

5.1.- SINGULARIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Las formas del relieve son un reflejo directo de la acción de distintos procesos geomorfológicos. Los procesos externos dependen de los procesos atmosféricos o del clima, y se pueden subdividir en procesos de:

- destrucción del relieve, realizada mediante la meteorización de las rocas, y los agentes externos que, además de alterar la roca, transportan los materiales de unos lugares a otros

- agradación; es decir que la acumulación de sedimentos

Se denomina ciclo geomorfológico a los sucesivos estados por los cuales evoluciona un paisaje. Las distintas fases o estadios suelen definirse con términos aplicados a los seres vivos; así, un paisaje en la etapa de juventud es típicamente montañoso, de grandes desniveles, de vertientes escarpadas, y con valles estrechos en forma de garganta. Un paisaje en la etapa de madurez sigue siendo montañoso, de vertientes menos inclinadas, sus valles han desarrollado un lecho de inundación amplio y plano, y los ríos ya no presentan saltos ni rápidos como en la etapa anterior. Un paisaje en la etapa de vejez se ha rebajado intensamente, los ríos discurren por valles mucho más amplios y las antiguas montañas se han convertido en colinas de poco desnivel; se dice entonces que un paisaje ha alcanzado el estadio de la peniplanicie, es decir, un paisaje de topografía suavemente ondulada. La evolución de los paisajes es compleja y una región determinada no necesariamente atraviesa por todas las etapas, ya que el ciclo puede ser interrumpido por movimientos tectónicos. El ciclo completo requiere de varias decenas de millones de años y las distintas etapas no son de igual duración.

La transformación o modelado de un relieve se produce por la acción de cuatro procesos distintos:

a) Meteorización, que es la fragmentación y alteración de las rocas por acción de los agentes geológicos externos.

b) Erosión: es el desgaste de las rocas producido por el choque de partículas y fragmentos contra ellas, en su propio transporte y chocando contra otras rocas.

c) Transporte: Los materiales rotos y alterados por la meteorización permanecen sobre la roca primitiva, hasta que una serie de agentes se encarguen de transportarlos a otras zonas.

d) Sedimentación: cuando los agentes que transportan los materiales pierden energía dichos materiales se van depositando (sedimentos). Éstos se acumulan en zonas de menor altitud que aquellas donde se originaron, como el pie de la montaña o el curso bajo de un río.

Los principales agentes geológicos externos son: la atmósfera, el viento, las aguas continentales, los glaciares, el mar y los seres vivos; cada uno de ellos dejará una impronta en los sedimentos que produzca; de todos ellos, el agua es el agente geológico principal.

5.1.1.- **Singularidades del modelado glaciar**

Las formas erosivas glaciares, principalmente a gran escala, son accidentes geomorfológicos muy llamativos. El hielo erosiona en el contacto hielo-roca por dos procesos diferentes: "abrasión" y "arranque de fragmentos". En el primer caso se producen estrías que pueden meteorizarse rápidamente, mientras que en el segundo, se producen irregularidades en el sustrato y los materiales arrancados son incorporados al hielo, transportados y abandonados posteriormente en zonas más o menos alejadas del área fuente.

Otro aspecto peculiar de materiales típicos de la morfología glaciar, son los derrubios que transportados por el glaciar en superficie, experimentan un desgaste menor y conservan, por lo general, las formas angulosas originales que tenían en el momento de incorporarse al mismo.

Los principales tipos de formas de origen glaciar que pueden reconocerse en el paisaje son:

Los Circos glaciares

Depresiones de planta generalmente semicircular y paredes abruptas, donde se acumula la nieve que posteriormente se transforma en hielo. Las formas más típicas presentan el fondo plano o sobreexcavado y, al retirarse el hielo, en alguno de los circos se pueden originar lagunas.

Los Valles glaciares

Se caracterizan por su perfil en U, que proporciona la máxima eficacia para el transporte del hielo. A menudo los perfiles transversales en U suelen presentar una cierta asimetría, con una ladera más pendiente que la otra, o bien tener un perfil parabólico. Durante la glaciación, la parte alta de las laderas es modificada por meteorización subaérea y denudación, mientras que la parte inferior es erosionada directamente por el hielo y, en algunos casos, por las aguas subglaciares.

Longitudinalmente los valles glaciares también presentan perfiles característicos. Las irregularidades que pueden presentar originalmente son acentuadas por la acción del hielo; se producen cubetas de sobreexcavación separadas por umbrales, que pueden relacionarse bien con la estructura del sustrato bien con cambios en la descarga glaciar.

Los depósitos glaciares

Los depósitos glaciares están formados por materiales que pueden haber sido erosionados o no por el glaciar, pero que han sido transportados y posteriormente abandonados por el hielo.

Los cantos y bloques que viajan en el contacto hielo-roca son modificados por el transporte en cuanto a su "forma", "redondeamiento" y "textura". Con el tiempo, se van redondeando y adquieren formas en bala o en plancha con las superficies pulidas. También pueden presentar estrías originadas durante el desplazamiento por el rozamiento con el sustrato o con otros materiales. Los materiales depositados por el hielo glaciar reciben el nombre de till.

En algunos casos, el till puede presentar morfologías características, así se habla de morrenas laterales, frontales y terminales.

En el caso de las morrenas laterales, éstas pueden indicar el espesor que tenía la masa de hielo en esa zona en el momento en que se formaron. Las morrenas terminales indican la posición máxima alcanzada por el frente del glaciar. En muchos casos estas morrenas terminales no se conservan, ya que cuando una zona lleva un tiempo deglaciada han podido ser erosionadas por procesos posteriores.

Las morrenas frontales indican una detención en la posición del frente y pueden presentarse formando arcos paralelos, más o menos próximos entre sí, o bien de forma aislada.

El sector riojano del Sistema Ibérico ha sido muy poco afectado por los procesos glaciares, acaecidos en el Cuaternario, debido sobre todo a su moderada altitud; limitándose el modelado glaciar a retoques más o menos profundos de las áreas próximas a las líneas divisorias. A pesar de ello existen ejemplos singulares de este tipo de morfologías en las sierras de la Demanda, Cebollera y Urbión, especialmente en estas dos últimas, con sus depósitos asociados.

El glaciario en la Sierra de la Demanda

La acción glaciar, siempre de reducidas dimensiones, se limita a los sectores más elevados; y siempre aparecen como huellas muy discontinuas, que se generan en función de una serie de condiciones muy favorables.

Los dos tipos de formas más comunes son los circos y los nichos de nivación. Las diferencias entre unos y otros son que los circos se encuentran bien inscritos en la ladera, con forma semicircular, y paredes muy abruptas; mientras que los nichos son de menores dimensiones y aparecen como un pequeño rehundimiento, que no llega a ser semicircular.

Si se analiza la orientación geográfica de los circos glaciares en La Rioja, se ve claramente que hay orientaciones preferentes, condicionadas por la dirección de los vientos atlánticos (dirección N o NO).

Con respecto a los nichos, el predominio corresponde a los situados en exposición NE y E.

Se puede afirmar que todas las formas glaciares existentes en la Demanda se generan en altitudes superiores a los 1900 m, aunque algunos picos que rebasan este límite carecen de signos glaciares; de esto se deduce que las acumulaciones de hielo y nieve se adaptaron a una topografía periglacial preexistente.

También puede afirmarse que se trata de un glaciario de escasa entidad, que se ha desarrollado en pequeños circos colgados, inmediatamente por debajo de la línea divisoria de aguas.

Existen varios tipos:

- a) glaciares de circo. Son los más frecuentes, y presentan un grado de evolución desigual, lo que permite una diferenciación entre circos propiamente dichos y nichos de innivación. Muchos de estos de circos conservan sus arcos morrénicos, caracterizados por ser de reducidas dimensiones, por que sus materiales no presentan el más mínimo rodamiento, y no tienen matriz fina
- b) Glaciares con valle muy corto, con valles estrechos con perfil transversal en U, correspondiendo a un retoque del valle periglacial.
- c) Glaciares cubiertos, que engloba a glaciares de tamaño variable, recubiertos por un manto de derrubios más o menos espeso. Representan un estadio regresivo, en el que el glaciar se encuentra peor alimentado.
- d) Conos de hielo adosados, que corresponden a las últimas fases frías antes de la desaparición total del fenómeno glaciar.

Los glaciares en Sierra Cebollera y Picos de Urbión

Las Sierras de Urbión y Cebollera, cuentan con una notable densidad de circos glaciares. El fondo de estos circos se identifica en muchos casos con cubetas de sobreexcavación, coincidiendo a veces con áreas tectónicamente débiles, que favorecen la existencia de lagos de alta montaña, en general profundos aunque de pequeña superficie. La mayor parte de los circos aprovecharon antiguas cabeceras de barranco orientadas a la umbría (Norte-Este), en forma de focos glaciares individuales (circos simples) y con dimensiones modestas: 20-40 ha de superficie y 100-200 m de desnivel entre el escarpe de rimaya y el fondo de circo. En laderas menos aptas (solanas, pequeñas cabeceras, vertientes pronunciadas, baja altitud) el glacialismo se redujo a circos de pared (no sobreexcavados) o bien a placas de hielo inmóviles más o menos potentes; son los nichos de nivación, aparatos glaciares que no han podido evolucionar hacia circos bien definidos.

Sin embargo, algunos complejos glaciares tuvieron mayor capacidad, de modo que desarrollaron lenguas de hielo vertiente abajo de los circos hasta alcanzar el nivel de fusión. En la Sierra Cebollera se han reconocido al menos 11 glaciares con lengua, entre los que destaca el de **La Gamella**, cuya corriente de hielo descendió más de 2 km hasta fundir a 1.520 m de altitud, y el de **Hoyo Mayor**.

En los Picos de Urbión, los conjuntos glaciares no son tan numerosos pero si quizá más espectaculares. Los más desarrollados se sitúan en las vertientes de la cima de Urbión, siendo el más extenso y complejo el de los Llanos de la Sierra (vertiente SE).

El final del periodo würmiense -probablemente hace unos 20.000 años - aunque no se ha establecido una cronología definida para la deglaciación de estas sierras, marca un paulatino retroceso de los glaciares, que se refugiaron en los circos más elevados y más protegidos de la ablación, hasta que finalmente desaparecieron los hielos permanentes.

En este proceso de regresión glaciar debido a los cambios climáticos, se formaron otras muchas morrenas frontales, morrenas de nevé y,

especialmente, glaciares rocosos, que en síntesis son grandes acumulaciones de bloques entremezcladas con hielo y dotadas de cierta plasticidad, lo que les da forma de lenguas con surcos transversales.

Uno de los aspectos paisajísticos más sobresaliente es la cantidad de pequeñas lagunas y depresiones húmedas que se adosan a las altas cumbres de Urbión (**lagunas de Urbión**, Oruga, Munalba, Larga, Negra...) y Cebollera (**Hoyos de Iregua, la Chopera, el Buey...**). Estas lagunas se han generado aprovechando la sobrexcautación de la base de los circos, cerradas por arcos morrénicos que impiden la evacuación de las láminas de agua.

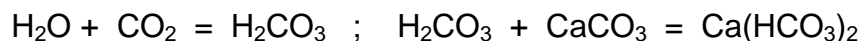
Como ejemplos singulares de La Rioja en este tipo de modelado se han considerado los circos glaciares de Hoyo Mayor, Los Hoyos de Iregua, La Gamella y las lagunas del Buey, de la Chopera y de Urbión

5.1.2.- Singularidades del modelado kárstico

Con el nombre de karst (del alemán **Karst**: meseta de piedra caliza) o carst (término castellanizado) se conoce a una forma de relieve originado por meteorización química de determinadas rocas (como la caliza, dolomía, yeso, etc.) compuestas por minerales solubles en agua.

Esta acción se ve favorecida si las rocas, fundamentalmente calizas presentan grietas (diaclasas) pues de esa forma el agua puede infiltrarse y proseguir su acción disolvente.

La acción del agua, como disolvente del carbonato cálcico que forma la caliza, depende de la cantidad de CO₂ que lleve disuelta, y se regula por las siguientes reacciones químicas:



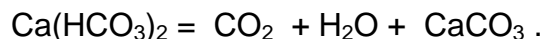
Sólo las aguas ácidas son capaces de disolver la caliza y transformarla en bicarbonato cálcico (soluble). Las calizas contienen residuos insolubles, sobre todo arcillas, que al quedar libres por disolución de la roca forman las

"arcillas de descalcificación" que en los países mediterráneos toman color rojizo llamándose "terra rossa".

Formas kársticas

Las formas más sencillas que aparecen al comenzar la disolución de la caliza son los denominados lapices o lenares que consisten en acanaladuras o regueros en la superficie de la roca dando a veces un aspecto esponjoso. Si continúa el proceso erosivo aparecen las torcas o dolinas que son pequeñas depresiones rodeadas de paredes verticales y con el fondo cubierto de arcilla roja. Cuando varias dolinas se unen entre sí se forman depresiones longitudinales que presentan ensanchamientos de planta elíptica. Estas depresiones se llaman uvalas. La evolución de las uvalas da lugar a depresiones mucho mayores, de hasta varios kilómetros, en cuyo fondo arcilloso se asientan poblaciones y cultivos. A estas grandes depresiones se les denomina poljés. En el interior del macizo kárstico también se están originando mientras tanto otras formas típicas de esta morfología, como las simas y cavernas que son conductos interiores en disposición vertical y horizontal respectivamente.

Además de las formas de disolución anteriormente mencionadas, también existen formas de precipitación, se trata de la formación de estalactitas y estalagmitas por una reacción inversa a la mencionada más arriba: el anhídrido carbónico se desprende de la molécula de bicarbonato al aumentar la temperatura (en el interior de la caverna) y lo transforma de nuevo en carbonato cálcico que precipita.



Las rocas Karstificables en La Rioja

Existen en La Rioja dos conjuntos de especial interés bajo el punto de vista kárstico: las calizas y las evaporitas. Ambas litologías de origen químico presentan todo un muestrario de formas de disolución.

Las calizas, originadas a partir de la precipitación de carbonato cálcico, son de origen marino y tienen edad jurásica. Se encuentran en el reborde de la Cordillera Ibérica, en contacto con la Depresión del Ebro. Aparecen como un cordón más o menos discontinuo desde Valgañón y Ezcaray hasta Anguiano entre el macizo paleozoico de la Demanda y los conglomerados marginales del borde meridional de la cuenca sedimentaria del Ebro. El afloramiento más extenso e importante por el modelado kárstico se centra en torno a Torrecilla en Cameros, prolongándose hacia el Sur hasta Gallinero y Ortigosa. Asoma también en las fosas tectónicas de Nieve-Ventrosa y Viniegra de Abajo-Canales de la Sierra y en la base de la Sierra de Urbión. En el reborde de Cameros, forma la Sierra de la Laguna y se prolonga hacia el Este hasta Santa Engracia, aflora localmente en Robres del Castillo y en Arnedillo, Préjano y Muro de Aguas.

Las evaporitas se extienden en La Rioja acompañando los afloramientos del Keuper que, como las calizas jurásicas, aparecen en la Cordillera Ibérica en contacto con las formaciones detríticas del borde sur de la Depresión del Ebro. A diferencia de las calizas, ocupan posiciones deprimidas debido a la facilidad que presentan estas facies para la erosión. El sector más representativo se encuentra entre Ribafrecha y Lagunilla del Jubera. En algunos sectores de la Depresión del Ebro afloran yesos terciarios que solo ofrecen formas kársticas menores, fundamentalmente lapiaces.

El modelado Kárstico en La Rioja

El modelado es fundamentalmente exokárstico, es decir, predominan las formas externas, fácilmente reconocibles en el terreno; aunque también están presentes formas endokársticas como las cuevas del Valle del Iregua entre las que destacan las de **Ortigosa**. Las formas exokársticas más comunes son los lapiaces y las dolinas. Los lapiaces, bastante frecuentes en los karst riojanos, se encuentran perfectamente desarrollados en el cerro de Peñalba en Canales de la Sierra.

Entre las formaciones exokársticas más significativas de La Rioja, cabría destacar las dolinas. Se pueden encontrar este tipo de formas en la plataforma de los Gamellones, que corresponde al tramo calizo de la Sierra del Serradero,

al Oeste de Torrecilla de Cameros y que forma el interfluvio de los ríos Najerilla e Iregua. En este espacio se cruzan las direcciones tectónicas hercinianas y alpinas formando una extensa red de fracturas, que dan lugar a un gran número de dolinas, llegando a alcanzar una densidad de 45 dolinas por km².

Otras dolinas significativas se encuentran a unos 1000 m al Norte de Nestares y tienen la particularidad de estar parcialmente inundadas. A 2000 m al Suroeste de Torrecilla se encuentra una dolina con un diámetro que supera los 100 m en forma de cubeta, es decir, de fondo plano y escarpes poco pronunciados.

Próximas al núcleo de **Zenzano** se encuentran dos grandes dolinas de hundimiento, modeladas sobre calizas del jurásico superior. La primera se encuentra a 800 m al Oeste y tiene forma cónica o de embudo. La segunda se halla a 1500 m al Noroeste y tiene forma cilíndrica.

Cuando la disolución dirigida por diaclasas y fracturas genera formas de dimensiones métricas se denominadas bogaz. El bogaz de Peñalba es el mejor desarrollado de La Rioja, y se localiza en el cerro de Peñalba, a 1389 m de latitud y a unos 1000 m al Oeste de Canales de la Sierra

Otra formaciones kársticas singulares son los cañones kársticos como los de **Anguiano** y Leza. Especialmente de gran belleza es el **cañón del río Leza**. Entre Leza de río Leza y Soto en Cameros, el río labra un profundo y espectacular cañón fluviokárstico de más de 200 m de profundidad por 5 km de longitud.

También las rocas evaporíticas, resultado de la precipitación de sulfatos y cloruros, son disueltas por el agua, y a velocidades mayores que las carbonatadas. La solubilidad del sustrato yesoso permite la aparición de formas kársticas de tipo lapiaz presentes en cualquier afloramiento, de dolinas como la de Lagunilla y surgencias saladas.

En cuanto a las formaciones endokársticas, simas y cuevas cabe destacar la cueva de Peña Esquillas (situada en Santa Engracia de Jubera) por ser la de mayor desarrollo longitudinal de La Rioja, alcanzando los 3.200 m topografiados, seguida de la cueva mina Marte con casi 1.000 metros de desarrollo. También hay que señalar las cuevas de Ortigosa, únicas acondicionadas para visitas turísticas, excavadas en las calizas del Dogger (jurásico medio) y formadas por una red de galerías y salas, con fuerte control estructural.

Dentro del Valle del Iregua, se localizan las cuevas del Tragaluz en el termino municipal de Pinillos, de San Bartolomé o sima del Maestro (la de mayor profundidad con 609 metros) en Nestares, **Cueva Lóbrega** en Torrecilla de Cameros y las cuevas de Peñamiel en Nieva de Cameros. Muchas de ellas presentan restos arqueológicos.

El inventario de cavidades de La Rioja con su denominación y desarrollo, se presenta en la siguiente tabla:

CAVIDADES DE LA RIOJA

| NOMBRE | DESARROLLO |
|------------------------------|------------|
| 001 Peñaesquillas | 3.200 m |
| 002 Mina Marte, cueva | 970,68 m |
| 003 El Maestro, sima | 609 m |
| 004 San León, sima | 528 m |
| 005 El Tejón, cueva | 460,08 m |
| 006 Lóbrega, cueva | 455,20 m |
| 007 Calera, cueva | 367,45 m |
| 008 San Martín, cueva | 350,50 m |
| 009 Peñamiel, cueva | 285 m |
| 010 La Paz, cueva | 236 m |
| 011 Velasco, sima | 221 m |
| 012 Castillo, sima | 220,40 m |
| 013 La Perla, cueva | 192,20 m |

| NOMBRE | DESARROLLO |
|------------------------------|-------------------|
| 014 Negra, cueva | 161 m |
| 015 Tres Ventanas, cueva | 146,35 m |
| 016 Nuña, cueva | 138 m |
| 017 R.J. 3, cueva | 134,10 m |
| 018 Los Lagos, cueva de | 134 m |
| 019 Surgencias I 1, cueva | 133,34 m |
| 020 Peñamiel Baja II, cueva | 125 m |
| 021 San Cristóbal, sima | 121,40 m |
| 022 Jubera 2, cueva | 117,58 m |
| 023 Diablo, cueva | 116 m |
| 024 Pepe Botella, cueva | 114 m |
| 025 La Viña, cueva | 113,40 m |
| 026 El Valiente, sima | 113 m |
| 027 El Maño, sima | 111,26 m |
| 028 Cerrauco, cueva | 105,40 m |
| 029 Las Cabras, cueva | 103,32 m |
| 030 Ñuño I, cueva | 103 m |
| 031 La Lastra, sima | 98,90 m |
| 032 La Encineta, sima | 98 m |
| 033 I 6, cueva | 95,35 m |
| 034 Los Grajos, cueva | 92 m |
| 035 Las Escalerillas, cueva | 91 m |
| 036 La Bien Aparecida, cueva | 90,50 m |
| 037 PN 1 PJ 2, cueva | 85,90 m |
| 038 La Hoya, cueva sima | 83,63 m |
| 039 El Puente, cueva | 79,60 m |
| 040 Los Moros, cueva | 79 m |
| 041 Mori, cueva | 72,45 m |
| 042 PN 5, cueva | 70,20 m |
| 043 La Tajadita, cueva | 67,56 m |
| 044 La Macarosa, cueva | 67 m |

| NOMBRE | DESARROLLO |
|----------------------------|-------------------|
| 045 El Sendero, sima | 65 m |
| 046 Orillalejo, sima | 63 m |
| 047 La Zura, cueva | 60,50 m |
| 048 Cuatro Puertas, cueva | 60 m |
| 049 La Tolacha, sima | 60 m |
| 050 La Raja, cueva | 56 m |
| 051 El Tragaluz, cueva | 55,75 m |
| 052 Jorge, cueva | 54 m |
| 053 Carbón, cueva | 50 m |
| 054 El Pico, sima | 50 m |
| 055 El Tun Tun, cueva | 49 m |
| 056 Los Murciélagos, cueva | 48,35 m |
| 057 El Chorrón, sima | 45 m |
| 058 La Rotula, cueva | 43 m |
| 059 Las Mujeres, cueva | 41,15 m |
| 060 Los Quiquillos, cueva | 40,50 m |
| 061 El Arco, cueva sima | 38 m |
| 062 I 5, cueva | 37 m |
| 063 El Caracol, sima | 36 m |
| 064 R.J.9, cueva | 35,20 m |
| 065 Gonzalo, cueva | 34,80 m |
| 066 I 3, sima | 33,70 m |
| 067 La Hojas, cueva | 30,40 m |
| 068 La Rubia, cueva | 30,35 m |
| 069 La Salita, cueva | 28,41 m |
| 070 L 7, cueva | 28,40 m |
| 071 Ajarafe, cueva | 28,20 m |
| 072 R.J.1, cueva | 27,70 m |
| 073 La Chopa, sima. | 27,65 m |
| 074 J.1., cueva | 26,60 m |
| 075 Peñamiel Baja I, cueva | 26,50 m |

| NOMBRE | DESARROLLO |
|--------------------------|-------------------|
| 076 La Estrecha, cueva | 26,40 m |
| 077 Los Huesos, cueva | 25,46 m |
| 078 P.M 3, cueva | 24,50 m |
| 079 Congostos, sima | 24 m |
| 080 Pardo, cueva | 23,50 m |
| 081 P.M 5, cueva | 23,46 m |
| 082 C 2, cueva. | 23 m |
| 083 Ñuño II, cueva | 22 m |
| 084 Huevo, sima | 21,30 m |
| 085 La Clavija, cueva | 21 m |
| 086 Los Hombres, cueva | 20 m |
| 087 L 3, cueva | 19,10 m |
| 088 PN 4, cueva | 18,50 m |
| 089 C.S 4, sima | 18 m |
| 090 San Martín, cueva | 18 m |
| 091 C.S. 3, sima | 18 m |
| 092 C 1, cueva | 17,67 m |
| 093 C.S. 1, sima | 17,60 m |
| 094 Hombriazo, cueva | 17,25 m |
| 095 La Surgencia, cueva | 16,75 m |
| 096 Z 1, cueva | 16,60 m |
| 097 S.S. 4, sima | 16,10 m |
| 098 CS 1, sima | 15,70 m |
| 099 PN 6, cueva | 5,50 m |
| 100 Potito, cueva | 15,50 m |
| 101 R.J. 2, cueva | 14,55 m |
| 102 A.B. 1, cueva | 14,20 m |
| 103 A L'Ou Siflis, cueva | 13,50 m |
| 104 Desacuerdo, cueva | 13,25 m |
| 105 La Bodeguilla, cueva | 13,10 m |
| 106 S.S. 3, cueva | 13,10 m |

| NOMBRE | DESARROLLO |
|---------------------------|-------------------|
| 107 Las Hijas, cueva | 12,50 m |
| 108 J.3, cueva | 12,30 m |
| 109 PM. 4, cueva | 10,57 m |
| 110 C.S.3, sima | 10,24 m |
| 111 El Túnel, cueva | 10 m |
| 112 C.S. 2, sima | 9,60 m |
| 113 R.J. 1, cueva | 9,50 m |
| 114 L 3, cueva | 9,45 m |
| 115 A.B. 2, cueva | 8,30 m |
| 116 R.J.8, cueva | 7,90 m |
| 117 T.J. 1, cueva | 7,50 m |
| 118 PM 6, cueva | 7,30 m |
| 119 R.J. 6, cueva | 5,80 m |
| 120 R.J. 9, cueva | 5,50 m |
| 121 S.S. 1, cueva | 5,50 m |
| 122 Las Hiedras, cueva de | 5,40 m |
| 123 T.J. 3, cueva | 5,35 m |
| 124 S.S.-2, cueva | 5,20 m |
| 125 Albercos I, cueva | 5,- m |
| 126 Albercos II, cueva | 5,- m |
| 127 Albercos III, cueva | 5,- m |
| 128 R. J. -7, cueva | 5,- m |
| 129 T.J. -4, cueva | 5,- m |
| 130 T.J. -2, cueva | 4,05 m |
| 131 Surgencias I-2 | Impracticable |
| 132 Loreto, cueva | sin topografía |
| 133 Covacho Rubio, cueva | sin topografía |
| 134 Hoz, cueva | sin topografía |

5.1.3.- Singularidades del modelado fluvial

Desde la perspectiva geomorfológica, los cursos de agua son esencialmente agentes de erosión y transporte de sedimentos que, cada año y en función de las características medioambientales de sus cuencas, transfieren grandes cantidades de material sólido desde el interior de los territorios drenados hacia las partes bajas de los mismos y hacia el mar.

Desde la zona de cabecera hasta la desembocadura el sistema fluvial va cambiando, adquiere mayor tamaño. La influencia terrestre de las orillas se debilita debido al aumento de caudal y carga de sedimentos provenientes de las zonas altas.

Clasificación de los ríos

Los ríos se clasifican en función del número de canales que presenten, y del grado de sinuosidad de los mismos en:

| Multiplicidad \ Sinuosidad | Canal sencillo | Canal múltiple |
|----------------------------|---------------------|---------------------|
| Baja < 1,5 | RECTILÍNEO | BRAIDED |
| Alta > 1,5 | MEANDRIFORME | ANASTOMOSADO |

1.- Corrientes fluviales rectilíneas.

Presentan cauce y canal únicos, con índice de sinuosidad muy bajo y una relación anchura-profundidad que suele ser menor de 4. Transportan carga en suspensión, de fondo y mixta; por lo general, la primera es inferior al 11% del total. Pueden tener gran competencia, llegando a mover incluso grandes bloques.

Son corrientes con alta energía, propias de zonas con pendientes longitudinales elevadas, y gran capacidad para el arranque y arrastre de material. Por su alta energía y capacidad de excavación suelen generar encajamientos y raramente llanuras aluviales; en los casos más favorables, aparecen acumulaciones marginales (barras) que condicionan y dirigen el flujo, dando lugar a una sinuosidad controlada por pozas y vados.

Ejemplos de este tipo de ríos en La Rioja se presentan en las laderas actuales de la Sierra de la Demanda y de Cameros, y fueron los causantes de la depósitos de abanicos aluviales de la facies Buntsanstein del Trías, o del relleno de la cuenca del Ebro en las etapas postorogénicas de la orogenia alpina.

2.- Corrientes fluviales múltiples: braided y anastomosadas.

Estos ríos tienen como carácter distintivo la presencia de múltiples cauces o diversos elementos del mismo (canales o láminas).

Ambos tipos de ríos quedan caracterizados por su alta capacidad de carga-sedimentación, formando grandes llanuras aluviales y rellenos de cuencas. Estas corrientes transportan fundamentalmente carga de fondo, siendo su relación anchura-profundidad mayor de 4 y, en determinadas cuencas (básicamente las de piedemonte generadoras de abanicos aluviales), pueden estar asociadas en el espacio y tiempo. Las braided presentan mayor encauzamiento y alta competencia, con carga de granulometría gruesa o muy gruesa (grava y bloques), llegando a arrastrar grandes bloques.

Las corrientes anastomosadas son efímeras, con marcada estacionalidad o avenidas excepcionales y la carga suele ser de granulometría media (grava y arena).

3.- Corrientes fluviales meandriformes.

Son de cauce y canal únicos, con índice de sinuosidad mayor de 1.5. El canal está encajado en su cauce sin apenas depósito, o divaga sobre el mismo formando una gran llanura aluvial.

En general corresponden a ríos con pendientes longitudinales escasas y abundante carga en suspensión o mixta, aunque la carga de fondo suele ser inferior al 11% del total transportado. Frente al carácter eminentemente erosivo de los ríos rectilíneos, y carácter sedimentario de los ríos múltiples, los ríos meandriiformes deben calificarse como erosivo-sedimentarios

El conjunto sedimentario en estos ríos está formado por los siguientes materiales, según su granulometría y génesis: materiales gruesos en la carga de fondo (lag); materiales de tamaño medio en diques naturales de las márgenes y conos de derrame; y materiales finos procedente de los desbordamientos, inundaciones en la llanura y relleno de canales; y granulometrias variables para las barras semilunares.

A nivel general, los ríos rectilíneos aparecen como los más inestables, con alta energía y capacidad para la excavación; por ello su permanencia es escasa. Cuando el medio fluvial pierde energía, normalmente se comienzan a desarrollar sinuosidades ajustando su dinámica a un proceso mixto erosivo-sedimentario. Al mismo tiempo, el exceso en la carga los conduce a sobrepasar sus límites de capacidad y competencia, formando múltiples canales o láminas, que generan grandes acumulaciones sedimentarias.

Terrazas aluviales

Los sistemas de aterrazamiento presentan gran complejidad morfogénica. La formación de cada terraza individual (erosiva, aluvial o mixta), en principio se explica mediante una secuencia sencilla con dos etapas básicas: durante la primera hay un ensanchamiento lateral del cauce (sea por excavación o excavación y aluvionamiento asociados) elaborando una llanura (erosiva o aluvial); en la siguiente, el río concentra su acción erosiva vertical y sobreexcava un nuevo cauce, dejando colgada la llanura primitiva.

Todos estos fenómenos (excavación, aluvionamiento y sobreexcavación), inicialmente fueron asociados a las oscilaciones en el nivel de base y su influencia aguas arriba del río. Considerando que el nivel de base final en cuencas exorreicas es el mar, y dada la relación entre su volumen de agua y las oscilaciones glaciares, se llegó a concluir que las terrazas actuales

eran causadas por fenómenos glacioeustáticos (ascenso-descenso en el nivel medio del mar según la fusión-retención de agua en las cuencas glaciares) ocurridos durante el Cuaternario y, por ello, correlacionables a escala mundial.

Teniendo en cuenta lo anterior, debe recurrirse a fenómenos isostáticos o tectónicos (subsidiencias, levantamientos, compensaciones, etc.) y posibles modificaciones a escala regional en las redes fluviales, para poder explicar los aterrazamientos; por ejemplo, el cambio en la red hidrográfica de la Meseta, al pasar desde mediterránea a atlántica, provocó una serie de reajustes que se reflejaron en el sistema de terrazas. Por lo tanto, deberán tenerse en cuenta para cada cuenca todos los factores señalados, es decir: eustáticos, climáticos, fluvio-glaciares y tectónicos.

La morfología fluvial en La Rioja

Desde las **Conchas de Haro** hasta Logroño el río Ebro atraviesa las areniscas y margas de la Formación Haro, adoptando un trazado de acusada sinuosidad con meandros encajados y estrecha llanura aluvial. Esta disposición se ha mantenido con idénticas características a lo largo del Pleistoceno, como lo testimonian los retazos conservados de las terrazas más antiguas y los brazos abandonados en diferentes fases de su evolución. Los principales afloramientos se conservan en los lóbulos de los meandros, en forma de colinas de escarpes suavizados y ocupando una extensión reducida.

A partir de Logroño el valle se ensancha al discurrir el Ebro sobre las arcillas de la Formación Nájera y los yesos de Los Arcos, trazando meandros libres de menor sinuosidad que en el tramo anterior. Las terrazas ocupan mayor superficie y configuran banquetas continuas delimitadas por escarpes abruptos en ambos márgenes del río. Su espesor es variable, presentando las mayores potencias sobre los yesos de Alcanadre debido a procesos kársticos y a deformaciones halocinéticas.

La instalación de los cursos fluviales sobre los materiales terciarios ha generado importantes relieves, sobre todo en facies conglomeráticas, que dan relieves en mallo, cuando existen fracturas verticales ampliadas por disolución. Este es caso de los relieves de **Islallana y Clavijo**.

Por erosión lineal los ríos pueden llegar a producir desfiladeros como es el caso del **Desfiladero de Enciso**, o los **Moros de Turruncún**, si la incisión se produce sobre estratos verticales. Esta misma erosión lineal es la que produce las cascadas cuando la corriente fluvial incide sobre materiales competentes, como es el caso de la **Cascada de Puente Ra**.

Hay que tener en cuenta que a la vez que la incisión fluvial, sobre unos mismos materiales, pueden existir otros procesos erosivos ligados a otros agentes geológicos externos, es el caso de la generación de los relieves denominados **El Picuezo** y **La Picueza**, creados por efecto de la erosión eólica y la meteorización física

Las fluctuaciones climáticas del Pleistoceno han determinado en la red fluvial una compleja evolución, generándose alternancia de momentos de acumulación con otros de incisión. Como consecuencia se encuentran sedimentos de terrazas escalonadas, que aparecen tanto en la red fluvial principal como en la secundaria. De la misma manera se produjeron los glaciares y los conos de deyección, que enlazan los relieves estructurales con los fondos aluviales.

En el **Ebro** se han definido **8 niveles de terrazas**. Los niveles más altos se corresponden con las terrazas más antiguas y tan sólo se conservan en forma de cerros residuales. La composición de todo el conjunto de terrazas es muy similar, tratándose principalmente de gravas de litologías muy variadas como consecuencia de la gran diversidad de áreas fuente. En las terrazas inferiores se aprecia una mayor presencia de niveles limo-arenosos.

Al mismo tiempo se constata una fuerte compactación en los niveles más antiguos, debido a la existencia de costras carbonatadas, así como un importante desarrollo de suelos. La gran resistencia de estos niveles aluviales a la erosión favorece la conformación de inversiones de relieve al dejar en resalte las terrazas con respecto a las litologías blandas circundantes.

Además de las formas fluviales asociadas al río Ebro, existen numerosos procesos generadores de morfología fluvial asociados a torrentes. En este grupo se quiere destacar el modelado de los **Barrancos de San Martín y Peña Tejera**, y el de **Santa María en Cameros**.

Un relieve muy particular asociado a procesos fluviales es el que produce los falsos “chevrons”, asociados con la incisión de torrentes en una dirección perpendicular a la de las capas; esta morfología se puede observar en el **Barranco del Tajo**, y en el **Arroyo Vadillos**.

5.1.4.- Singularidades de la dinámica de vertientes

El agua de arroyada, que discurre por las laderas, genera sobre las vertientes unas morfologías características, fundamentalmente erosivas. Cuando la ladera presenta elevada pendiente, la salpicadura del propio impacto por gotas de lluvia traslada cantidades importantes del material fino. El lavado de finos durante estas fases iniciales en que tiene lugar la concentración de escorrentía, origina pequeñas irregularidades o micromorfologías en superficie.

En laderas con materiales fácilmente erosionables (detríticos finos y rocas solubles), los microcanales desarrollan una notable incisión lineal formando acanaladuras. De proseguir su evolución, profundizan bajo la superficie estrechando los interfluvios y dan lugar a morfologías en surco; cuando estos surcos se jerarquizan, pasan a cárcavas, es decir redes arborescentes con surcos y acanaladuras, e interfluvios afilados.

Una vez concentradas las aguas en torrentes, la escorrentía circula por conductos bien definidos con mayor capacidad de evacuación, cierta permanencia y régimen irregular: se trata de torrenteras en un sentido genérico, que reciben en cada caso específico nombres como: gargantas, barrancos, barranqueras o quebradas, según su morfología.

Los efectos de la arroyada arrancando material en zonas superiores, se manifiestan en las zonas inferiores de la ladera mediante sellados de material fino por decantación. Este material, junto al procedente de erosión en acanaladuras, surcos y cárcavas, pasará a constituir la carga que el torrente transporta hasta su tramo inferior; aquí bien deposita dicha carga dando origen a un cono de deyección, o bien la aporta a otra corriente emisaria.

Además del agua como agente modelador, en las laderas se producen fenómenos gravitacionales que producen:

- caída
- avalancha de rocas
- deslizamiento de tierra
- avalancha de tierra en seco
- soliflucción
- reptación

De todos los procesos de ladera mencionados, los que más importancia tienen en La Rioja son los procesos de acarreamiento ligados a las litologías detríticas, siendo el caso más espectacular el de las **Cárcavas de los Agudos**.

Los puntos de interés geomorfológico estudiados aparecen situados en el siguiente mapa.