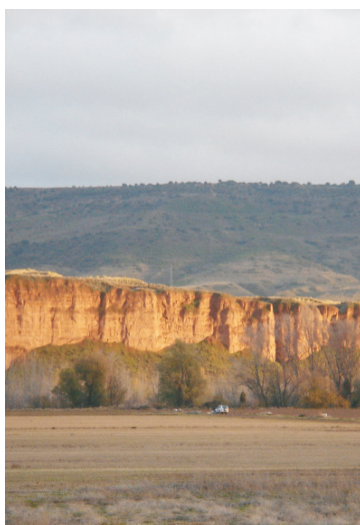




CUADERNOS DEL CAMPUS
NATURALEZA Y MEDIO AMBIENTE Nº4

geología y geomorfología del campus



EcoCampus Alcalá
Universidad de Alcalá

CUADERNOS DEL CAMPUS NATURALEZA Y MEDIO AMBIENTE Nº4

Autores del texto

Eduardo Acaso Deltell

Miguel Martín-Loeches Garrido

María Eugenia Moya Palomares

Blanca Ruiz Zapata

Amelia Calonge García

Fotografías

Miguel Martín-Loeches Garrido

Fermín Villarroya Gil

Esquemas

Eduardo Acaso Deltell

Coordinación y revisión

EcoCampus Alcalá

Edita

Universidad de Alcalá

ISSN: 1885-625X

Depósito legal: M-1036-2006

Enero, 2007

Presentación

El presente trabajo nos permite conocer cual ha sido la evolución geomorfológica del territorio donde se ubica el Campus externo y de los paisajes que constituyen su escenario natural de referencia. Como nos indican los autores, el interés del enclave, su área extensa -es decir el tramo medio/bajo del Henares y los relieves adyacentes-, proviene de su ubicación en una frontera activa, tanto en el espacio como en el tiempo, una zona de transición entre diferentes modelos de procesos formadores de relieve.

La rica descripción que realizan los autores, nos enseña la configuración general de la parcela de campus, constituido por dos extensas llanuras, las terrazas, separadas por un talud -el conocido alcor o cuesta, que separa los dos sectores altitudinales- y conectadas

mediante un descenso muy suave con la antigua vega del río Henares. Los suelos de ambas llanuras poseen características distintas, se formaron en condiciones diferentes, bajo climas más fríos que los actuales, como nos indican los restos de polen allí encontrados, que nos sorprenderán, ¿Abedules, avellanos? ¿Todo ello antes del Jardín Botánico? Pues sí, mire usted por donde. Sigamos aprendiendo.

El área presenta un gran interés didáctico como representativa de un estilo morfológico dominado por terrenos formados en el periodo Terciario, en los que se encaja la red fluvial más reciente. Los autores nos explican que esta zona, marcadamente continental, de la cuenca del Tajo ha sido objeto de atención de numerosos trabajos, por lo que es una de las mejor conocidas entre las muchas de



similares características que existen en la península. Reúne además una buena colección de morfologías fluviales, debidas a la acción directa y reciente de los ríos, muy activos en la zona antes de estar regulados. Y guarda por último la sorpresa, en las solanas de los cerros y en las cuestas surcadas por los barrancos de la margen izquierda del Henares, de geoformas típicas de ambientes más secos, que nos evocan el desierto. Las facetas triangulares colgadas, los bordes a cuchillo que separan algunas cárcavas.

Este conjunto de rasgos -su origen remoto, su expresión en el campus y en la periferia próxima- expuestos de forma clara y amena por los autores, nos ayuda a acercarnos, interpretar, conocer y por lo tanto apreciar en mayor medida el paisaje y la naturaleza de nuestro campus externo.

Agrademos a los profesores Eduardo Acaso Deltell, Miguel Martín-Loeches Garrido, María Eugenia Moya Palomares, Blanca Ruiz Zapata y Amelia Calonge García su valiosa aportación. En el caso del profesor Eduardo Acaso, también su contribución con dibujos y esquemas gráficos, tan descriptivos, elaborados de cosecha propia. Con todo ello confirman su calidad como excelentes profesores, de sobra ya acreditada por numerosas promociones de alumnos. Con el cuaderno que presentamos hemos subido un nuevo peldaño, el cuarto, en el conocimiento y por tanto en el interés por nuestro campus. Quiero animar de nuevo a estudiantes y profesores para futuras colaboraciones.

Antonio Gómez Sal

Delegado del Rector para el Campus Externo y la Calidad Ambiental de la Universidad de Alcalá

Introducción

El Campus externo de la Universidad de Alcalá se encuentra en las regiones centrales de la submeseta Sur (Figura 1) en medio de un paisaje de fuertes rasgos castellanos y ambiente estepario. Se sitúa en la cuenca hidrográfica del río Henares muy próximo a éste y en medio de un relieve fluvial maduro.

Las formas, la fisonomía general y aún la percepción que recibimos de su paisaje son de planitud, o más concretamente, de una sucesión de grandes llanuras que se suceden unas a otras a diferentes cotas aunque similares. Si pudiéramos observarlo desde lejos, abarcando toda la región, procurando buscar la síntesis que nos da la distancia, la percepción sería la de una inmensa extensión llana y monótona. Sin embargo esta gran planicie se articula en detalle a diferentes alturas descubriendo formas, relieves y rocas que nos hablan de una historia, la geológica, rica en acontecimientos, variada y hasta cierto punto, singular.

El eje de la región es, sin duda, el río Henares que, con dirección grosso modo NE-SO, divide el territorio en dos partes bien diferenciadas. Así, la mitad sureste, el margen izquierdo, queda definido por el páramo de la Alcarria, amplia superficie que con una altura media de 800-880 m, se conforma como una alta meseta que domina la región. El río Henares discurre a su pie socavando a éste y produciendo los relieves más abruptos de la zona configurando lo que llamaremos el borde del páramo (Foto 1). Al otro lado del río, la mitad Noroeste de la región, se extiende, a más de 300 m por debajo de la Alcarria, una sucesión de niveles de terraza constituyendo un buen ejemplo de los que regionalmente se conoce como Campiña. Por último, la *llanura aluvial* del río, el sector más bajo del territorio, a 580-590 m de altitud, define la última unidad conocida como Vega.

Desde el punto de vista geológico, la zona se halla enclavada en las regiones centrales de la llamada fosa del Tajo, rellena de sedimentos mesozoicos, paleógenos y

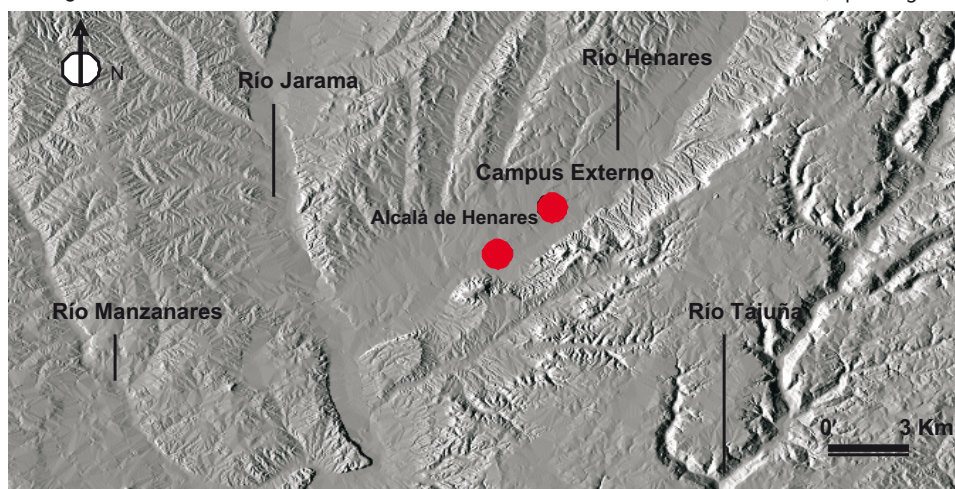


Figura 1.- Localización del campus externo de la Universidad de Alcalá

neógenos. Sobre estos últimos (de edad miocena) se enclava el Campus y se labra su relieve, básicamente cuaternario.

Así pues, la región que vamos a describir a continuación constituye un paisaje, si se nos permite la expresión, “terciario”, “mioceno”, de carácter continental desde hace más de 30 millones de años. Está formado por altas mesetas y superficies a distintos niveles como consecuencia de una herencia morfológica pero también por la disposición horizontal o subhorizontal de los materiales que rellenan la fosa. Esta manera de presentarse los materiales y, como

enseguida veremos, su naturaleza y distribución, es usual en otras fosas como la del Duero y muchas más. Además, es un paisaje “cuaternario”, típicamente fluvial o, mejor dicho, fluvio-torrencial, con todo el cortejo de formas y depósitos típicos de estos relieves.

A lo largo de estas páginas se describirán los materiales que afloran en la región y su significado, así como el relieve labrado sobre ellos. Ambos temas serán objeto de atención en la historia geológica (y geomorfológica) que se detalla a continuación.



Foto 1.- Panorámica del páramo de la Alcarria y de su borde Noroeste desde los Santos de la Humosa.

Antecedentes

El territorio donde se localiza nuestra zona pertenece a la llamada Fosa del Tajo (Figura 2). Durante el Mioceno (hace unos veinte millones de años), se configuran las líneas maestras del relieve de la región generándose los marcos montañosos que la delimitan y en donde se instalará la red fluvial cuaternaria y con ella el río Henares. El proceso, que se produce durante la llamada orogenia alpina, se inicia en el Cretácico continuando durante el Paleógeno y tiene su máxima expresión en el Neógeno (Figura 3). Comienza reorganizando una antigua superficie de erosión labrada en materiales paleozoicos (los que ahora conforman el Sistema Central) y, en un régimen compresivo, se va rompiendo en bloques según antiguas fracturas. Algunos bloques se levantan (son los llamados *horst*) configurando lo que luego serán las actuales alineaciones montañosas y otros hundiéndose generando *fosas* o *graben*. Así se forma la fosa del Tajo hoy llena de sedimentos sobre los cuales se configura el paisaje del Campus.

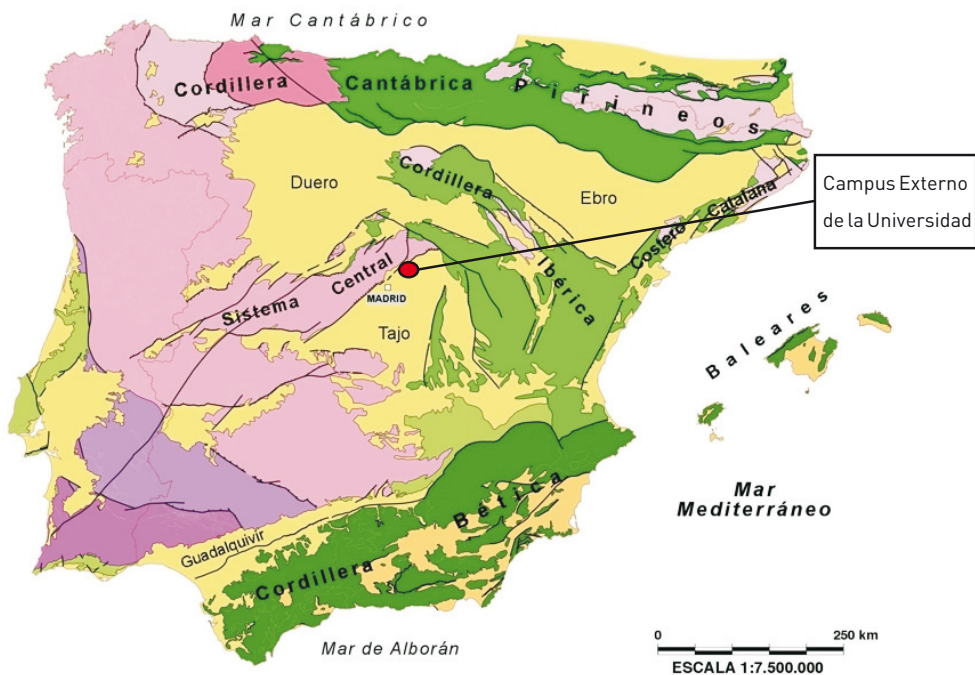
Al Noroeste de la zona se extiende el Sistema Central que por su mayor vigor se establece como la más importante fuente de sedimentos que irán a parar a la fosa; al Norte, la rama castellana del Sistema Ibérico que aporta también material. Por último, la Sierra de Altomira y los Montes de Toledo, al Oeste y al Sur respectivamente, muy alejadas ya de la zona de estudio y con escasa influencia.

Como se ha dicho, las dos primeras alineaciones citadas son las fuentes de suministro del material que poco a poco y a

lo largo del Mioceno van rellenando la fosa. Gracias a estudios geofísicos y a sondeos sabemos que el zócalo de ésta se encuentra a diferentes profundidades que oscilan entre los 4.000 m. al Norte de Madrid y 1500-2000 m. en la parte central (nuestra zona) y oriental de la cuenca. Los sedimentos terciarios descansan sobre rocas de edad cretácica y paleógena estimándose el espesor máximo de los materiales miocenos en torno a unos 600 m.

Hoy se admite que estos últimos se depositaron bajo un medio del tipo *abanico aluvial*-lacustre (con episodios de carácter fluvial) en régimen endorreico. Desde el punto de vista estratigráfico, se suele dividir en las llamadas Unidades inferior, intermedia y superior.

Lateralmente, estas tres unidades presentan un esquema similar de deposición. Así, cerca de los bordes montañosos las facies son predominantemente detríticas, generadas por abanicos aluviales de mayor o menor desarrollo y a medida que nos alejamos de los bordes montañosos, pasan a ser arenas progresivamente más finas. Finalmente, se producen cambios laterales de facies (es precisamente en la zona de tránsito en donde se ubica Alcalá de Henares y el Campus externo de su Universidad) con sedimentos lacustres y palustres en las regiones centrales de la cuenca, con formación de rocas margosas, evaporíticas y carbonatadas.



MACIZO IBÉRICO

- Zona Cantábrica
- Z. Asturoccidental leonesa
- Zona Centroibérica
- Zona de Ossa Morena
- Zona Surportuguesa

CORDILLERA PIRENAICA

- Cobertura Meso-Cenozoica
- Basamento de la Zona Axial
- Zona Cantábrica
- Zona Asturoccidental-Leonesa

CADENAS ALPINAS

CORDILLERA IBÉRICA Y COSTERO- CATALANA

- Cobertura Meso - Cenozoica
- Basamento Varisco
- Cuencas Cenozoicas
- Cobertura Mesozoica poco o nada deformada

CORDILLERA BÉTICA Y BALEAR

- Cordillera Bética (s.l.)
- Cuencas Cenozoicas

Figura 2. Ubicación del campus externo dentro del contexto geológico peninsular

Verticalmente, las tres unidades presentan una distribución similar. Así, las rocas de precipitación química de las regiones centrales de la cuenca aumentan a techo su extensión lateral en detrimento de las facies detríticas marginales. La base de cada una de estas unidades, por tanto, queda definida por una mayor extensión (desde los bordes al centro de la cuenca) de

los abanicos aluviales que señala eventos o fases tectónicas que reactivan el relieve (Fase Altomira, Guadarrama y otras). Las unidades entonces, pueden definirse por el carácter progradante de las facies detríticas hacia el interior de la cuenca pero también por superficies de paleokarstificación en las rocas solubles de las regiones centrales.

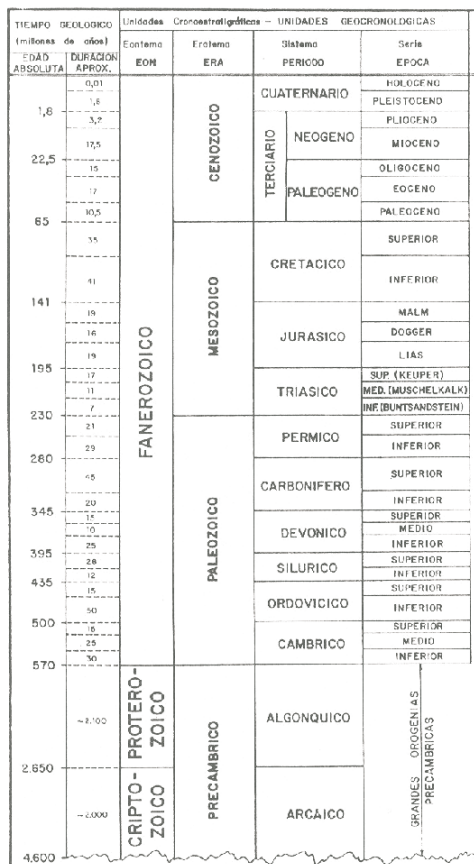


Figura 3.- Cuadro cronoestratigráfico.

El relieve del Campus de la Universidad y su entorno que se genera durante el Cuaternario se hace sobre un material sedimentario de edad miocena que abarca las tres unidades definidas en el párrafo anterior (Figura 4).

La Unidad inferior constituye el zócalo del Campus sobre el cual el río Henares se encajará y aluvionará. Presenta unos 150 m. de espesor y consta de yesos masivos (que no afloran en la zona aunque sí lo hacen más al suroeste), arcillas masivas y rocas de transición entre estas formaciones con frecuentes niveles detríticos (Foto 2). Estas dos últimas se localizan en ambos

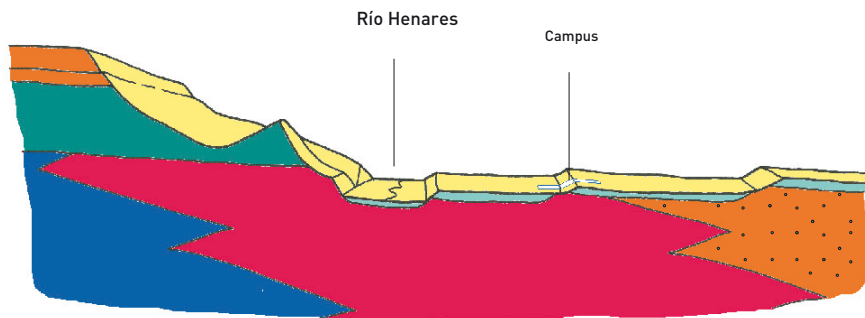
márgenes del río. En el izquierdo, constituyen el material sobre el que se tallan los llamados “morros” que forman fuertes escarpes verticales al pie del páramo y en el margen derecho es el material sobre el que se apoyan los depósitos de terraza y, con éstos, el Campus. Estas arcillas, al noroeste, hacia el Sistema Central, gradan a sedimentos detríticos progresivamente más gruesos.

La Unidad intermedia (de unos 160 m. de espesor) aflora en las inmediaciones de nuestra zona, en el borde del páramo, y presenta una gran variedad litológica tanto en la vertical como en la horizontal (Foto 3). Abundan los niveles margosos, los yesos, intercalaciones de bancos de calizas y margas e incluye la llamada formación blanca compuesta por arenas con nódulos de sílex muy abundantes al sureste de nuestra zona.

Por último, la Unidad superior forma el techo del páramo (la Alcarria en términos geográficos) elaborándose sobre esta unidad su superficie culminante. Presenta espesores que pueden alcanzar los 50 m. y está formada por arenas y conglomerados (generados por la llamada red fluvial intramiocena) acompañados de arcillas, margas y rocas carbonatadas. Todo este conjunto culmina con la llamada “caliza de los páramos” (Foto 4), de unos 30 m. de espesor, verdadero protagonista de la región de la Alcarria que se resuelve en una superficie de erosión-sedimentación labrada sobre estas calizas al término del Plioceno. Constituye la unidad de relieve más antigua en el entorno inmediato del Campus.

SE

NO



- Cuaternario. Gravas, Arenas y Limos
- Mioceno. Unidad Superior. Conglomerados y Calizas (de los Páramos)
- Mioceno. Unidad Intermedia. Margas, Arenas, Arcillas y Yesos
- Mioceno. Unidad Inferior. Arcillas y Yesos
- Mioceno. Unidad Inferior. Arcillas
- Mioceno. Unidad Inferior. Arenas

Figura 4.- Corte geológico esquemático de las inmediaciones del Campus (no a escala)



Foto 2.- Testigos de un sondeo realizado en las proximidades del Campus. Se observan las arcillas de la Unidad inferior del Mioceno.



Foto 3.- Los materiales de transición de la Unidad intermedia del Mioceno. Mejorada del Campo.

En las unidades descritas, es de destacar la presencia de fósiles verdaderamente notables como son las tortugas gigantes (*Cheirogaster bolivari*) (Foto 5) y otros restos igualmente ligados a facies lacustres. Restos de tortuga se han identificado en el cercano cerro de El Viso y en las inmediaciones de la localidad de los Santos de la Humosa. También cabe mencionar el hallazgo de fósiles del lagomorfo *Lagopsis pognai* que constituye la primera referencia mundial de tal especie dado que se encontró por primera vez en el Barranco de los Mártires, en las inmediaciones de la ciudad de Alcalá.

¿Qué paisaje pues, podemos imaginar a finales del Terciario en la fosa tectónica del Tajo? La región, desde luego, era muy diferente que en la actualidad. Desde los marcos montañosos que no tenían el vigor de ahora (antes de las convulsiones pliocenas) se extendían inmensos abanicos aluviales que en suave pendiente terminaban en las facies lacustres centrales en régimen endorreico. A veces, episodios climáticos húmedos favorecían la formación de redes fluviales más o menos embrionarias. En otras ocasiones, el clima era propio de sabana, a veces húmeda, otras espinosa. Finalmente, se producían episodios de extrema aridez.

Con el Plioceno (hace unos 5 millones de años) culmina el relleno de la cuenca hasta su completa colmatación y se inicia el exorreísmo en la región al experimentar la meseta un basculamiento hacia el Sursuroeste. Durante el Plioceno superior y en el tránsito plio-cuaternario (hace unos 2 millones de años) se genera la *Rañá*. Este depósito detrítico situado al norte de la ciudad de Guadalajara, marca el inicio del establecimiento y desarrollo de las redes fluviales cuaternarias pudiendo identificarse a dicha formación como la primera *terrazza* para los ríos Jarama, Sorbe y Henares.



Foto 4.- Afloramiento de la caliza de los páramos en una cantera en los Santos de la Humosa.



Foto 5.- Fósil de tortuga [*Cheirogaster bolivari*] en el Mioceno del cerro Ecce Homo.

Si el Terciario superior y aún el ciclo plioceno representan la colmatación de la cuenca, el Cuaternario podría decirse que marca el inicio de su vaciado. Así, la red fluvial a lo largo del Cuaternario, se desarrolla encajándose en los materiales terciarios y pliocenos evacuando éstos fuera de la depresión. El proceso se inicia en el tránsito plio-cuaternario cuando se producen dislocaciones tectónicas (reactivaciones del relieve en los marcos montañosos y basculamiento de la meseta) y cambios climáticos que permitirán la existencia de redes de escurrimiento superficial permanentes. Se forman entonces los grandes valles fluviales actuales aislando primero a la superficie de la Raña que se perfila como la culminación del interfluvio entre el Jarama y el sistema Sorbe-Henares. Finalmente, en nuestra zona, estos valles (junto con los del Tajo y Tajuña) aíslan igualmente a las calizas del páramo que ahora ocupa posiciones altimétricamente dominantes conformándose como una alta meseta.

El río Henares, al inicio del Cuaternario, no se encontraba en la posición que actualmente ocupa sino mucho más al norte, cercano al Sistema Central, y poco a poco, va derivando hacia el sureste dejando un rastro de *terrazas* a medida que se encaja. La causa de este desplazamiento hay que buscarla en la actividad tectónica regional y en la adaptación de la red a las directrices estructurales del zócalo de la cuenca. Esta deriva hace que el borde del páramo retroceda por la actividad erosiva directa

que ejerce el Henares y sus afluentes sobre él. Buena prueba de ello son los cercanos cerros testigo de Alarilla, Hita y Jadraque y el mismo Ecce Homo, en las inmediaciones de la ciudad de Alcalá, aislado por el Henares y el arroyo de la Zarza.

Este retroceso continuo debido al desplazamiento del río, conforma un valle fluvial típicamente asimétrico como lo son muchos de la región como el Jarama y el Manzanares. En efecto (Figura 5), el margen izquierdo del Henares lo constituye el borde del páramo cuya superficie culminante (a 800-850 m. de altitud) domina la región, elevándose más de 300 m. por encima del fondo del valle. Se trata de una antigua superficie de erosión-sedimentación labrada en el Plioceno Superior sobre las calizas miocenas. El borde se articula en *cuenclas torrenciales* (Foto 6) donde, si la litología lo permite, es frecuente encontrar pequeñas áreas acarcavadas en sus cabeceras así como, a la salida de estas torrenteras, conos de deyección que quedan apoyados en la llanura aluvial (Foto 7). Además, es posible detectar hasta dos niveles de *glacis* de acumulación (Foto 8) que se desarrollan sobre todo entre nuestra zona y la ciudad de Guadalajara y formas complejas de vertiente como *facetas triangulares* (Foto 9). Por último, pequeños desplomes y *deslizamientos* son usuales en los sectores culminantes del páramo donde aflora la cubierta calcárea.

Sin embargo, el margen derecho, de relieve mucho más suave, es una sucesión de terrazas que, en último término, se

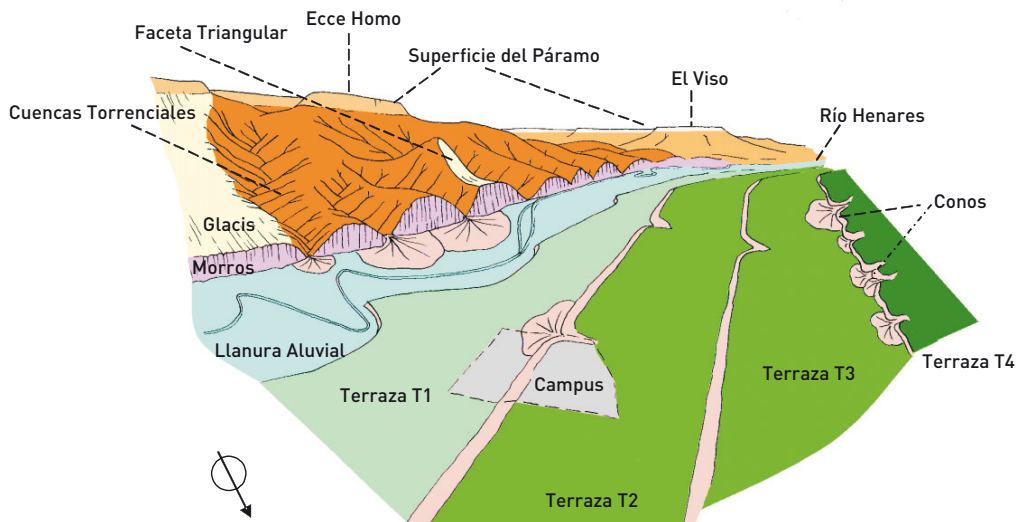


Figura 5.- Paisaje esquematizado del entorno del Campus mostrando las principales unidades de relieve de la zona. Vista al Sur.

extienden a partir de la Raña.

Es precisamente este último escenario en donde se localiza el Campus externo de la Universidad. Se encuentra en el margen derecho del río Henares inmediatamente aguas arriba de la ciudad de Alcalá de Henares entre el arroyo Camarmilla y el arroyo de las Monjas. En sus 300 hectáreas de superficie no se definen cursos de agua aunque en sus extremos Este y Oeste se desarrollan dos entalladuras de escasa entidad. Se encuentra a 1,2 Km. del río aunque no alcance los 20 m. de altura media sobre éste. Su entorno inmediato se resuelve en una sucesión de extensas terrazas que conforma un relieve esencialmente llano a modo de una gran escalera que casi imperceptiblemente (los escalones no superan los 10 m. de altura), desciende

suave hacia el río. En el entorno del Campus es posible detectar hasta cuatro niveles de terraza, además de la *llanura aluvial*¹. Concretamente, el Campus se reparte entre la primera (la más baja) y segunda terraza situándose muy próxima a éstas, la llanura aluvial. El edificio de Ciencias, el apeadero de RENFE, la Planta Piloto de Química fina y otras instalaciones, se localizan en el primer nivel, que llamaremos T1, a +10-12 m. Por el segundo (T2), a + 18-20 m., se extienden las facultades de Farmacia, Medicina, Enfermería, Ciencias Ambientales, el Hospital y el edificio Politécnico, así como todo el Parque Científico-Tecnológico y las Instalaciones Deportivas. El área expositiva del Jardín Botánico acoge terrenos pertenecientes a ambas terrazas. Si bien la mayor parte se sitúa en la T1, la rosaleda y los arboretos ibéricos y de coníferas ocupan terrenos de la T2.

¹ En el río Henares se han contabilizado más de veinte niveles siendo uno de los ríos de la Península Ibérica que cuenta con mayor número de terrazas.



Foto 6.- Torrentera en el borde del Páramo. Al fondo, Alcalá de Henares.



Foto 7.- Aspecto general de la llanura aluvial del río Henares (la Alvega) desde el barrio de Nueva Alcalá.



Foto 8.- Glacis del borde del Páramo desde los Santos de la Humosa.



Foto 9.- Faceta triangular al pie del cerro Ecce Homo.

Esta última, la T2, a +18-20 m. (Foto 10), pertenece, por correlación con otras de su misma altura en ríos próximos (fundamentalmente Jarama y Manzanares) al Pleistoceno medio a superior. Se trata de una terraza colgada de gran extensión superficial y gran continuidad lateral cuyo depósito, de unos 7 m de potencia máxima, está constituido por gravas y arenas de composición básicamente cuarcítica². El contenido polínico de este material muestra una presencia constante de taxones de ribera y de *Pinus* así como *Bétula* y *Corylus*. El medio fluvial queda reflejado en el desarrollo de taxones riparios y acuáticos, sobre todo *Cyperaceae*. La estimación mediante el análogo climático de la temperatura (en torno a los 15º C) y de la precipitación (alrededor de 350 mm),

pese a definir un clima mediterráneo seco, tiene la peculiaridad de presentar un cierto grado de estabilidad en ambos parámetros climáticos.

La T1 o terraza baja, a +10-12 m., igualmente por correlación con terrazas similares próximas, pertenece al Pleistoceno Superior. Se trata, como la anterior, de una terraza colgada aunque en parte solapada con la llanura aluvial y el material que forma su depósito es similar al del nivel anteriormente descrito³. Su contenido polínico refleja una progresiva reducción de la cobertura forestal con una fuerte caída de los taxones riparios que, junto al empobrecimiento de los acuáticos, es indicativo de pérdida de humedad. A ello se une un mayor desarrollo del pinar, la

² La fuente de suministro de este material no es otra que los afloramientos que se extienden por el Sistema Central más oriental (Somosierra y Ayllón) y que forman parte de la cuenca hidrográfica del Henares. En toda la cuenca afloran todo tipo de rocas (incluso volcánicas) pero incorporadas a los colectores y formando parte de la carga, se erosionan (los cantos se desgastan o se rompen desmenuzándose) o se disuelven a medida que su transporte se prolonga. Finalmente desaparecen del material aluvial más grueso quedando exclusivamente la cuarcita como componente prácticamente exclusivo debido a su gran dureza.

³ Por todo el Campus se extiende un canturreal de cantos de cuarcita cuyo origen hay que buscarlo en la erosión de los depósitos de ambas terrazas.



Foto 10.- Escalón de la terraza T2 en el Campus.

presencia de taxones mediterráneos y la ausencia de los taxones arbóreos templados. Otro dato a destacar es la presencia de *Concentriciste* indicador, para el ámbito mediterráneo, de un régimen de precipitaciones fuertemente estacional con crecidas puntuales.

La llanura aluvial se desarrolla durante el Holoceno hasta la actualidad y no presenta una gran anchura pues no supera los 700 m. El depósito es similar al descrito en párrafos anteriores si bien cabe destacar una menor presencia de material fino debido al continuo lavado por parte del río. En la llanura pueden detectarse barras activas y vegetadas así como antiguos trazados de cauces actualmente abandonados. Los datos polínicos obtenidos muestran el aumento de los taxones mediterráneos así como el descenso de *Juniperus* y *Ericaceae*. La presencia de avellanos (*Corylus*) y otros taxones podrían ser indicativos de la ocupación humana del territorio. En general, los datos reflejan una tendencia a unas condiciones cálidas y

secas.

Las formas y depósitos descritos se generan, como se ha dicho, por la deriva hacia el sureste del río Henares y el consecuente y continuo retroceso del borde del páramo. Este doble proceso se realiza de la siguiente manera:

Cuando se produce un fuerte encajamiento del Henares se genera un nivel de terraza para el margen derecho del río. Los colectores de éste por su margen izquierdo, afectados igualmente por el encajamiento que se propaga desde el Henares a todos sus afluentes, adoptan dinámicas propias de torrentes y, cuando la litología es favorable, cárcavas. Toda esta red de colectores se encaja entonces en el borde del páramo y por erosión remontante alcanza la "visera" de la caliza de los páramos y ésta retrocede. En la orilla derecha, como se ha mencionado, se genera una terraza por el encajamiento de la red y se forma a su pie una nueva llanura aluvial adonde van los materiales evacuados por las

torrenteras del borde del páramo. Una situación como la descrita (gran eficacia morfogenética de la red fluvial) es la que muestra el bloque diagrama III de la Figura 6.

Si el río pierde capacidad y no hay encajamientos durante un largo período de tiempo (por caudales escasos en episodios climáticos secos o por ausencia de dislocaciones de carácter tectónico), en el borde del páramo sólo se producen fenómenos de vertiente: *crioclastia*, *creep*, deslizamientos cada vez más escasos, lavados, etc. Las torrenteras generadas anteriormente se van entonces desmantelando y perdiendo capacidad erosiva. El páramo ahora retrocede lentamente y el borde se cubre de detritos adoptándose una morfología en plano inclinado de perfil suavemente cóncavo y de escasa pendiente. Son los glaciares de acumulación cuyo depósito consiste en brechas de composición carbonática y espesores que no superan los dos metros. Estas formas, ligadas a ambientes áridos y subáridos, alcanzan un desarrollo notable cuando las rocas que conforman la culminación de las vertientes en donde se producen (en nuestro caso la caliza de los páramos) se constituyen en una eficaz fuente de suministros de detritos por sus características litológicas y diaclasado. Todo este material removilizado se funde en la llanura aluvial que no deja de crecer por afluencia de sedimentos y el paisaje tiende a la planitud. El bloque diagrama II de la Figura 6 constituye un ejemplo de la situación descrita.

Si en la región se produce un nuevo encajamiento, éste se propagará a las

torrenteras que, muy desdibujadas por el episodio anterior según su mayor o menor duración, “morderán” el glacis y de nuevo se tenderá a una morfología lobulada formada por cuencas torrenciales donde se pueden conservar vestigios de glaciares anteriores. En la orilla derecha, el Henares formará otra terraza por encajamiento de éste en el aluvial. Los dos procesos descritos (con encajamientos y sin ellos) pueden enlazarse formando ciclos que al menos se han repetido dos veces como muestra la existencia de otros tantos niveles de glaciares en el borde del páramo. La Figura 6 (bloque diagrama IV), ilustra esta condición cíclica a la que hacemos referencia en el párrafo mostrando la zona en el momento actual.

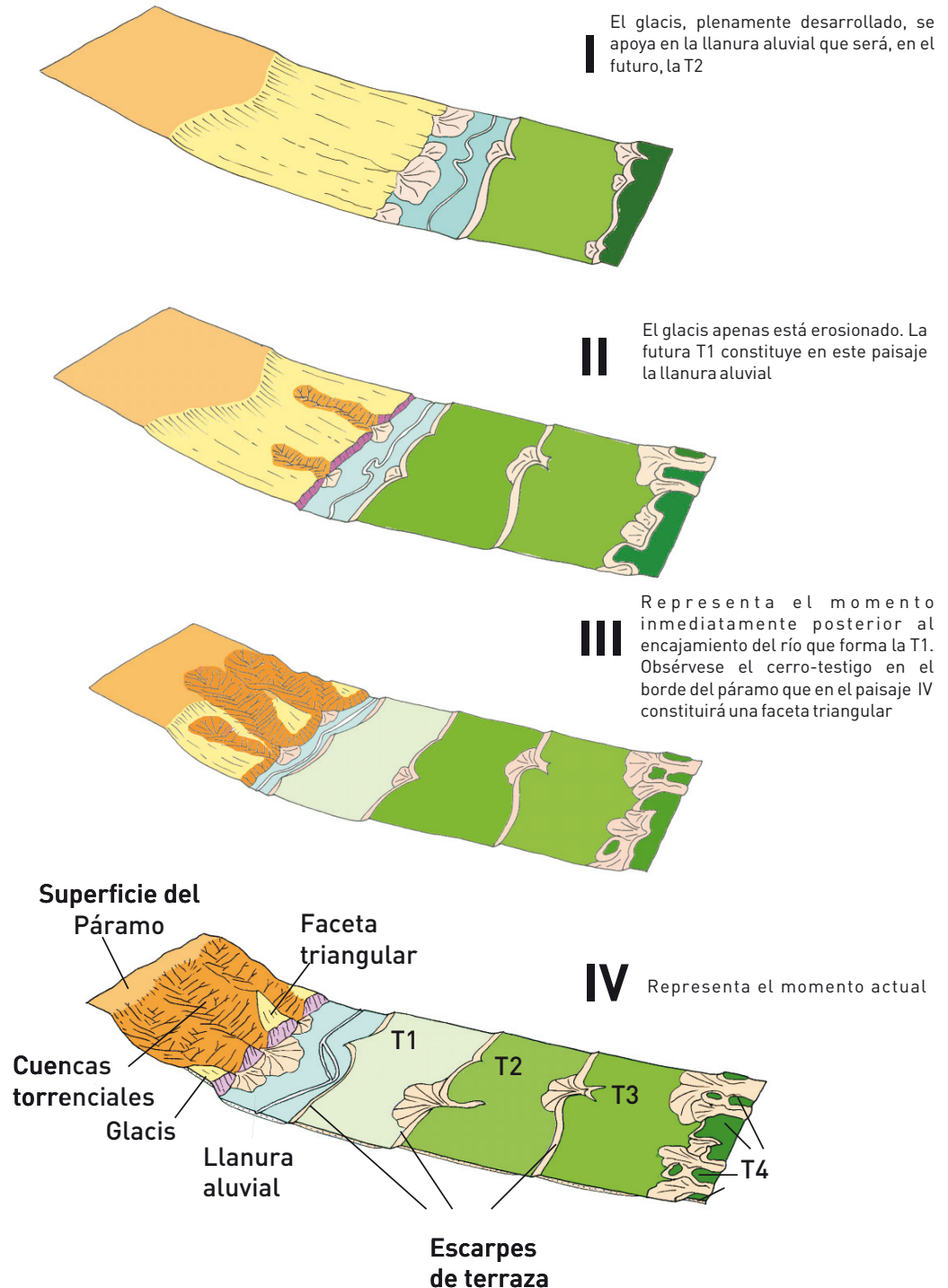


Figura 6.- Paisajes secuenciados de síntesis mostrando diferentes momentos de la formación de la llanura aluvial y las terrazas T1 y T2 y las consecuencias morfológicas en el borde del páramo.

Escenario actual

En el marco de estos procesos erosivos cíclicos, el momento actual (cuya dinámica se inicia en el Holoceno) responde al último encajamiento experimentado por la red fluvial. Así, se configura la terraza T1 que queda colgada a unos 10-12 m. de altura sobre el actual nivel del río y éste comienza a formar la llanura aluvial que, al día de hoy, sigue su desarrollo.

Por lo que respecta a su margen izquierdo, las cuencas torrenciales muestran una gran actividad generando profundas entalladuras en la superficie del páramo como es manifiesto en el Barranco de la Zarza, en el llamado de la Casa Vieja y otros menores por citar las torrenteras del borde más cercanas al Campus. Este retroceso ha aislado fragmentos de esta superficie como el Ecce Homo, el Cerro de la Virgen y Llano Espinoso sobre todo por el desarrollo del Arroyo Anchuelo que, por detrás de estos cerros, los aísla del páramo que se extiende por el noreste y este. De cualquier modo, los cerros citados y el

“verdadero” frente del páramo que se va conservando mejor a la altura de los Santos de la Humosa y más allá, forman parte del horizonte final que, por el sureste, cierra el paisaje del Campus.

La gran faceta triangular situada sobre la ciudad de Alcalá, en el paraje conocido como la Hondonada y que es posible ver desde el Campus externo, es un fragmento de vertiente del borde del páramo cuando éste se encontraba más al noroeste. Tradicionalmente, esta forma compleja (descrita, por ejemplo, en el valle del Ebro en condiciones muy similares a las nuestras) se le asocia a condiciones litológicas precisas (en nuestro caso, calizas de páramo arriba y material más maleable en la vertiente) y a la disposición horizontal de los materiales. También se le asocia a ambientes con cierta aridez. Podría interpretarse como la raíz de un glacis aislada por un episodio de encajamiento reciente.



Foto 11.- Vista de los “morros” desde Azuqueca de Henares. Al fondo, la superficie del Páramo.

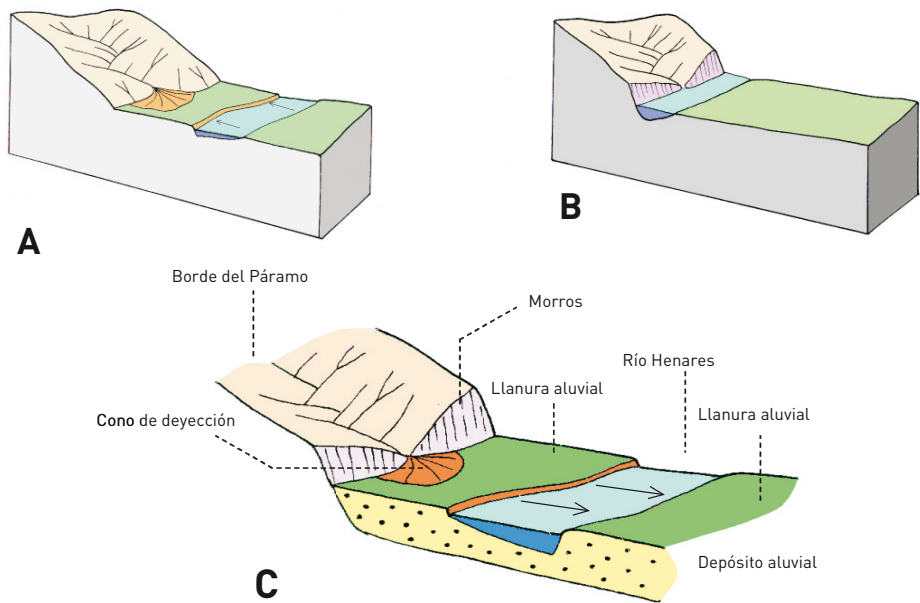


Figura 7.- Bloques secuenciados mostrando la génesis de los escarpes conocidos en la zona como "morros".

Por último, los acantilados tallados en las arcillas basales de la Unidad inferior, situados al pie del borde del páramo y que en la zona reciben el nombre de "morros" (Foto 11), no son mas que taludes formados por la erosión del río Henares en sus desplazamientos de ciclo corto por la llanura aluvial. Su desarrollo se ilustra a través de los bloques secuenciados de la Figura 7.

Los procesos descritos conforman un relieve que puede ordenarse cronológicamente. Este hecho se deriva del proceso de encajamiento del río Henares y afluentes que va generando unidades de relieve cada vez más recientes cuanto más profundos estén en el fondo de los valles; en este caso, en el cauce del colector principal, el río Henares. Así, el "techo" de nuestra zona lo constituye la superficie del páramo (a 800-850 m de altitud) labrada al término del Plioceno y es la forma más antigua de la región muy bien conservada aunque

mermada por la acción fluvial. Todo lo que está por debajo es Cuaternario pero aún es posible diferenciar unidades según altitud y edad. Así, en el borde del páramo, el glacis más alto es el más antiguo y ambos niveles se conservan en las culminaciones de los interfluvios entre torrenteras que son actuales y subactuales. Finalmente, al pie de este borde, el Henares, por erosión lateral genera los acantilados de los "morros" que, como las torrenteras, son muy recientes. En el margen derecho del río, en el entorno del Campus, las terrazas más altas pertenecen al Pleistoceno Medio y van siendo más modernas a medida que descendemos hasta llegar a la llanura aluvial de edad Holocena e incluso al cauce y aledaños que, obviamente, son actuales y marcan la cota más baja de la zona situándose en torno a los 585 m. de altitud.

La Figura 6 resume, a través de 4 esquemas secuenciados, la evolución del relieve descrita en párrafos anteriores.

En cuanto al futuro de la región en términos geológicos, sólo se puede especular a la vista de los procesos actuales e inmediatamente anteriores. En cualquier caso, una previsión de carácter geológico ha de tener en cuenta que su escala cronológica es radicalmente distinta a nuestra experiencia vital. Una previsión a corto plazo acerca de la evolución del relieve nos sitúa como mínimo en un rango de futuro de 10^4 - 10^5 años cuando nuestro horizonte temporal no supera los 10^2 años incluyendo la “memoria histórica”.

A corto plazo es de suponer que el desarrollo de las cuencas torrenciales del borde del páramo continuará, máxime cuando, hacia el noreste, hacia la ciudad de Guadalajara, los glaciares se conservan prácticamente intactos. Hasta tal punto es esto cierto que se puede hablar de dos modelos morfológicos del borde del páramo para esta región (Figura 8): uno de ellos, presente en el sector Santos de la Humosa-Guadalajara, está dominado por una morfología de glaciares con escasa presencia de cuencas torrenciales; el otro modelo, que podríamos denominar de Alcalá de Henares (y que es posible divisar desde el Campus), es lo contrario, es decir, un gran desarrollo de las cuencas torrenciales a expensas de los glaciares (cuyos restos, escasos, pueden rastrearse en la faceta triangular y otros fragmentos menores) y de la propia superficie del páramo que, en este sector, se va desmantelando rápidamente generando cerros testigos como el Ecce Homo.

Así pues con el último encajamiento experimentado por el río Henares y su red, que dejó colgada a la terraza T1 a +10-12 m formando la actual llanura aluvial, comenzó el desmantelamiento del glacis anterior con el desarrollo de cuencas torrenciales. Este es, básicamente, el proceso esencial en curso. Y tiene una gran eficacia en las cercanías del Campus y la ciudad de Alcalá, y muy poco desarrollo hacia el noreste (no es ajeno a esto el hecho de que el borde del páramo más cercano al río Henares se sitúe precisamente en las cercanías del Campus y la ciudad). Pues bien, a corto y medio plazo, este desarrollo torrencial continuará desmantelando los niveles de glaciares y haciendo retroceder el borde del páramo. A muy corto plazo, hay que destacar que el río Henares, muy embalsado en su cuenca alta, presenta un régimen regulado por lo que su capacidad morfogenética y la de sus afluentes se encuentra muy mermada.

A largo plazo las previsiones no son posibles pues entran en juego variables difíciles de evaluar como es el caso de posibles cambios climáticos y actividad tectónica regional. Si suponemos que las cuencas torrenciales en el borde del páramo y la dinámica fluvial se mantendrán más allá de valores en torno al millón de años, habrá que imaginar el práctico desmantelamiento de la meseta del páramo y toda la región estará dominada por grandes superficies correspondientes a los distintos niveles de terraza. Así, la actual llanura aluvial pasará a ser una terraza por futuros encajamientos y los ciclos aluvionamiento-encajamiento se

repetirán una y otra vez hasta que el relieve alcance la planitud configurando el modelo clásico de relieve fluvial senil.

Así pues y como decíamos al principio, la región en donde se asienta el campus externo de la Universidad de Alcalá posee unos rasgos geológicos propios y una historia que, aunque relativamente reciente, es rica en acontecimientos y ejemplar en sus materiales aflorantes y en las formas del relieve resultante. En efecto, las rocas que afloran en el Campus no superan los veinte millones de años de edad si bien es verdad que episodios anteriores tienen influencia aunque indirecta. Se encuentra enclavada en las regiones de transición entre las facies llamadas intermedias -fundamentalmente detríticas- y las centrales -evaporíticas y

carbonatadas- de una cuenca terciaria. Ésta, la fosa del Tajo, constituye un buen ejemplo de paisaje “terciario” con carácter fuertemente continental y que ha sido objeto de atención de numerosos trabajos por lo que es una de las mejor conocidas de las muchas que existen en la península. Pero además, es también una magnífica muestra de paisaje “fluvial” maduro con los elementos morfológicos propios de él como son los distintos niveles de terraza, llanura aluvial, y el cortejo de formas y depósitos que acompañan a dichos elementos (escarpes de terraza, cuencas torrenciales, conos aluviales, barras, etc.). Y todo ello, en una región en donde se combinan relieves propios de regiones “fluviales” con otros de carácter más seco, incluso desértico, generando una gran variedad de formas y materiales de origen diverso.

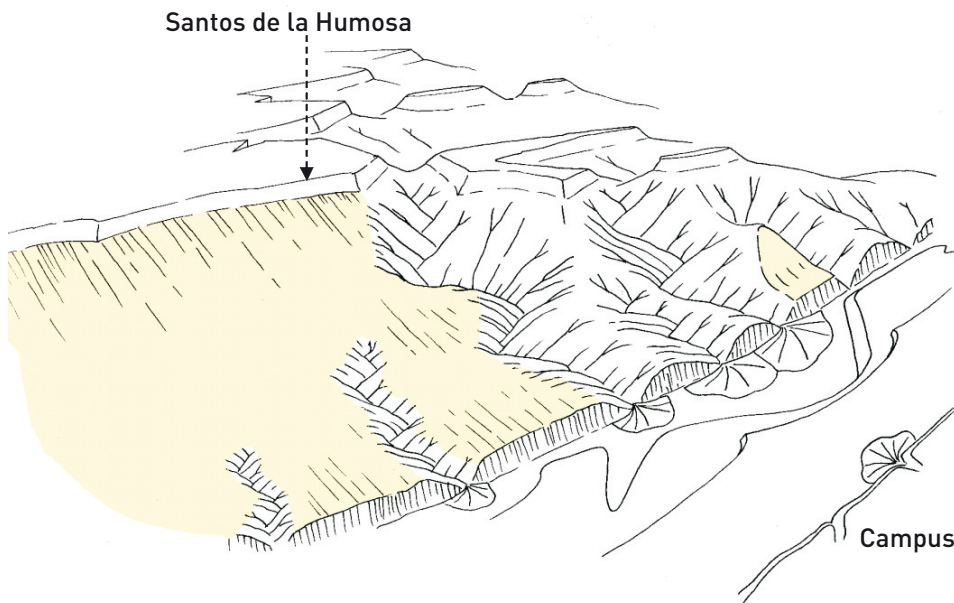


Figura 8.- Dos modelos de relieve en el borde del Páramo. Con predominio de glaciares (a la izquierda del dibujo) y con predominio de torrenteras (derecha).

Bibliografía

- Andrade, A., Arnanz, A.M., Dorado, M., Gil, M. J., Franco, F., López, P., López, J. A., Macías, R., Pedraza, J., Ruiz, B. y Uzquiano, P. (1997); "El paisaje vegetal de la Comunidad de Madrid durante el Holoceno final". Serie Arqueología, Paleontología y Etnografía. Monografía 1, 5. Vol. 5: 1-201. Consejería de Educación y Cultura de la Comunidad Autónoma de Madrid. Madrid.
- Arribas, A., Rábano, I. y Gutiérrez-Marco, J.C.(1998); "El patrimonio paleontológico de la Comunidad de Madrid". En: "Patrimonio geológico de la Comunidad Autónoma de Madrid" (J.J. Durán, ed.).pp. 77-100. Sociedad Geológica de España. Madrid.
- Gallardo, J. y Vaudour, J. (1969); "Problemas morfológicos y edafológicos en la región de Alcalá de Henares". Anales de Edafología y Agrobiología. 28 (12), pp. 63-79. Madrid.
- González, J. A. y Asensio, I. (1985); "Evolución geomorfológica de los valles de Anchuelo y Pantueña, al Sur de Alcalá de Henares". Revista de Materiales y Procesos Geológicos., 3, pp. 125-145. Madrid.
- Junco, F. y Calvo, J. P. (1983); "Cuenca de Madrid". En "Geología de España", t. II. IGME, pp. 534-543. Madrid.
- Martín Escorza, C. (1979); "Fallas y fracturas en las capas miocenas de Alcalá de Henares (Madrid)". Estudios Geológicos. 35, pp. 599-604. Madrid.
- Pedraza, J., González, S. y Centeno, J. (1985); "Mapa fisiográfico de Madrid". Memoria y mapa. Comunidad de Madrid. Consejería de Agricultura y Ganadería. Madrid.
- Pérez González, A. (1994); "Depresión del Tajo". En: "Geomorfología de España" (M. Gutiérrez Elorza ed.); pp. 389-436. Ed. Rueda. Madrid.
- Pérez González, A. y Asensio Amor, I. (1973); "Rasgos sedimentológicos y geomorfológicos del sistema de terrazas del río Henares en la zona de Alcalá-Azuqueca". Bol. Ins. Geol. y Min. LXXXIV-115-22. Madrid.
- Portero, J. M. y Pérez González, A. (1991); "Mapa geológico de España. Escala 1:50.000. Algete. Mapa y memoria". Instituto tecnológico Geominero de España. Proyecto MAGNA. Madrid.
- Portero, J. M. y Pérez González, A. (1996); "Mapa geológico de España. Escala 1:50.000. Alcalá de Henares. Mapa y memoria". Instituto tecnológico Geominero de España. Proyecto MAGNA. Madrid.
- Silva, P. G. (1988); "El Cuaternario del sector centro-meridional de la Cuenca de Madrid: aspectos geomorfológicos y geotectónicos". Tesis de Licenciatura. Fac. de Geología. UCM. 178 pp.

Glosario

Abanico aluvial: Es un depósito de planta aproximadamente triangular que se origina cuando los ríos o los torrentes reducen repentinamente su velocidad al penetrar en una región llana. Por ejemplo, cuando un torrente montañoso llega a una llanura.

Cárcava: Pequeño surco excavado por las aguas de escorrentía sobre la superficie terrestre que se desarrolla fundamentalmente en regiones áridas con fuertes precipitaciones ocasionales dando lugar a un terreno de aspecto acanalado, con estrías poco profundas y separadas entre sí por interfluvios agudos. Inciden con más facilidad sobre materiales blandos y poco compactos, como los suelos arcillosos y de margas.

Creep o reptación: Es un movimiento lento ladera abajo que afecta a los depósitos más superficiales.

Crioclastia: Es un conjunto de fenómenos producidos en ambiente periglacial y que consiste en la rotura de las rocas por la presencia de hielo intersticial.

Cuenca torrencial: Superficie drenada por un torrente.

Deslizamiento: Movimiento brusco de grandes masas rocosas en vertientes abruptas.

Faceta triangular: Formas residuales de vertiente originadas bien por la erosión del escarpe de una falla reciente, bien por erosión torrencial y fenómenos de vertiente en condiciones áridas y subáridas.

Fosa o graben: Depresión originada por el hundimiento mediante fallas de un bloque cortical.

Glacis: Superficie plana y suavemente inclinada (con o sin recubrimiento) que desde las vertientes montañosas enlaza con el fondo de un valle o depresión. Son formas ligadas a ambientes áridos y subáridos.

Horst: Bloque cortical que queda levantado frente a otros de su entorno.

Llanura aluvial: Depósito de gravas de origen fluvial que cubre el fondo del valle y por donde discurre el río.

Páramo (superficie del): Término local (desde el punto de vista geográfico constituye la llamada Alcarria) que define a una superficie de erosión generada por aguas de arrollada, fluviales y por procesos de corrosión kárstica. Se inicia en los alrededores de la población de Sigüenza, a unos 1100 m de altitud, y se extiende hacia el suroeste penetrando en la depresión del Tajo como una gran meseta de bordes abruptos para terminar en los alrededores de la población de Chinchón, a unos 750 m de altitud.

Raña: Topónimo de origen toledano para designar depósitos de canturral de edad pliocena y plio-cuaternaria. Constituye un depósito de bloques y cantos fundamentalmente de cuarcita. Representa la transición entre una sedimentación de tipo abanico aluvial y otra de carácter fluvial.

Terrazas: Forma-depósito de origen fluvial que se construye cuando el río aluviona su valle y después se encaja en estos materiales dejando el depósito colgado.



the 1990s, the incidence of *S. flexneri* has increased in the United Kingdom [10]. In the United States, *S. flexneri* has been reported as the most common serotype in the 1990s [11].

There is a paucity of data on the epidemiology of *S. flexneri* in the United Kingdom. In the 1980s, *S. flexneri* was the most common serotype isolated from patients with acute bacterial dysentery in the United Kingdom [12]. In the 1990s, *S. flexneri* was the most common serotype isolated from patients with acute bacterial dysentery in the United Kingdom [13].

The purpose of this study was to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom. The study was designed to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom. The study was designed to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom.

The study was designed to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom. The study was designed to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom.

The study was designed to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom. The study was designed to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom.

The study was designed to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom. The study was designed to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom.

The study was designed to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom. The study was designed to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom.

The study was designed to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom. The study was designed to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom.

The study was designed to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom. The study was designed to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom.

The study was designed to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom. The study was designed to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom.

The study was designed to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom. The study was designed to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom.

The study was designed to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom. The study was designed to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom.

The study was designed to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom. The study was designed to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom.

The study was designed to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom. The study was designed to determine the prevalence of *S. flexneri* in the United Kingdom.

EcoCampus Alcalá se constituye como órgano impulsor y coordinador de las iniciativas relacionadas con el Programa de Calidad Ambiental de la Universidad de Alcalá.

Entre sus objetivos, EcoCampus incluye la participación del personal universitario (principalmente alumnos, pero también profesores y PAS) en la elaboración de propuestas y soluciones encaminadas a la mejora ambiental de nuestra Universidad. Por ello, esperamos tus ideas y colaboración.

Si estás interesado, también puedes participar en las publicaciones. Contacta con nosotros.



EcoCampus Alcalá
Universidad de Alcalá

Colegio Basilio
C/ Basilio s/n, 2 planta
28801 Alcalá de Henares, Madrid
Tel. (+34) 91 885 2429 / 2430
ecocampus@uah.es