros ríos.

#### Aplicación Didáctica

Enseñar de *visu* a los alumnos las soluciones que se crean para solventar dichos problemas (por ejemplo, ascensores, esclusas, bombeos, pasos rústicos). En este caso, la actividad sería visitar en el entorno de la provincia de Palencia y acompañados con profesionales (Profesores, Doctorandos o estudiantes de Ingeniería etc.) estructuras que ya se han implementado y han sido testadas ofreciéndonos resultados positivos.

## Objetivos

Se pretende que los alumnos a través de lo observación y la práctica sean capaces de desarrollar aplicaciones prácticas futuras, despertar en ellos una ilusión para seguir investigando en el tema de la acción geológica de los ríos. Además, de plantear ideas para su futuro y formación. A partir de ejemplos e ideas prácticas afianzar los nuevos y viejos conocimientos en torno al tema en cuestión.



# Actividad 6

---

**Visionado de dos documentales en la plataforma Youtube:**

1) Ríos - Acción geológica <https://www.youtube.com/watch?v=8RA1PXfRObg>

2) RÍOS EROSIÓN, TRANSPORTE Y SEDIMENTACIÓN LOS RÍOS Acción geológica.  
<https://www.youtube.com/watch?v=UUMDGmET-5E>



# **MATERIALES Y RECURSOS**

## 10. MATERIALES Y RECURSOS

Para el desarrollo de esta Unidad Didáctica se podría requerir el siguiente material y recursos. Es una lista orientativa y podría variar en función de las necesidades de los alumnos así como de las condiciones climáticas.

En el aula:

- 1) Pizarra
- 1) Proyector
- 2) Ordenadores y material informático
- 3) Cámaras fotográficas o en su defecto la cámara de un teléfono móvil
- 4) Libros y revistas de apoyo
- 5) Documentales
- 6) Lápices de colores

En la salida de campo:

- 1) Cuaderno de campo
- 2) Cámaras fotográficas y/o móviles
- 3) Calzado y ropa adecuada para andar por las orillas de los ríos.

# **TEMPORALIZACIÓN DE ACTIVIDADES Y CONTENIDOS**

## 11. TEMPORALIZACIÓN DE ACTIVIDADES Y CONTENIDOS

Temporalización de las actividades y contenidos. Hay que tener en cuenta que dicha temporalización se puede ver modificada en función de las necesidades de los alumnos y del centro escolar.

<b>1º sesión (en el aula) 50 min</b>	- Actividad 1: Preguntas iniciales - Actividad 2: Exposición de imágenes
<b>2º sesión (en el aula) 100min</b>	- Se explicarán los contenidos: - Factores desencadenantes de los procesos geomorfológicos - Procesos morfogenéticos: erosión, transporte y sedimentación
<b>3º sesión (aula informática) 50 min</b>	- Actividad 3: Presentación en grupo
<b>4º sesión (en el aula) 100min</b>	- Se explicarán los contenidos: 1)Sistemas fluviales 2)Riesgos asociados a los procesos geológicos de ríos
<b>Salida Didáctica 24 h</b>	Salida de campo: Actividad 5: Simuladores y pasos para peces 1)Campus de la Yutera - Dpto de Hidrología 2)Visita de “pasos para peces” en Palencia
<b>5º sesión (en el aula) 50 min</b>	- Análisis y conclusiones de la salida didáctica; los alumnos deberán entregar los cuadernos de campo utilizados. - Actividad 4: Entrega de los dibujos esquemáticos realizados
<b>6 º sesión (en el aula) 50 min</b>	Actividad 6: Youtube: <ul style="list-style-type: none"> <li>• RÍOS EROSIÓN, TRANSPORTE Y SEDIMENTACIÓN LOS RÍOS. Acción geológica</li> <li>• RÍOS. Acción geológica</li> </ul>
<b>7º sesión (en el aula) 50min</b>	- Prueba escrita (Ver ANEXO II)

# **MEDIDAS DE LA ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD**

## 12. MEDIDAS DE LA ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

A pesar de que la atención a la diversidad abarca todos los cursos y alumnos, en este caso, nos centraremos en el curso de 2º de Bachillerato. En este curso, se fomenta la respuesta a la diversidad del alumnado ya que permite mediante la elección de las distintas modalidades y optativas adaptarse a las inquietudes y objetivos futuros de cada alumno.

Dicho esto, es muy importante realizar una atención a la diversidad especialmente enfocada a los alumnos con dificultades de aprendizaje y altas capacidades intelectuales.

Sabiendo que los ritmos de aprendizaje de los alumnos son diferentes se proponen las siguientes actividades, de ampliación y de refuerzo, que se podrán llevar a cabo en función de las necesidades de los alumnos.

- **Actividad 7:** visitar las páginas web:

**1) [educaplay.com](http://educaplay.com)** y jugar a adivinar todas las preguntas posibles relacionadas con los ríos de CyL en el menor tiempo posible.

**2) [mapasinteractivos.didactalia.net](http://mapasinteractivos.didactalia.net)**. Mapa para jugar. ¿Dónde está?

Relacionado con los diferentes ríos de Castilla y León

# **ESTRATEGIAS E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN**

### 13. ESTRATEGIAS E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN

Se llevará a cabo una evaluación continua, con el objetivo de buscar el perfeccionamiento del propio proceso de formación. Se utilizarán varias estrategias para evaluar el proceso de aprendizaje siendo éstas: evaluación inicial, formativa y sumativa.

1) **Evaluación inicial:** se aplicará al inicio de la Unidad Didáctica y tiene un carácter diagnóstico y pronóstico, permitiendo estos caracteres detectar y solventar los conceptos erróneos que los alumnos puedan poseer. Es el inicio del proceso de evaluación continua y se realizará mediante las actividades de verificación de conocimientos previos propuestas.

2) **Evaluación formativa o procesal:** se lleva a cabo durante todo el proceso educativo, proporcionando información continua sobre el desarrollo y si los objetivos propuestos de la enseñanza se van alcanzando o no. Esta se realizará analizando los trabajos en grupo, las dudas de los alumnos y los ejercicios en clase. El objetivo principal es no solo evaluar el proceso de aprendizaje y progreso de los alumnos, sino también la propia eficacia como docentes y la evolución del proceso de aprendizaje.

3) **Evaluación sumativa o final:** se llevará a cabo al final de la Unidad Didáctica, mediante una prueba individual que nos permita comprobar y evaluar lo que cada alumno ha aprendido durante el desarrollo de ésta. Se pretende valorar si se han alcanzado los objetivos propuestos de aprendizaje para la Unidad Didáctica.

Procedimiento:

A) **Prueba escrita:** Se valora el resultado obtenido en la prueba.

B) **Presentación grupal:** se valora el dominio de los contenidos, la utilización de la terminología adecuada, claridad en la presentación, el trabajo en grupo y el uso de las nuevas tecnologías (TICs)



**C) Cuaderno de campo:** se valora la claridad, las anotaciones, la presentación de las tablas, esquemas y los dibujos realizados así como las observaciones personales de cada alumno durante el desarrollo de la salida de campo.

**D) Actitud y participación:** se tomará nota por parte de profesor de la actitud de cada alumno así como sus intervenciones y/o comentarios constructivos y aportaciones. También, se tendrá en cuenta la capacidad de trabajar en equipo.

Tipo	Porcentaje
Prueba escrita	50 %
Presentación grupal	30 %
Cuaderno de campo	10 %
Actitud y participación	10 %

# **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## 14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANCOECHEA, ANGUITA y MORENO (1990): *Geología. Procesos externos*. Edelvives Universidad.

ANGUITA y MORENO (1993): *Procesos geológicos externos y geología ambiental*. Rueda.

AYALA, F., DURÁN, J. y PEINADO, T. (Edrs.) (1988): *Riesgos geológicos*. IGME.

ELOSEGUI ARTURO (2009) Conceptos y técnicas en ecología fluvial. Separata del capítulo 5. La estructura física de los cauces fluviales. BBVA

KELLER, E. y BLODGETT, R. (2007): *Riesgos naturales*. Pearson Prentice Hall. 422 p.

MELLENDEZ, B. Y FUSTER, J. M. (1991): *Geología*. Edit. Paraninfo, S. A. 911 p.

TARBUCK, E. J. Y LUTGENS, F. K. (2009): *Ciencias de la Tierra: una introducción a la Geología Física*. Pearson Prentice Hall. 710 p.

WICANDER, R. ; MONROE, J. y POZO, M. (2008): *Geología dinámica y evolución de la Tierra*. Paraninfo (Thompson). 744 p. ISBN: 8497324595. ISBN-13: 9788497324595.

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16571/AD%20Simulador%20lluvia.pdf?sequence=1>

[http://www.edibon.com/files/catalogs/5881ebb0e61bd\\_SUMMARIZED\\_CATALOGUE-4.pdf](http://www.edibon.com/files/catalogs/5881ebb0e61bd_SUMMARIZED_CATALOGUE-4.pdf)

<https://prezi.com/j6tz13fv5gzz/accion-geologica-de-las-aguas-superficiales-rios/>

<http://fnyh.org/wp-content/uploads/2014/11/pasos-para-peces-javier-sanz.pdf>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_transferencia\\_para\\_peces](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_transferencia_para_peces)

<https://www.youtube.com/watch?v=8RA1PXfRObg>

<https://www.youtube.com/watch?v=UUMDGmET-5E>

<http://www.turismoburgos.org/es/destino/natural/canon-del-rio-lobos>

<http://www.patrimonionatural.org/espacios-naturales/parque-natural/parque-natural-hoces-del-duraton>

<https://es.slideshare.net/polaino24/ro-duero-santos-y-dani>

[http://www.jcyl.es/web/jcyl/ConoceCastillayLeon/es/Plantilla100/1137143575223/\\_/\\_/\\_](http://www.jcyl.es/web/jcyl/ConoceCastillayLeon/es/Plantilla100/1137143575223/_/_/_)

<https://es.wikipedia.org/wiki/Duero>

<http://www.mecd.gob.es/dctm/ministerio/educacion/actividadinternacional/consejerias/reino-unido/tecla/2007/a-05-07.pdf?documentId=0901e72b80b6179d>

<http://www.chduero.es/Default.aspx?TabId=86>

<http://www.patrimonionatural.org/espacios-naturales/reserva-natural/reserva-natural-riberas-de-castronuno>

<http://geografia.laguia2000.com/hidrografia/el-estudio-de-los-rios-el-curso>

[http://www.laventadelosarribes.com/archivos/parque\\_natural\\_arribes\\_del\\_duero.pdf](http://www.laventadelosarribes.com/archivos/parque_natural_arribes_del_duero.pdf)

[http://www.medioambiente.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/Plantilla100/1131977474504/\\_/\\_/\\_](http://www.medioambiente.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/Plantilla100/1131977474504/_/_/_)

# **AGRADECIMIENTOS**

## 15. AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a:

En primer lugar, a Jesús Medina García (tutor) por aceptarme a llevar a cabo el trabajo fin de master propuesto, por su dedicación y supervisión.

En segundo lugar, agradecer tanto por la dedicación, trato personal y buen hacer a los profesores del departamento de Física de la materia condensada, cristalografía y mineralogía: A. Carmelo Prieto Colorado, Alejandro del Valle González y Fernando Rull Pérez.

En tercer lugar, a todos los compañeros conocidos en el transcurso del Módulo común 2016 - 2017, pero sobre todo a mis compañeros del módulo específico de Biología y Geología: Rocío, Raquel, Elena, Paula, Serena, Saray, Guillermo y Pablo.

En cuarto lugar, dar mil gracias de corazón a todos aquellos profesores que han sabido comprender mi situación laboral (estudiante 3º ciclo) y me han ofrecido todas las facilidades posibles para poder compatibilizarlo con el Máster. No hace falta escribir nombres ya que sabéis quienes sois. Gracias.

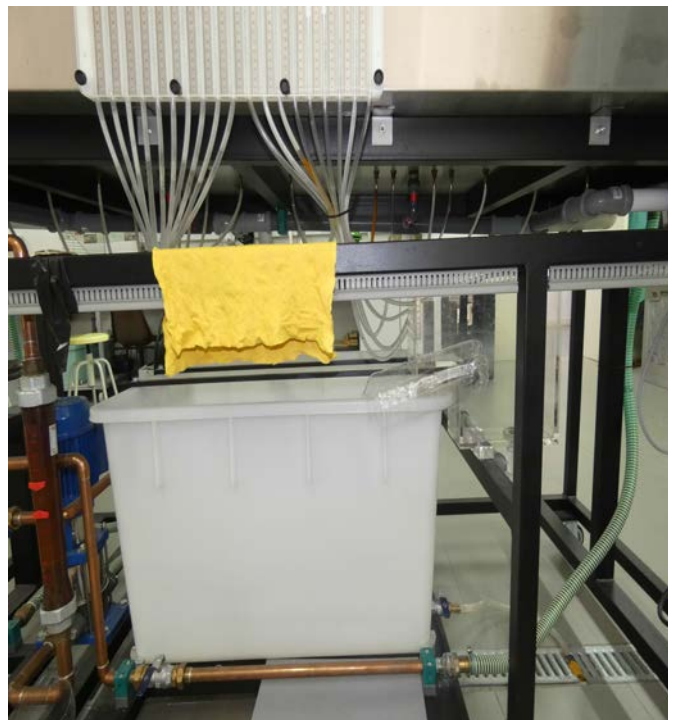
*“La vida debe ser una continua educación”*

**Gustave Flauvert**

# **ANEXOS**

## ANEXO I: FOTOGRAFIAS

### 1) SIMULADOR DE LLUVIAS





# 1) CANAL HIDROLOGICO



## **ANEXO II. PRUEBA ESCRITA**

1. Enumera y explica los diferentes agentes geológicos externos.
  
2. Explica y dibuja las principales características del modelado de los ríos en los diferentes tramos de un río.
  
3. Señala las principales diferencias entre:
  - Delta y meandro
  - Cauce en V y U
  - Sedimentación y erosión
  
4. En relación a la salida de campo, describe brevemente:
  - Las partes que componen un simulador de lluvias y sus funciones
  - El objetivo principal de un “paso para peces”