



PROYECTOS DE INNOVACIÓN Y MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE (PIMCD)

Convocatoria 2013

VICERRECTORADO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

ISBN: 978-84-96877-88-7

Depósito Legal: M-11304-2014

GeoRuta por el Campus de Moncloa



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE
MADRID

GEORUTA POR EL CAMPUS DE MONCLOA

Hontecillas Tamayo, Daniel¹. Santamaría López, Ángel²

^{1,2}Facultad de Ciencias Geológicas (UCM). C/ José Antonio Novais, 2. Universidad Complutense. 2804 Madrid.

¹ danndht@hotmail.com

²angelsan83@gmail.com

Edición: Vicerrectorado de Evaluación de la Calidad (UCM)

ISBN: 978-84-96877-88-7 Depósito Legal: M-11304-2014

Índice

<i>Escala del tiempo geológico</i>	5
<i>Introducción</i>	6
<i>“Erase una vez Madrid”</i>	6
<i>Estratigrafía de la Ciudad Universitaria</i>	9
<i>Itinerario de la “GeoRuta”</i>	11
<i>Parada 1 (2Fs): “¡Una ración de calizas con caracoles!”</i>	12
<i>Parada 2 (1Fs): “La larga marcha”</i>	14
<i>Parada 3: “Físicamente fósiles”</i>	15
<i>Parada 4 (3Fs): “Amo las calizas del Páramo”</i>	19
<i>Parada 5 (4Fs): “¡Me he quedado estratificado!”</i>	20
<i>Parada 6: “Derechos para los Fósiles”</i>	23
<i>Parada 7 (5Fs): “Geología con Filosofía”</i>	25
<i>Parada 8 (6Fs): “Travertinos de la Ciudad Universitaria”</i>	27
<i>Parada 9: “La fauna de agrónomos”</i>	30
<i>Parada 10 (7Fs): “¡El Campus está que arde!”</i>	33
<i>Parada 10´ (7Fs): “El círculo de los fósiles”</i>	38
<i>Parada 11 (8Fs): “El metamorfismo médico”</i>	42
<i>Agradecimientos</i>	46

Bibliografía 46

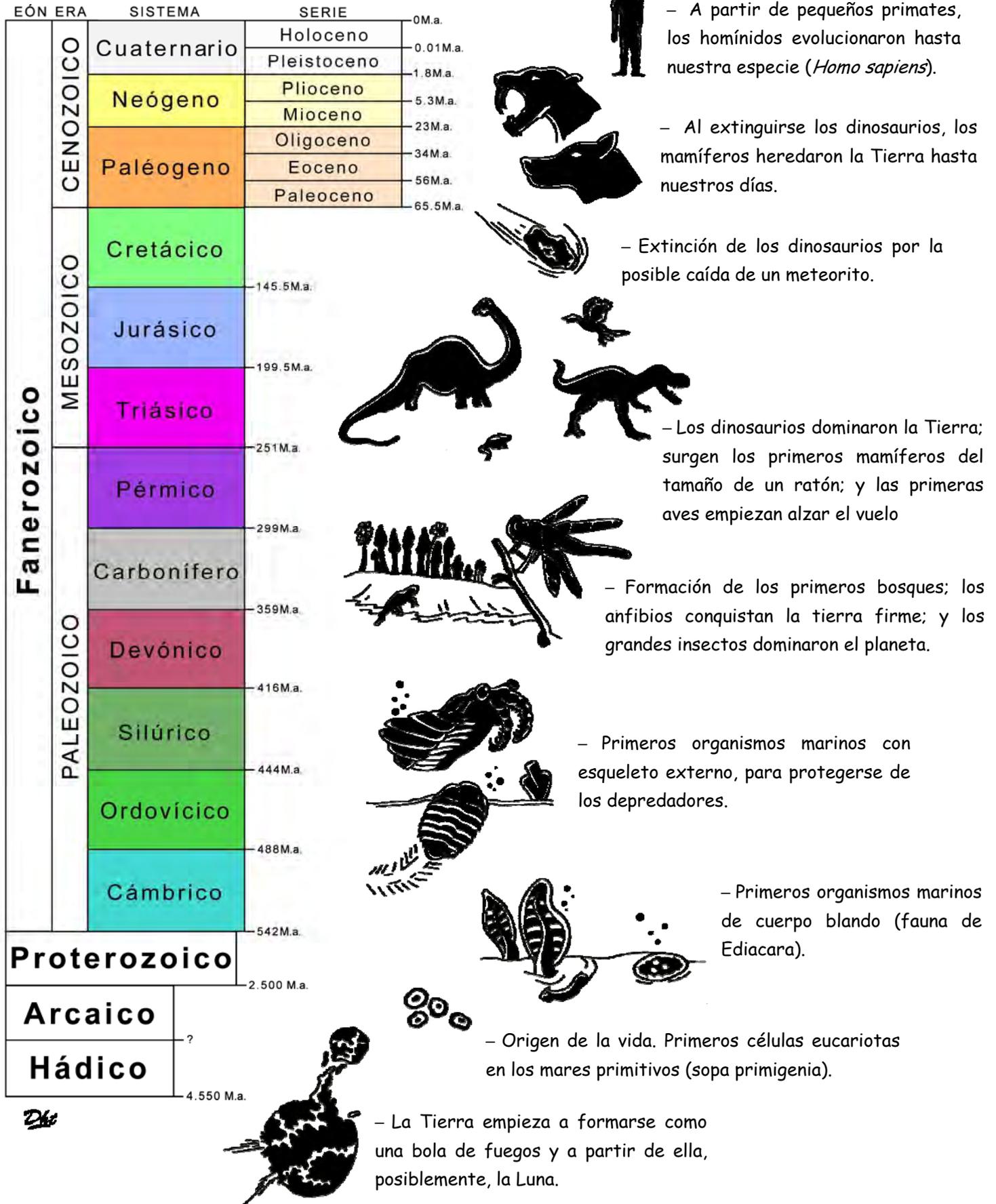
Recursos electrónicos48

Anexo I: Glosario de términos geológicos 50

Anexo II: Información de Facultades de la UCM52



Escala del tiempo geológico



Introducción

Antes de que empecemos nuestra ruta, me gustaría comentarte un poco el manejo de esta guía. La “GeoRuta por el Campus de Moncloa”, cuenta con dos itinerarios con sus dos mapas. El primero y más completo, consta de once paradas y está preparado para visitar tanto el exterior como el interior de las facultades, por lo que tendrás que evitar visitarlas en días festivos... ¡No te preocupes!, al final de la guía te he dejado información de todas ellas. Por otra parte, el segundo itinerario es una visita exclusivamente por el exterior a lo largo de ocho paradas; para que no haya dudas, están indicadas por la abreviatura (Fs).

En cada una de los puntos escogidos, se presenta su localización y coordenadas, por si eres de aquellos que tienen espíritu aventurero y les gusta encontrar los lugares con un GPS en mano, la información geológica y algunas curiosidades que te podrían interesar; al final, también dispones de un glosario donde explico algunos de los términos geológicos que he empleado y que te podrían resultar extraños. Lo que pretendo es que de una manera amena y divertida, seas capaz de descubrir por ti mismo, todas aquellas curiosidades que se esconden en las rocas ornamentales de tu ciudad, para que una vez completada la ruta, seas tú el encargado de dar a conocer los misterios que encierran las rocas y despiertes el interés de los que te rodean.

Sin embargo, antes de ponernos en marcha, quiero contarte una historia fascinante que tuvo lugar hace millones de años (M.a.) en el suelo que pisas ahora mismo...

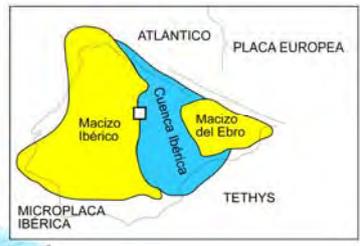
“Erase una vez Madrid”

Hubo un tiempo, concretamente del Proterozoico al Carbonífero, en el que toda la Zona Centroibérica era un territorio totalmente inestable, debido a las últimas etapas de la Orogenia Varisca (Carbonífero) (Fernández Galiano y Ramos Fernández, 1987; Vera, 2004) (Fig. 1.1). A lo largo de la historia de la Tierra, se han sucedido múltiples Orogenias, que no son más que eventos donde las placas tectónicas que constituyen los continentes, chocan deformando las rocas (rocas metamórficas) y dan como resultado montañas y cuencas. A la inestabilidad tectónica, se sumaron múltiples eventos de actividad volcánica importantes antes del Pérmico (Fig. 1.1), que dieron lugar a la formación de grandes volúmenes de rocas ígneas (Fernández Galiano y Ramos Fernández, 1987; Vera, 2004); esta Zona Centroibérica formado por rocas metamórficas (gneises, pizarras, cuarcitas, esquistos) e ígneas (granitos), los geólogos la conocen como el Complejo Esquisto-Grauváquico. Hoy estos materiales paleozoicos generan recursos, tanto de construcción (canteras) como en pequeñas minas.

1 PROTERO.-PÉRMICO



2 CRETÁCICO SUP.



3 EOCENO-OLIGOCENO



4 MIOCENO INF.-MED.



Figura 1. Cinco eventos importantes a lo largo de la evolución de la Cuenca de Madrid (Mapa fig.1.2, modificado de Gil et al., 2010).

5 MIOCENO SUP.



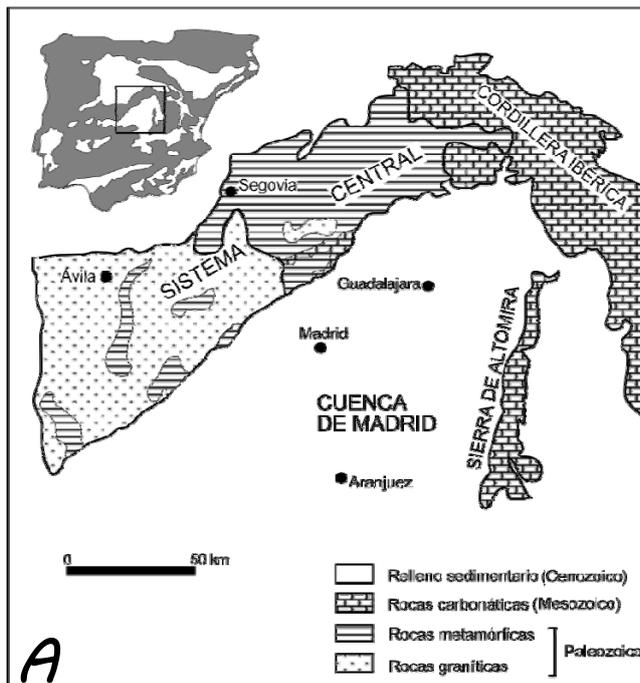
¿La evolución de la Cuenca de Madrid en cinco pasos?. ¡No me lo creo! JA JA

D&E

Millones y millones de años después, en el Cretácico Superior la mayor parte de continentes estaban sumergidos bajo el agua, y la Península Ibérica no iba a ser menos. En este momento, mientras los dinosaurios campaban a sus anchas, la Península Ibérica se encontraba dividida a través de un mar somero que comunicaba el Atlántico con el Mar de Tethys (el antiguo Mar Mediterráneo), en dos porciones de tierra emergidas: el Macizo Ibérico y Macizo del Ebro (Fig. 1.2) (Segura et al., 2008; Gil et al., 2010). Conforme África se aproximaba a la Península, por el movimiento de las placas tectónicas, se fueron desarrollando fuerzas compresivas, cuya intensidad fue incrementándose hasta que en el Eoceno-Oligoceno (quizás antes), tuvo lugar la llamada Orogenia Alpina, a partir de la cual se generaron importantes relieves u orógenos como los Alpes, el Himalaya y en nuestro caso, el desarrollo del Sistema Central y de la Cordillera Ibérica (Fig. 1.3) (Fernández Galiano y Ramos Fernández, 1987; Gil et al., 2010). La formación de estos relieves, hizo que las aguas del mar se fueran retirando del continente.

Durante el Mioceno Inferior-Medio (Fig. 1.4) y sobre todo en el Mioceno Superior (Fig. 1.5), estos altos relieves graníticos fueron sometidos a la erosión por agentes geológicos como el aire o el agua, y como no hay que olvidar que Madrid se ubica en una cuenca a menor altura, muchos de estos materiales fueron arrastrados generando abanicos aluviales hasta donde te encuentras ahora (Fernández Galiano y Ramos Fernández, 1987; García Romero, 2004; Cuevas González, 2005). Estos materiales terciarios además de contener un rico registro paleontológico (Morales et al., 2000; Soria et al., 2000), como el cercano yacimiento paleontológico del Campus de Somosaguas (Soria et al., 2000; Hernández Fernández et al., 2006), contienen derivados de la arcilla como la bentonita y sepiolita de gran importancia económica (García Romero, 2004).

Actualmente la Comunidad de Madrid comprende un territorio de 7.995 km² de superficie situado en el Sistema Central Español, el cual pertenece al Macizo Ibérico y a la Cuenca de Madrid (Fig. 2A y 2B), denominada tradicionalmente Fosa o Cuenca del Tajo (Fernández Galiano y Ramos Fernández, 1987; García Romero, 2004).



superficie situado en el Sistema Central Español, el cual pertenece al Macizo Ibérico y a la Cuenca de Madrid (Fig. 2A y 2B), denominada tradicionalmente Fosa o Cuenca del Tajo (Fernández Galiano y Ramos Fernández, 1987; García Romero, 2004).

Geográficamente, los relieves montañosos integrados dentro del Sistema Central y que aparecen en la zona noroeste de la Comunidad de Madrid, forman las sierras de Guadarrama y Somosierra, principalmente. Con cotas por encima de los 1.600 m, como el Pico del Peñalara, con 2.430 m (Fernández

Galiano y Ramos Fernández, 1987). A pesar de las elevaciones que generan macizos como los de Cabezas, Peñalara, la Sierra de la Cuerda Larga y los Montes Carpetanos, la altura media del territorio disminuye ligeramente de E a W (Fernández Galiano y Ramos Fernández, 1987). Estas zonas correspondientes a la Cuenca de Madrid, son mesetas o páramos excavados por valles fluviales (Fig. 2B) cuaternarios, dentro de los cuales destacan los de los ríos Alberche (la mínima altura de la provincia, con 434 m), Guadarrama, Manzanares, Jarama, Henares, Tajuña y Tajo, este último definiendo el límite meridional (sur) de la Comunidad de Madrid (Fernández Galiano y Ramos Fernández, 1987).

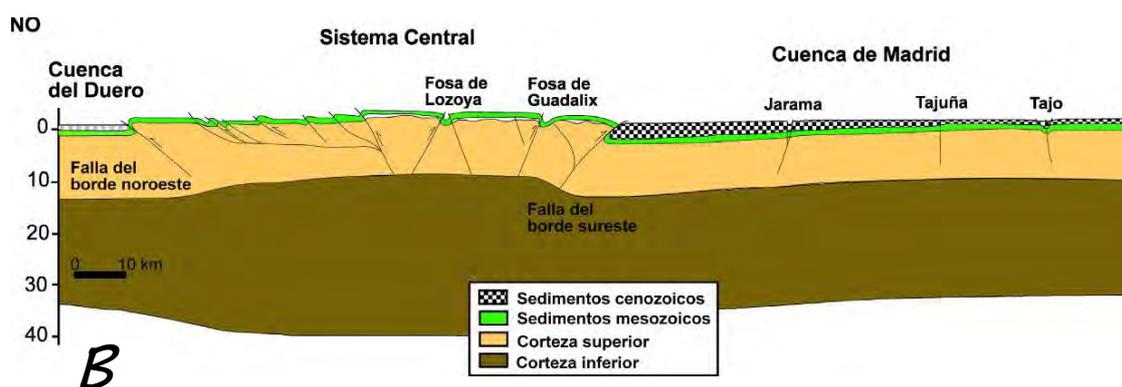


Figura 2. A, Situación de la Cuenca de Madrid en la Península Ibérica (modificado de Cuevas González, 2005); B, Corte geológico esquemático mostrando la morfología de la Cuenca de Madrid y su proximidad al Sistema Central (modificado de Díaz Martínez et al., 2012).

***Nota:** los geólogos dibujamos cortes geológicos para interpretar, a partir de los afloramientos de rocas que se ven en superficie, las estructuras que tienen las rocas en el subsuelo.

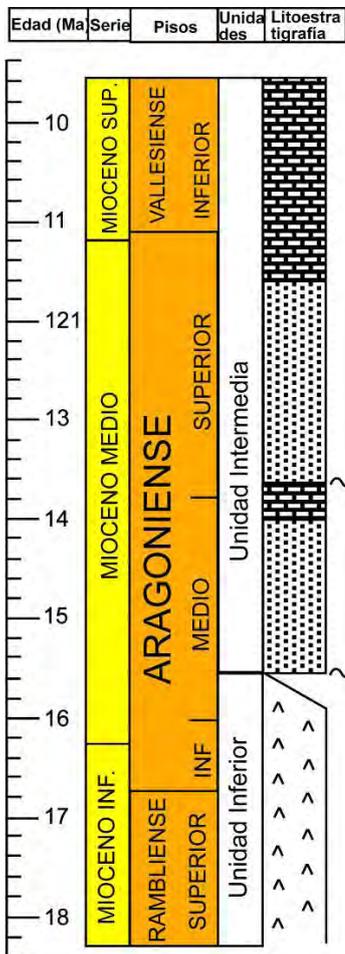
Estratigrafía de la Ciudad Universitaria

Todo el cuento que te he contado, aunque te pienses que me lo he inventado, puede verse hoy, ya que los sedimentos y rocas formados en las diferentes épocas geológicas, se fueron apilando en capas o estratos como el bizcocho y nata que forman una tarta. Así, cada una de esas capas dan una información, que los geólogos podemos “leer” como si fueran las páginas del libro...” Tierra: historias de una desconocida” (a lo mejor ya te he dado una pista para publicar tu propio libro).

Bajo cualquier suelo que pises siempre habrá estratos, aunque no los puedas ver, y el Campus de Moncloa no iba a ser una excepción. Para ubicarte un poco, lo primero es decirte que el Campus de Moncloa se enclava en el distrito de Moncloa-Aravaca, al noroeste de la ciudad, y aparece vertebrado por la Avenida Complutense y

la autovía del Noroeste. En el margen oeste de la zona está el Palacio de la Moncloa y en el límite norte el parque de la Dehesa de la Villa.

En cuanto a los materiales sobre los que se encuentra corresponden a la Unidad Intermedia de edad miocena que se ve en la figura 3 (Junco Aguado y Calvo Sorando, 1983). Esta unidad comprende varios materiales conocidos como Facies Terrígenas Marginales. Lo más seguro es que no estés familiarizado con el término “facies”. Una facies es un conjunto de rocas con unas características propias. Pues bien, las que nos interesan se extienden desde el borde meridional del Sistema Central, rellenando la Cuenca de Madrid, y sucediéndose una tras otra en la vertical (Fig. 3) y lateralmente (Fig. 4).



Así, por ejemplo, próximas al Sistema Central (formado por los granitos señalados como 1 en la figura 4), aparece una facies con rocas sedimentarias formadas por gruesos cantos y que son resultado de la erosión de los montes (materiales señalados como 2). Les siguen las numeradas como 3, que son también rocas sedimentarias pero en esta ocasión con cantos más finos; esto se debe a que el abanico aluvial cada vez puede llevar menos fragmentos gruesos y pesados. Esto es más evidente, si cabe, en los materiales del número 4, que son arcillas muy finas. El número 5 lo forman las facies de tipo evaporítico, para que nos entendamos, son rocas con mucho mineral de yeso y sal. Estas rocas evaporíticas son producto de la evaporación, a lo largo del tiempo, de los lagos que cubrieron gran parte de la Cuenca de Madrid (García Romero, 2004).

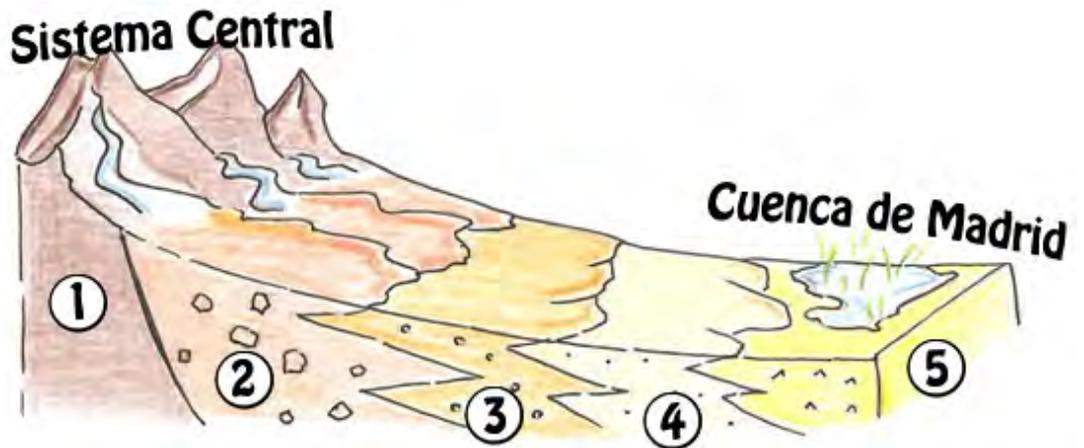


Figura 4. Esquema de la disposición de facies en la Cuenca de Madrid. 1. Granitos del Sistema Central; 2. Sedimentos de cantos gruesos; 3. Sedimentos de arenas; 4. Sedimentos de arcillas; y 5. Facies evaporíticas con yeso (modificado de García Romero, 2004).

Figura 3. Estratigrafía del Aragoniense de la Cuenca de Madrid (modificado de Cuevas González, 2005).

***Nota:** siguiendo con nuestro afán de hacer “dibujitos”, en geología es común realizar bloques diagrama como el que se muestra arriba. ¡No tienen por qué ser complejísimos!, lo importante es representar de una manera clara lo que nos vamos a encontrar en el subsuelo y cuál es su distribución en el espacio.

Parada 1 (2Fs): "¡Una ración de calizas con caracoles!"

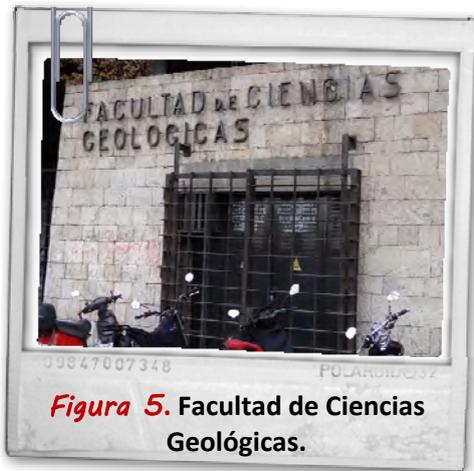


Figura 5. Facultad de Ciencias Geológicas.

Localización: Facultad de Ciencias Geológicas (Fig. 5).
Coordenadas: Longitud: 3° 43' 31.93" W; Latitud: 40° 26' 54.95" N.

Las rocas de color blanquecino que recubren la fachada de la Facultad de Geología, son rocas de tipo sedimentario, denominadas calizas. Su nombre se debe a que más del 99,7% de su composición es de calcita y en menor medida, cuarzo y óxidos de hierro.

Esto supone una característica importante, ya que en el campo, existen unas rocas similares en aspecto, pero con un mayor enriquecimiento en magnesio, llamadas dolomías. Para diferenciarlas, los geólogos empleamos ácidos débiles como el ácido clorhídrico (HCl), el cual reacciona haciendo efervescencia con la calcita, pero no con el magnesio de las dolomías (Medenbach y Sussieck-Fornefeld, 2005).

Los ambientes de formación más característicos de caliza son los mares, más concretamente en zonas marinas poco profundas, en aguas cálidas y alejadas de zonas emergidas que puedan aportar sedimentos detríticos (Ej.; arenas, arcillas, conglomerados, etc.) (Fig. 6). En ambientes continentales los lugares de formación típicos son los lagos, aunque también existen extensas formaciones calcáreas asociadas a suelos (costras calizas), surgencias de agua (travertinos) y cuevas kársticas.

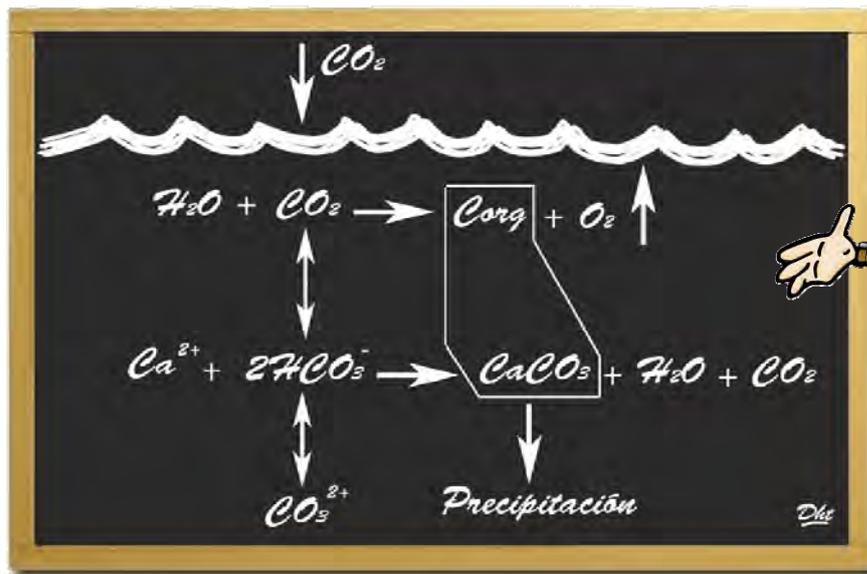


Figura 6. Ciclo del Carbono en los medios marinos.



La precipitación del carbonato cálcico ¿Es fácil no? JA JA

Gracias a los fósiles de estas calizas blancas de Colmenar de Oreja que son gasterópodos, más comúnmente conocidos como caracoles, se ha podido conocer que su ambiente de formación fueron lagos poco profundos o pantanos de edad Mioceno (Neógeno). Precisamente, muchos de estos fósiles pueden observarse a lo largo de toda la fachada (Fig. 7), quedando frecuentemente las siluetas de éstos, debido a la disolución de sus conchas durante la fosilización. En algunos casos se observa el crecimiento de minerales en su interior, a modo de geodas (Fig. 7A). En paradas posteriores podrás ver como durante la fosilización, además de la disolución, ocurren otros muchos procesos, haciendo de la fosilización algo más complejo de lo que realmente se pueda pensar.

Curiosidades: esta caliza blanca de Colmenar de Oreja es conocida con el nombre escueto de "Piedra de Colmenar" y su estudio geológico determinó que era la mejor piedra caliza para la sillería de Castilla La Nueva.

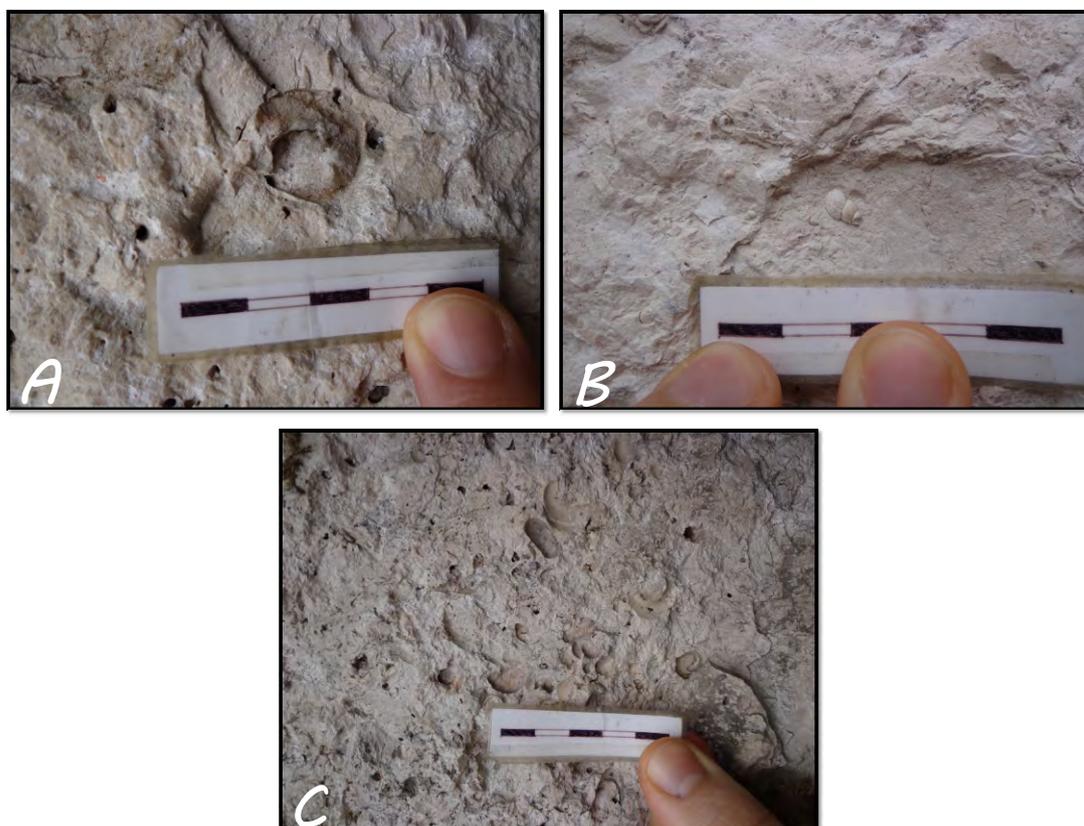


Figura 7. Fósiles de gasterópodos en la "Piedra de Colmenar". A y B, concha disuelta y con reemplazamiento mineral (precipitación interna de minerales en A); C, conchas disueltas (sólo queda la forma de la concha, o molde). Escala 5 cm.

La cantería, comúnmente en forma de galerías, tuvo su más esplendoroso momento durante el siglo XVIII con la construcción del imponente edificio del Palacio Real de Madrid y la serie de estatuas de gran tamaño, en total 94, que le iban a coronar y que hoy andan repartidas por diversos lugares de la Capital. El problema de aquellos tiempos, aparte de la dificultad de extracción de los bloques bajo tierra, era el

transporte de volúmenes tan pesados. La piedra de Colmenar también fue usada en las iglesias de Colmenar de Oreja (Fig. 8) y Chinchón, y en varias construcciones de Aranjuez y Madrid como la Palacio Real de Aranjuez (Fig. 8), la Puertas de Alcalá y Toledo, la Catedral de la Almudena, la Casa de Velázquez, el Museo del Prado, el Observatorio Astronómico, Teatro Real, Banco de España, Palacio de Correos y Comunicaciones, o la Catedral y el Alcázar de Toledo. Actualmente, la explotación de esta caliza es a cielo abierto y sus usos están destinados a: fabricación de cal, enriquecedor del abono, compuestos destinados a fortalecer las osamenta de determinados animales, la fabricación de vidrio o betún, cemento blanco, grava, etc.



Figura 8. Caliza en monumentos (Arriba) Palacio Real de Aranjuez, (abajo) Iglesia de Santa María La Mayor (Colmenar de Oreja).

Parada 2 (1Fs): “La larga marcha”



Figura 9. Afloramiento de arcosas.

Localización: Afloramiento de arcosas, próximo a la Facultad de Geología (Fig. 9).

Coordenadas: Longitud 3° 43' 28.60" W;

Latitud: 40° 26' 56.89" N.

Como te he comentado, el Campus Universitario de Moncloa se encuentra sobre materiales terrígenos del Mioceno Medio (Neógeno), de los cuales, las arcosas, arenas con un alto contenido en feldespatos, son los materiales más predominantes. Si recuerdas, estos sedimentos procedían de la erosión de los relieves graníticos del Sistema Central y que fueron posteriormente, arrastrados a modo de abanicos aluviales hacia la Cuenca de Madrid (Figs. 1 y 4). Pues bien, ahora mismo... ¡podrías estar frente a una sección de uno de estos abanicos!, o por lo menos hacerte una idea de los materiales que arrastraron.

Te invito a acercarte al afloramiento, no te preocupes por mancharte un poco, ¡es parte de la “magia de la geología”, hombre!. Si recoges un puñado de arcosas (Fig. 10), podrás ver que éstas están constituidas por pequeños granitos de minerales; así, los más blancos o rosados son los feldespatos, pero puede haber otros más transparentes: los cuarzos; otros que son negros y blancos brillantes como en láminas, las micas (biotita, negra y la moscovita, parecida al papel de aluminio). Cuatro

minerales que forman los granitos, incluso puedes encontrar fragmentos de esta roca ígnea.

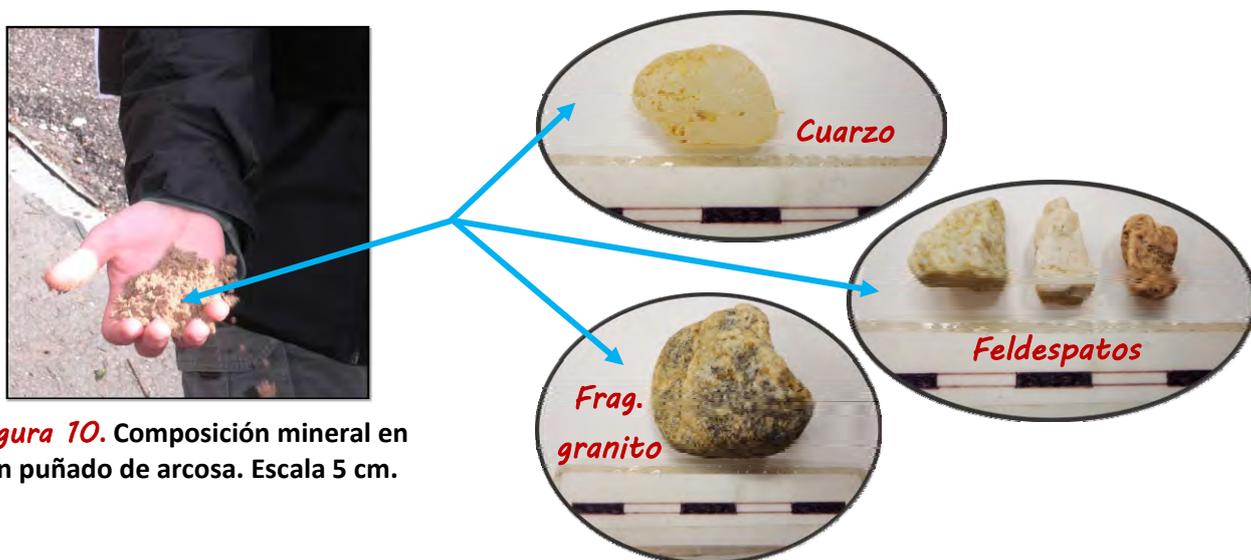


Figura 10. Composición mineral en un puñado de arcosa. Escala 5 cm.

Parada 3: “Físicamente fósiles”

Localización: Interior de la Facultad de Ciencias Físicas (Fig. 11).
 Coordenadas: Longitud: 3° 43' 34.10" W; Latitud: 40° 27' 3.40" N.



Figura 11. A, fachada de la Facultad de Físicas; B, hall a la entrada de la Facultad.

Si entras al hall y te acercas un poco a las losas que revisten las paredes, verás que están compuestas por pequeños granitos de arena carbonática y gran cantidad de fósiles, sobre todo fragmentos de éstos, que en su mayor parte soportan la estructura general de la roca. Por ello, se dice que es una roca “granosoportada”. Se trata de una calcarenita bioclástica (arena de granos carbonáticos con fragmentos esqueléticos de organismos del pasado) de un color marrón claro o beige. Si te fijas en los fósiles que

contiene y su distribución, podrás (como hacen los Paleontólogos) deducir el ambiente en el que se formó la roca.

Los fósiles que se pueden detectar a simple vista son fragmentos de: braquiópodos, bivalvos, gasterópodos, algas rojas y colonias de corales, así como formas circulares que podrían ser o bien posibles perforaciones hechas por organismos (bioturbación) que vivieron dentro del sustrato (endobentónicos), o bien orificios rellenos de sedimento una vez que el tallo de algún resto vegetal desapareciera. Todos ellos, son restos de organismos marinos, lo que indica que el sedimento del que proviene la roca se ha formado en el mar. En cuanto a su edad, resulta difícil de saber aunque a priori podrían ser rocas del Cenozoico (Fig. 12), ya que no se han encontrado organismos marinos que indiquen otra edad.



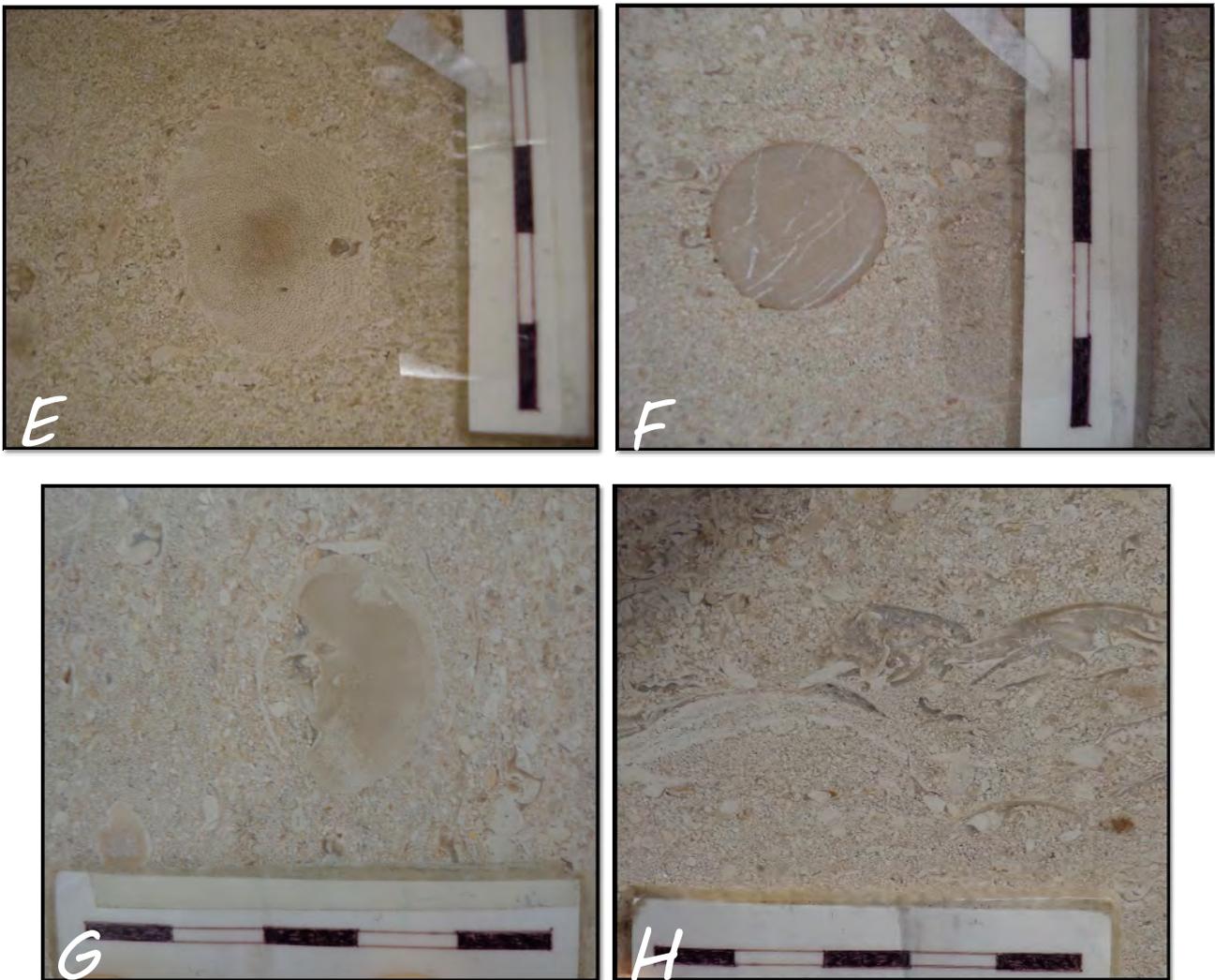


Figura 12. Fósiles encontrados en la Fac. de Físicas: A, colonia de corales rugosos; B, alga roja; C, gasterópodo; D, corales escleractinios; E, fragmento de alga; F, posible relleno de una bioturbación u orificio dejado por una planta; G, braquiópodo; H, conchas de bivalvos. Escala 5 cm.

Además de los fósiles, existen otras pistas que hablan del ambiente en el que se ha acumulado el sedimento, y estas pistas nos las proporciona la Estratigrafía. Si ahora observas a cierta distancia, algunas de las rocas presentan unas líneas oblicuas que van siendo cada vez más horizontales. Éstas son un tipo de estructura sedimentaria denominada estratificación cruzada (Fig. 13) y son causadas por la acumulación de arena u otros materiales en forma de ondulaciones o pequeñas dunas en el fondo por la acción de una corriente.

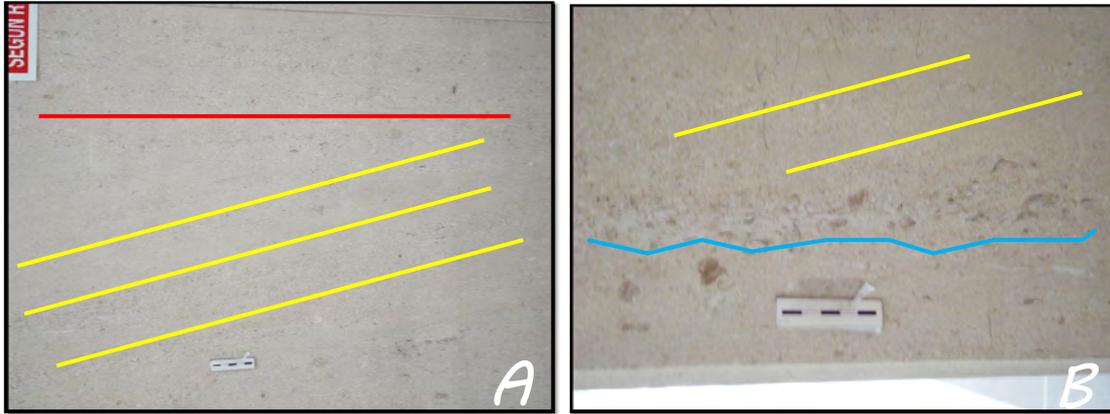


Figura 13. Estructuras sedimentarias en la calcarenita bioclástica. A, (arriba) estrat. horizontal, (abajo) estrat. cruz. planar; B, (arriba) estrat. cruz. planar, (abajo) acumulación de bioclastos tras un flujo de corriente. Escala 5 cm.

Lo que indica la presencia de estas estructuras es, de nuevo, un ambiente acuático con cierta energía, es decir, con cierto movimiento de la corriente de agua. Como lo que tenemos en la roca son principalmente fragmentos de bioclastos, y no restos en conexión anatómica o articulados, que aparecen orientados en posiciones que ofrecen menor resistencia a la corriente, se puede decir que la mayoría de los fósiles no vivían en ese lugar, sino que fueron transportados por la corriente (Fig. 13B). De este modo formaron parte de una arena-grava que fue moldeada por el agua en movimiento cerca de la costa, que es donde realmente vivieron estos organismos.

En estas estratificaciones hay, a su vez, una alternancia de estratos claros, sin apenas organismos y otras más oscuras, con alta cantidad de clastos, que estarían relacionadas con episodios de calma y de tormentas, respectivamente (Fig. 13).

Curiosidades: en algunos lugares de las rocas puedes encontrar alguna concha de bivalvo orientada paralelamente a la estratificación y que se ha conservado manteniendo el denominado “efecto paraguas” (Fig. 14A), es decir, protegiendo de la corriente a algunos clastos en su interior. Al tener un lado convexo más hidrodinámico, la corriente de agua hace que las valvas conserven su lado cóncavo hacia abajo, ya que así ofrecen menor resistencia, atrapando sedimento en su interior que, de otra manera, sería arrastrado por el agua en movimiento. Esto ofrece un criterio de orientación de la roca, es decir, se puede saber cuál es la parte de arriba y cuál la de abajo: donde esté la parte convexa de la valva será la parte de arriba (el techo del estrato) y donde esté la parte cóncava, será la parte de abajo (el muro).

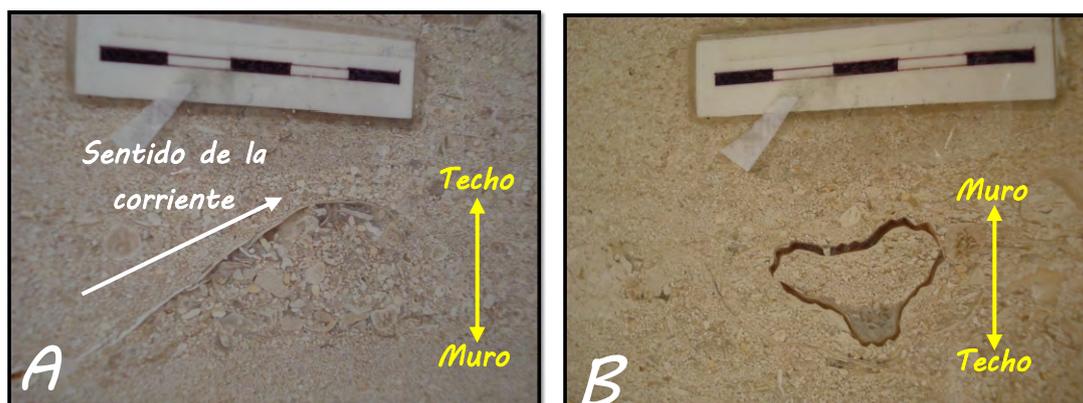


Figura 14. Criterios de polarización: A, concha de bivalvo generando un efecto paraguas. En el muro predominan los clastos ya que no han sido arrastrados por la corriente, a diferencia del material más fino; B, braquiópodo rinconélido (con relleno geopetal). Escala 5 cm.

Otro criterio de polaridad u orientación, llamado relleno geopetal, aparece en un braquiópodo rinconélido (Fig. 14B). Este relleno se genera al entrar sedimento en la parte interior del esqueleto o concha del organismo, dejando una parte de la cavidad superior llena prácticamente de agua, que durante la fosilización se secará y dejará espacio para que crezcan cristales de minerales o cemento.

Parada 4 (3Fs): “Amo las calizas del Páramo”



Figura 15. Calizas del páramo.

Localización: Césped del Paraninfo (Fig. 15).
 Coordenadas: Longitud: 3° 43' 42.45" W;
 Latitud: 40° 26' 56.72" N.

Las rocas decorativas de color beige que destacan entre el césped son de nuevo calizas, pero a diferencia de paradas anteriores, éstas carecen de fósiles y se encuentran más dolomitizadas, es decir, mucha de la calcita de la caliza se ha visto transformada por diversos procesos de cristalización, en dolomita. El caso contrario, se denomina dedolomitización. Al igual que la piedra de Colmenar, éstas también fueron depositadas en lagos de agua dulce poco profundos en la Cuenca de Madrid, durante el Mioceno Superior y parte del Plioceno.

Si te fijas detenidamente (Fig. 16), lo más llamativo de estas rocas es la gran cantidad de oquedades que presentan, generadas por la disolución del agua que circula por ellas. Sin embargo, si esta agua se sobresatura en calcita, puede dar lugar a precipitaciones a modo de estructuras que pueden recordar a los espeleotemas (estalactitas y estalagmitas) que podrías encontrarte en una cueva.

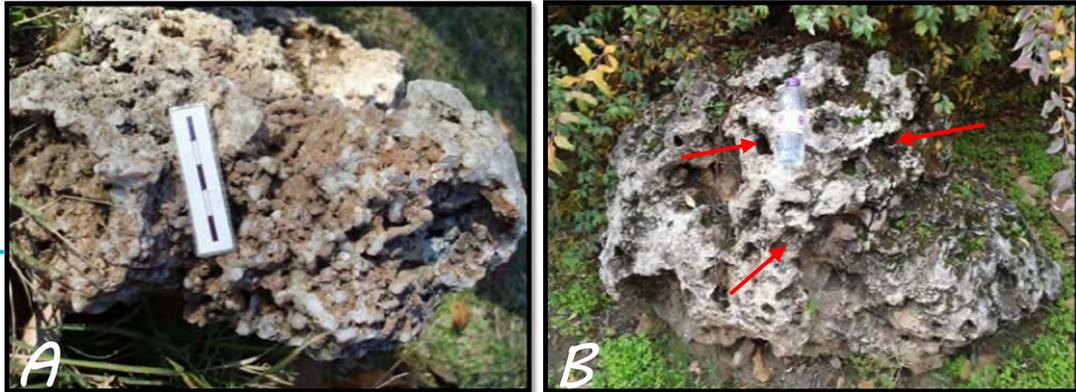


Figura 16. Detalle de la Caliza del Páramo. A, precipitación de cristales de calcita, similar a espeleotemas. Escala 5 cm; B, marcas de disolución.



¿Algo se parecen no?
JA JA



Curiosidades: el nombre de las calizas del páramo proviene del páramo de la zona norte de Tierra de Campos (en la comunidad de Castilla y León).

Parada 5 (4Fs): “¡Me he quedado estratificado!”



Figura 17. Areniscas del Paraninfo.

Localización: Césped del Paraninfo (Fig. 17).
Coordenadas: Longitud: 3° 43' 41.99" W;
Latitud: 40° 26' 55.95" N.

En este parque se hallan varias rocas ornamentales de forma redondeada. Son areniscas, un tipo de roca que pertenece al grupo de las rocas sedimentarias detríticas. Éstas se forman a partir de la erosión de ro-

cas preexistentes por efecto del viento, el agua, meteorización, etc. (conocidos como agentes erosivos). La erosión da lugar, por tanto, a un sedimento compuesto por fragmentos de diferentes tamaños de la roca original. A continuación, los agentes de transporte llevan estos elementos y acaban por depositarlos o más propiamente, sedimentarlos lejos de la roca madre.

Para que termine de formarse una roca detrítica, este sedimento debe endurecerse (los fragmentos de roca han de acabar unidos entre sí) y para ello debe enterrarse. La litificación o formación de la roca, se lleva a cabo por la acción de un cemento de origen químico que precipita entre los fragmentos. Un vistazo más de cerca a estas areniscas permite encontrar fragmentos minerales de cuarzo, feldespato y mica, al igual que las arcosas de la parada 2.

Las areniscas que encontramos en el césped del Paraninfo presentan un tamaño de grano grueso y alto contenido en feldespato potásico, el cual, le da esas tonalidades oscuras (Figs. 17). Además presentan estratificaciones cruzadas planares, como en la parada 3, que son debido a las diferentes direcciones de flujo de agua a las que han sido expuestas durante su formación (Figs. 18A y 18B).

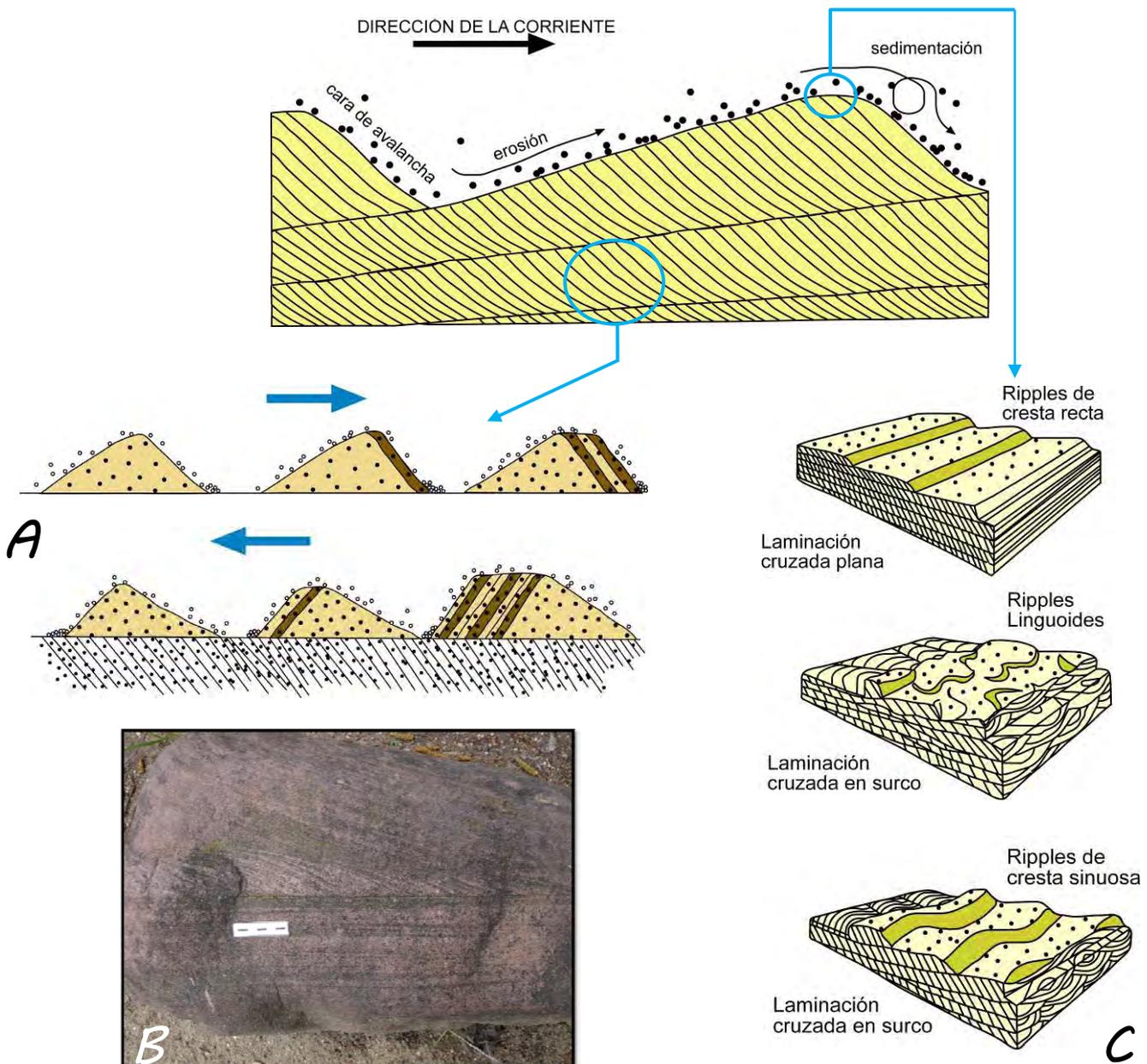


Figura 18. Estructuras en rocas sedimentarias. A, formación de las estratificaciones cruzadas, en corte; B, detalle de las estrat. cruz. planares en las areniscas del Paraninfo. Escala 5 cm; C, ripples en superficie (modificado de Dabrio y Hernando, 2003).

Mientras que en corte se dan las estratificaciones cruzadas, en superficie se desarrollan otras estructuras en forma de ondulaciones, llamadas “ripples” (Fig. 18C), y que no sólo aparecen en el registro fósil, sino también en playas o en dunas actuales (Fig. 19).

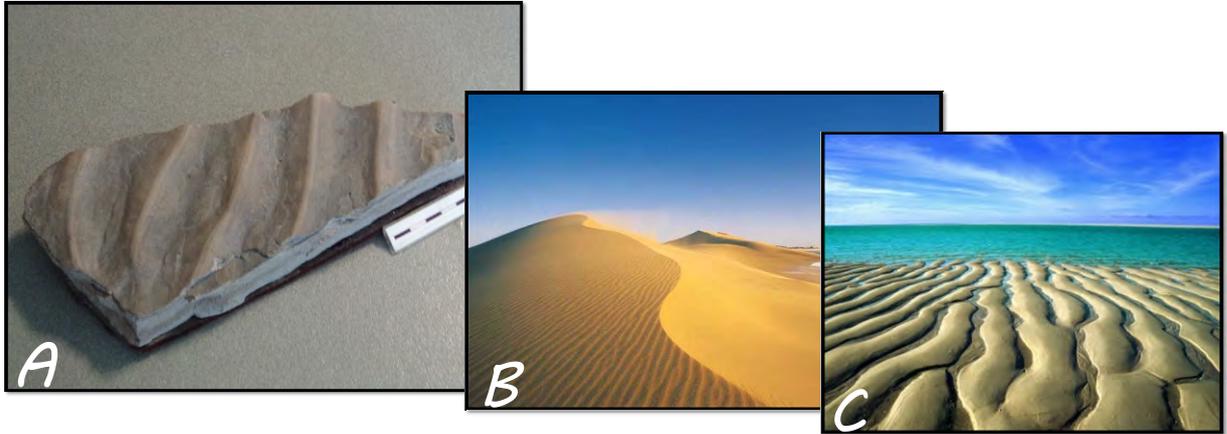


Figura 19. A, ripples fósiles de las minas de Puerto Llano (Ciudad Real). Escala 5 cm; B, ripples en dunas actuales; C, ripples en una playa actual.

Curiosidades: las areniscas constituyen, desde hace miles de años, un material usado para la construcción de edificios y monumentos (Ej.; castillos, iglesias, catedrales, puentes, etc). Entre las construcciones más destacadas en las que la humanidad se halla valido de la arenisca se encuentra el templo de Templo de Abu-Simbel (Fig. 20), al sur de Asuán, en las orillas del Río Nilo (para conocer más sobre este monumento milenario, te recomiendo visitar en la página web <http://whc.unesco.org/>, el catálogo del Patrimonio de la humanidad elaborado por la UNESCO).

Por otro lado en la construcción de la Catedral de Salamanca, y en otros edificios salmantinos, se utilizó la Arenisca de Villamayor (Fig. 20) (García de los Ríos, 1994). Esta piedra, de color ocre amarillento, tiene una composición de origen fluvial.



Figura 20. Areniscas en monumentos. (Arriba) Templo de Abu-Simbel (Egipto), (abajo) Catedral de Salamanca (España).

Parada 6: "Derechos para los fósiles"

Localización: Facultad de derecho (Fig. 21).

Coordenadas: Longitud: 3° 43' 51.00" W; Latitud: 40° 27' 1.70" N.



Figura 21. A, fachada de la Facultad de Derecho; B, hall de la misma facultad.

El hall principal de la Facultad de Derecho (Fig. 21A) aparece revestido por calizas de coloraciones claras y suaves (blanquecinas, beige, gris claro), reflejo del mineral principal del que están compuestas, la calcita. Sin embargo, entre estas paredes blanquecinas destacan una serie de columnas negruzcas (Fig. 21B), que sorprendentemente también se tratan de calizas. Dicha coloración se debe, a que estas rocas se originaron en un medio con gran cantidad de materia orgánica y en condiciones de anoxia, es decir, sin presencia de oxígeno en el agua, lo que haría que la materia orgánica se encontrara reducida (no se oxide).

A pesar de que fuera un medio sin apenas oxígeno donde no cabría esperar que hubiese vida, si te fijas, encontrarás también manchas blanquecinas que delatan la presencia de dos cosas: por un lado fracturas rellenas de calcita (esta vez casi pura, por eso es blanca), y por otro lado ¡fósiles!

Estos fósiles están compuestos, principalmente, de fragmentos de unos bivalvos tubulares llamados rudistas, que sobretodo en el Cretácico formaron grandes masas parecidas a arrecifes en el Tethys, el antepasado del actual mar Mediterráneo (Fig. 22). También se pueden encontrar otros restos como corales, por lo que podemos deducir que las rocas que estamos viendo se formaron en un ambiente plenamente marino. No obstante, la escasa presencia de estos fósiles, que en general viven en grupos (gregarios), podría indicar que vienen transportados de otra parte y por ello, no haber vivido en este sedimento por las condiciones extremas que supondría vivir sin oxígeno.



Figura 22. A, cortes longitudinales de rudistas en las columnas del hall de la derecha; B, rudistas en 3D (modificado). Escala 5 cm.

Curiosidades: estas rocas ornamentales son muy comunes revistiendo fachadas de edificios o interiores. De hecho las paredes de la estación de metro de Ciudad Universitaria están decoradas con placas de este tipo de roca. No se trata de la misma que estamos viendo, pero tienen el mismo origen y presentan otros fósiles interesantes (Ej.; bivalvos, corales, algas, entre otros) (Fig. 23). Seguramente si has llegado en metro a la estación las habrás reconocido, si no ha sido así, a la vuelta te recomiendo que las eches un vistazo.

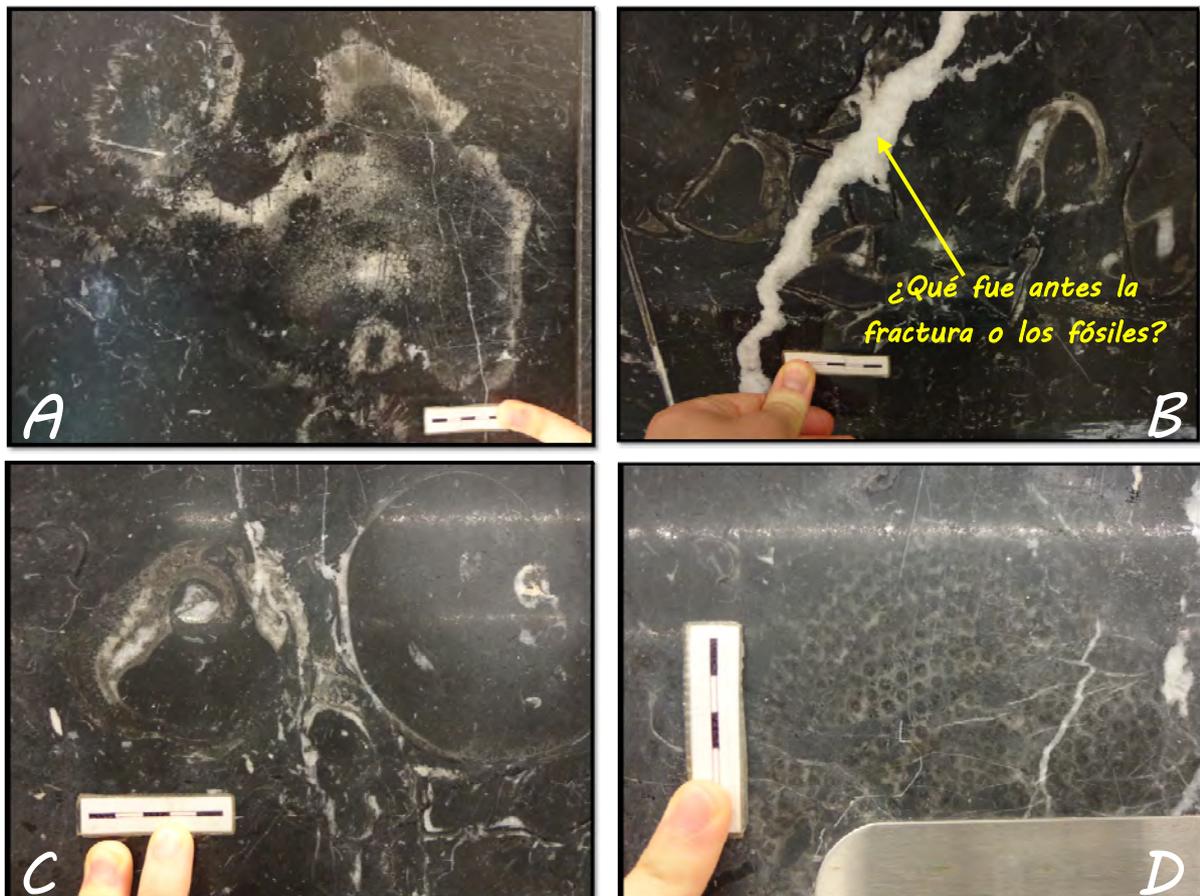


Figura 23. Ejemplos de fósiles en las calizas que revisten el andén de Ciudad Universitaria. A y D, grandes parches de corales; B y C, bivalvos de diversos tamaños. Escala 5 cm.

Parada 7 (5Fs): "Geología con Filosofía"

Localización: Alrededores de la Facultad de Filosofía (Fig. 24).

Coordenadas: Longitud: 3° 43' 41.07" W; Latitud: 40° 26' 37.14" N.



Figura 24. A, fachada de la Facultad de Filosofía; B, dos tipos de rocas ígneas en el parterre frente a la Facultad de Filosofía: (izqda.) leucogranitos, (dcha.) rocas volcánicas.

Fíjate en las piedrecillas que decoran el pequeño jardín que hay enfrente de la fachada principal. No solo se trata de dos tipos distintos de grava decorativa, con dos colores totalmente opuestos, sino que su origen, siendo ambas rocas ígneas, es totalmente distinto.

Las piedrecillas blancas (Fig. 25) son pequeños fragmentos de roca magmática plutónica, concretamente "nuestro amigo el granito", es decir, magma solidificado en el interior de la corteza terrestre, formando lo que se denomina un plutón. Si coges alguno de estos fragmentos y lo observas, podrás identificar perfectamente los cristales de los minerales de los que está compuesto (sobre todo cuarzo, que es transparente y feldespato, que es blanco). De modo que la roca que estamos viendo procede de la cristalización muy lenta de un magma en el interior de la tierra formando un cuerpo rocoso de grandes dimensiones.



Figura 26. Rocas volcánicas.
Escala 5 cm.



Figura 25. Leucogranitos.
Escala 5 cm.

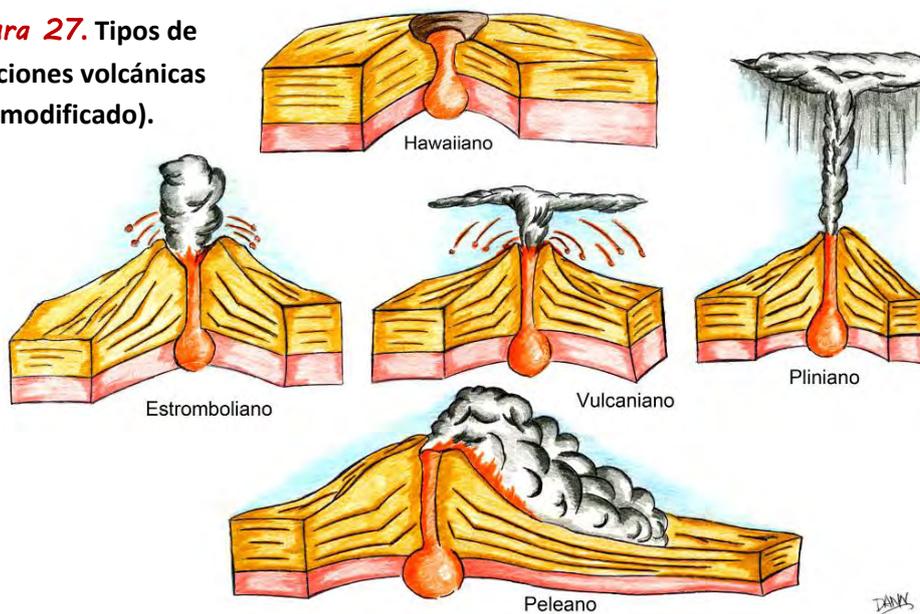
Sin embargo, recoge alguna muestra de las rocas oscuras (Fig. 26). A simple vista puedes ver que se encuentra repleta de oquedades y que no se

pueden identificar fácilmente los minerales. Eso quiere decir que se han formado muy deprisa, o sea que la roca ha solidificado de forma casi inmediata, sin tiempo si quiera de que escapasen los gases que contenía. Nos encontramos ante una roca volcánica, es decir un fragmento de magma que ha sido expulsado por un volcán y que ha enfriado rápidamente.

Decirte que, a medida que el magma asciende por el conducto volcánico, éste se somete a una menor presión confinante y las moléculas del gas que encierra alcanzan una mayor movilidad. Cuando el magma sale a la superficie (la lava), se produce una intensa desgasificación, como sucede al abrir una botella de champán, y es fácil que una vez enfriado observemos estas vesículas (Fig. 26).

Los geólogos han observado una estrecha relación entre el porcentaje de gas y la violencia de las erupciones volcánicas. Así, las de tipo hawaiano (Fig. 27) que presentan lavas muy poco viscosas pobres en sílice (basálticas) y que permiten el movimiento de los gases en el fundido, se desgasifican con rapidez y no resultan muy explosivas. Esta viscosidad por mayor contenido en sílice (lavas riolíticas) va aumentando en los volcanes de tipo estromboliano, vulcaniano, pliniano y peleano (Fig. 27). La alta viscosidad, ofrece mucha resistencia a que el gas se expulse progresivamente y cuando llega la hora de la erupción, se realiza con violencia. Los productos volcánicos (Ej.; piroclastos, cenizas), junto a los gases salen a gran velocidad y alcanzan alturas de hasta 40 kilómetros de altura. Se pueden formar nubes piroclásticas (que contienen gas y cenizas), que arrasan con el área circundante.

Figura 27. Tipos de erupciones volcánicas (modificado).



Por tanto, en esta parada acabas de descubrir dos tipos de rocas ígneas: las plutónicas y las volcánicas, procedentes ambas de rocas fundidas. pero con una historia muy diferente.

Curiosidades: la erupción pliniana recibe su nombre de Plinio el Viejo (Fig. 28), naturalista y escritor romano que murió en la famosa erupción del monte Vesubio del 24 y 25 de agosto del año 79 que sepultó las ciudades de Pompeya y Herculano. Su sobrino, Plinio el Joven, sobrevivió y relató el evento en que murió su tío, detallando, precisamente, la altura y características de la columna eruptiva y la virulencia del suceso.

Figura 28. Retratos de Plinio el Viejo (dcha.) y Plinio el Joven (izqda.).



Parada 8 (6Fs): “Travertinos de la Ciudad Universitaria”

Localizaciones: Estatua Severo Ochoa (Fig. 29A). Coordenadas: Longitud: 3° 43' 31.07" W; Latitud: 40° 26' 40.3" N. Exterior Edificio de Alumnos de la Universidad Complutense (Fig. 29B) (Interior. Coordenadas: Longitud: 3° 43' 41.5" W; Latitud: 40° 26' 37.11" N). Banco Santander Central Hispano (Fig. 29C). Coordenadas: Longitud: 3° 43' 41.47" W; Latitud: 40° 26' 50.21" N).



Figura 29. A, estatua de Severo Ochoa; B, exteriores del Edificio de Alumnos de la Universidad Complutense; C, fachada trasera del Banco Santander.

Las rocas de color beige que tienes bajo tus pies se conocen como travertinos. Son rocas sedimentarias con influencia de organismos en su formación, originadas a partir de la precipitación rápida de carbonato cálcico en medios lacustres, como es el caso de esta parada, asociadas a exhalaciones de agua caliente (Ej.: geiseros y fuentes termales), o bien pueden producirse en cavidades donde se forman estalactitas y estalagmitas

En el Campus puedes encontrarlos tanto en fachadas o suelos, como en monumentos. Presentan tonalidades de color blanco-crema, con cavidades (porosidad fenestral) (Fig. 30A) y laminaciones irregulares (Fig. 30B), generadas por procesos de desgasificación durante su formación o por descomposición de vegetales (hojas, tallos, ramas), que tras su desaparición habrían dado lugar a las oquedades que puede observar en la roca. Además, en ciertos puntos pueden verse fantásticos pliegues en la roca (Fig. 30C) como respuesta a los grandes esfuerzos que tuvo que soportar mucho tiempo después, durante algún evento tectónico importante.

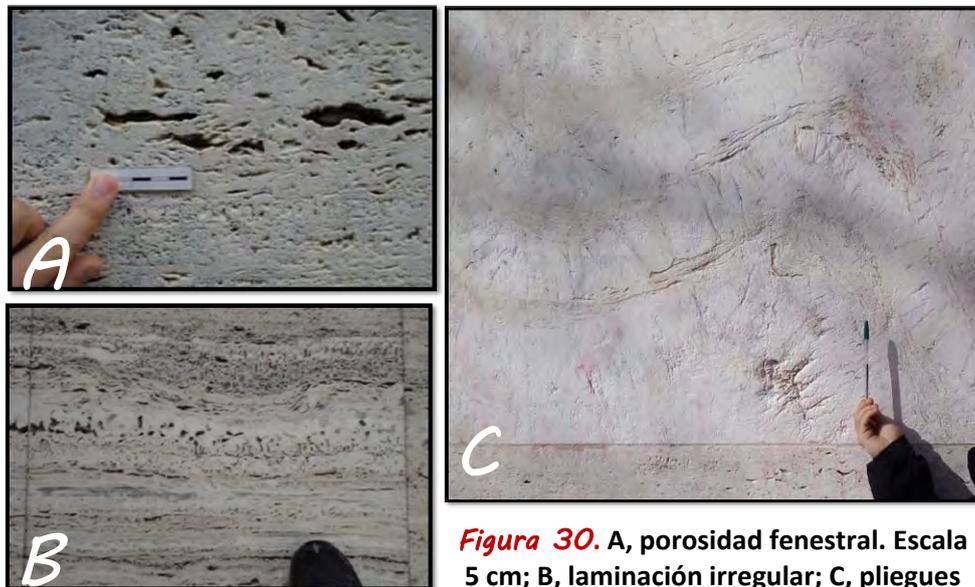


Figura 30. A, porosidad fenestral. Escala 5 cm; B, laminación irregular; C, pliegues en travertinos lacustres.

Curiosidades: aunque el travertino es una roca bastante frágil y fácilmente alterable, hoy día se utilizan sobre ella resinas que le dan consistencia suficiente para utilizarla como roca ornamental. Cuando son relativamente compactos y aparecen en volúmenes explotables, son muy codiciados como rocas ornamentales. Por ejemplo ya fueron utilizados por los romanos para hacer edificaciones como el teatro de Cartagena.

Los eventos tectónicos, en los que intervienen las placas tectónicas de la Tierra, no sólo producen deformaciones en las rocas como si fueran un chicle, sino también son los causantes de la formación de los orógenos (montañas). Un ejemplo es la cordillera del Himalaya, formada por la colisión entre las placas India y Eurasia, durante el Cretácico (Fig. 31), como si fueran dos barcos que navegan a la deriva y chocan.

Muchas veces, los terremotos son el resultado del roce entre dos placas que se mueven.

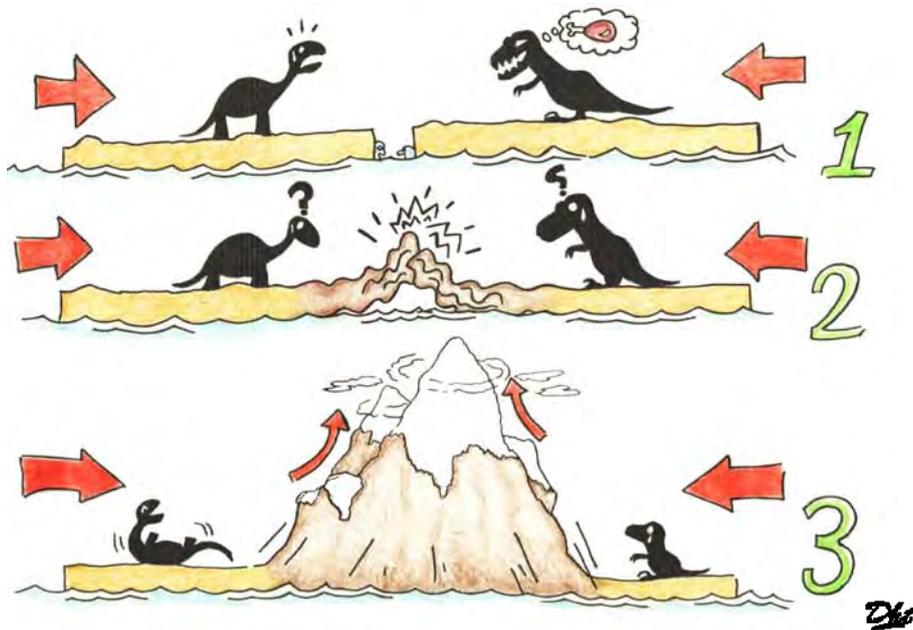


Figura 31. Modelo caricaturizado de la formación de los relieves montañosos, por la colisión de dos placas tectónicas.



Severo Ochoa de Albornoz (Luarca, 24 de Septiembre de 1905-Madrid, 2 de Noviembre de 1993) (Fig. 32): fue un científico español (y desde 1956 también estadounidense) de renombre internacional, galardonado en 1959 con el Premio Nobel de Fisiología y Medicina.

Figura 32. Severo Ochoa, Premio Nobel de Fisiología y Medicina.

Parada 9: "La fauna de agrónomos"

Localización: Instituto Agrícola de Alfonso XII (UPM) (Fig. 33).

Coordenadas: Longitud: 3° 43' 41.18" W; Latitud: 40° 26' 32.89" N.



Figura 33. A, fachada y B, pasillo de los fósiles, del Instituto Agrícola de Alfonso XII.

En las rocas sedimentarias bioclásticas que adornan este pasillo de acceso al edificio, puedes contemplar una gran cantidad de animales fósiles, fragmentados o no, entre los que se han identificado bivalvos, belemnites y crinoides:

Los bivalvos (Cámbrico-actualidad): son moluscos cuyas conchas están formadas por dos valvas conectadas por un ligamento de materia orgánica. Las valvas están articuladas en vida, por una charnela con dientes engranados (Fig. 34). En muchos casos, las valvas están cerradas por dos músculos principales, anclados en impresiones (Fig. 34). Solamente fosilizan las valvas, las cuales son disueltas y reemplazadas por cementos o cristales. Emplean sifones para filtrar el alimento (suspensívoros). Aunque poseen un pie, tienen una movilidad limitada. Muchos excavan en la piedra, sedimento o la madera. Otros se fijan a los objetos sumergidos por filamentos (biso) o nadan. La mayoría viven en las aguas marinas cercanas a la costa o en zonas profundas.

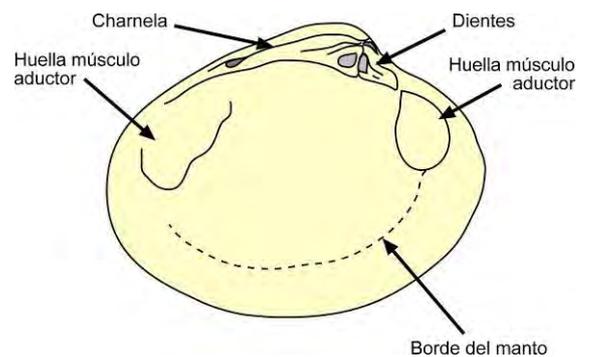


Figura 34. Esquema partes de un bivalvo (modificado).

Si te fijas detenidamente, puedes ver que los bivalvos menos fragmentados están rellenos de sedimentos, de colores y texturas (finos y con granos gruesos) diferentes al sedimento en el que se encuentran ahora, junto con cementos (colores blancos-pardos) (Fig. 35). Esto significa que el fósil fue relleno de sedimento en diferentes momentos, debido a enterramientos y desenterramientos por corrientes marinas sucesivas. Es lo que en Paleontología se llaman fósiles reelaborados (Fig. 36) (Fernández López, 2011).

Como ya ocurría anteriormente (ver parada 3), aquí también se desarrollan rellenos geopetales (Fig. 35) que como recordarás, nos indican un cierto criterio de orientación de los fósiles, ya que el sedimento transportado por las corrientes de agua que penetran en la concha, acabará en el fondo de la misma (hacia la parte inferior o muro, con respecto al sedimento en el que se encuentra el fósil; Fernández López, 2011).

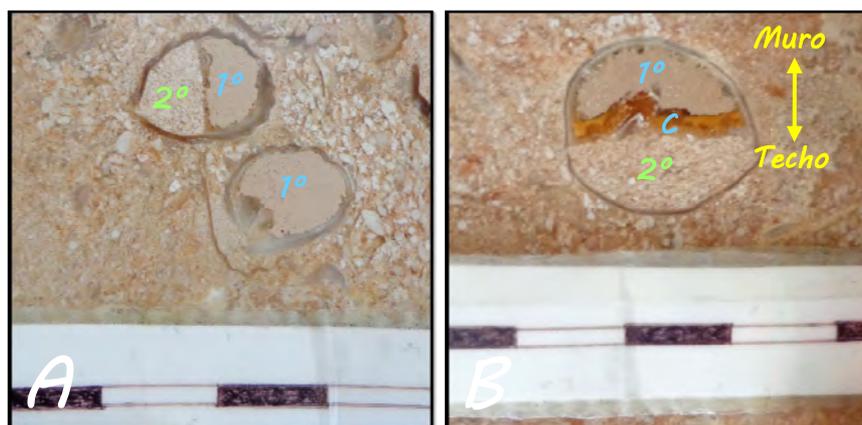


Figura 35. Fósiles reelaborados. A, bivalvos con 1 o 2 rellenos sedimentarios diferentes (el nº 2 parece ser el último, al ser similar al sedimento que le rodea); B, bivalvo con 2 rellenos sedimentarios. Formación: 1º, sedimento fino superior y cemento (relleno geopetal) y 2º, sedimento inferior. Abreviaturas: C, cemento. Escala 5 cm.

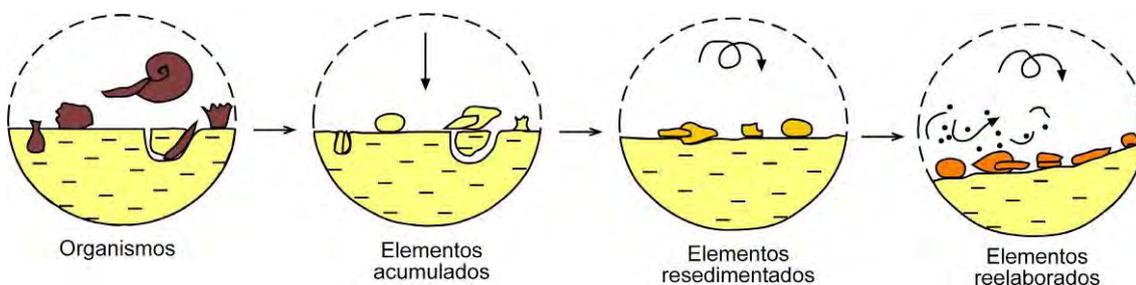


Figura 36. Procesos ocurridos durante la fosilización (modificado de Fernández López, 2011).

Los belemnites (Devónico-Cretácico): al igual que los bivalvos son moluscos pero pertenecen a un grupo de cefalópodos extintos, animales con los tentáculos en la cabeza como los actuales pulpos, nautilus, calamares o sepias. A diferencia de estos últimos, salvo los nautilus, los belemnites desarrollaron una concha externa cónica; en su interior habría tres regiones (Fig. 37): una región que contendría todos los órganos internos (prostraco); después otra región formada por un sistema de cámaras (fragmacono) conectadas por un orificio central (sifúnculo), por donde pasaría un tubo o sifón con el que el animal podría llenar o vaciar de agua las cámaras, para bajar o subir, respectivamente. Mecanismo que usan hoy los submarinos. Y por último en el extremo posterior de la concha, se alojaría una pieza maciza (rostro) (Fig. 38),

que actuaría como un peso que mantendría horizontal al animal, estabilizándolo mientras nadase.

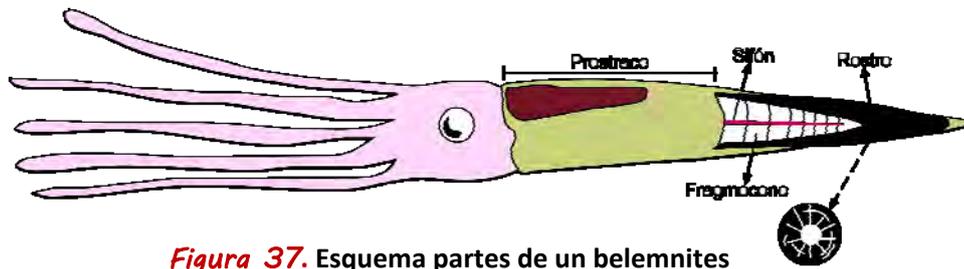


Figura 37. Esquema partes de un belemnites (modificado de Martínez Chacón y Rivas, 2009).

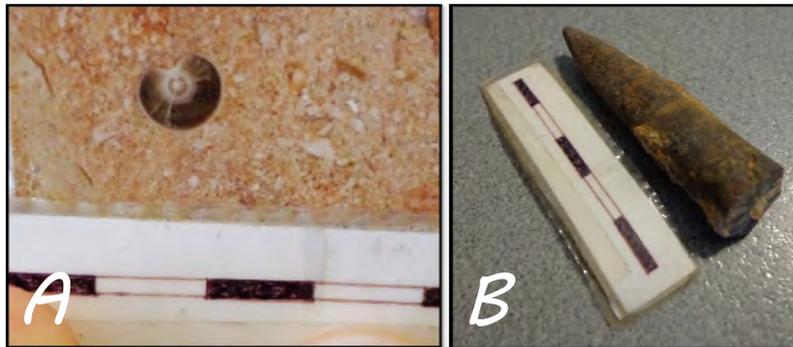


Figura 38. Rostros de belemnites. A, corte transversal visto en el pasillo del Instituto Agrícola Alfonso XII; B, rostral en 3D. Escala 5 cm.

Los crinoides (*Ordovícico Inferior-actualidad*): son equinodermos, grupo al que pertenecen animales como las estrellas o erizos de mar, que tienen esqueletos constituidos por numerosas placas de calcita que puedes ver a modo de pequeñas “estrellas” o círculos con un orificio central (Figs. 39A y 39B). Estructuralmente se dividen en dos partes (Martínez Chacón y Rivas, 2009): el pedúnculo (formado por artejos), con el que se fijan al suelo por la raíz (Fig. 39C); y la corona, donde está el cáliz, con el aparato braquial (por donde entra el alimento) y los brazos provistos de unos filamentos (pínulas), con los que atrapan el alimento que flota en el agua del mar (Fig. 39C).

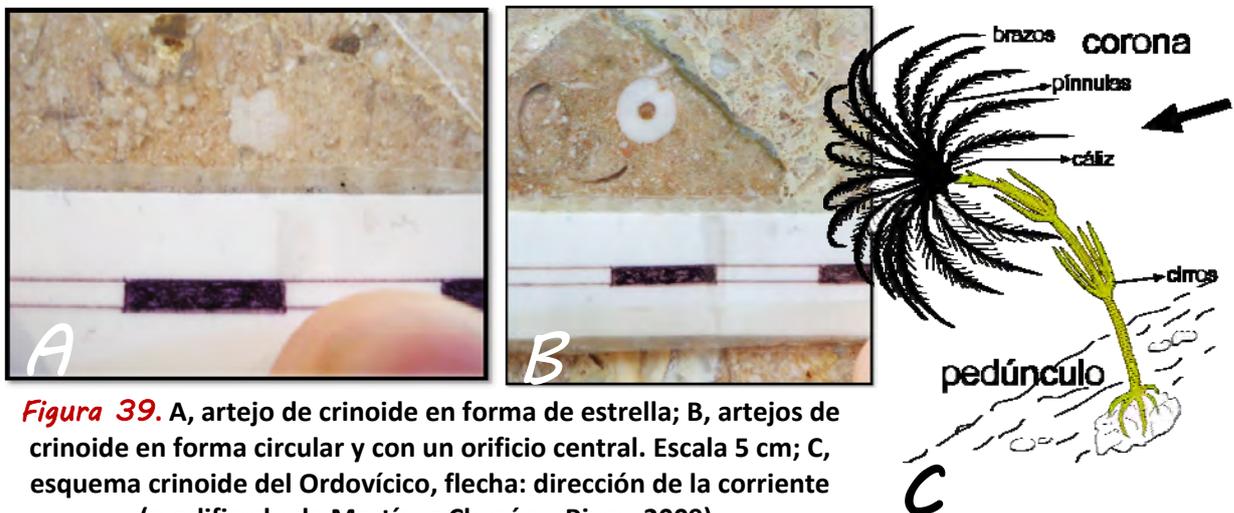


Figura 39. A, artejo de crinoide en forma de estrella; B, artejos de crinoide en forma circular y con un orificio central. Escala 5 cm; C, esquema crinoide del Ordovícico, flecha: dirección de la corriente (modificado de Martínez Chacón y Rivas, 2009).

Son organismos que viven fijos sobre el sustrato (epibentónicos), en medios profundos con corrientes moderadas, para que capturen el alimento en movimiento con sus brazos, como si fuera una mosquitera (organismos suspensívoros) (Martínez Chacón y Rivas, 2009).

Curiosidades: la expansión de los bivalvos, hizo desaparecer a muchas especies de otros organismos marinos, como los braquiópodos, ya que compitieron por el mismo ambiente (Fig. 40A).

El rostro de los belemnites, es de las pocas partes de estos animales que fosiliza y gracias a la cual, los paleontólogos pueden asignar el género y especie a la que pertenecen.

La acumulación de los artejos de crinoides, pueden llegar a formar un tipo de roca llamada, encrinita (Fig. 40B).



Figura 40. A, bivalvos Vs Braquiópodos; B, encrinita formada por artejos de crinoides.

Parada 10 (7Fs): “¡El Campus está que arde!”

Localizaciones: Exterior de la Facultad de Odontología (Fig. 41). Coordenadas: Longitud: 3° 43' 32.98" W; Latitud: 40° 26' 33.02" N. Fachada de la Facultad de Biología (Fig. 42A). Coordenadas: Longitud: 3° 43' 36.29" W; Latitud: 40° 26' 54.89" N. Fuente de las ranas (Fig. 42B). Coordenadas: Longitud: 3° 43' 38.92" W; Latitud: 40° 26' 37.49" N. Monumento a Gregorio Marañón (Fig. 42C). Coordenadas: Longitud: 3° 43' 30.15" W; Latitud: 40° 26' 35.91" N. Metro de Ciudad Universitaria (Fig. 42D). Coordenadas: Longitud: 3° 43' 36.60" W; Latitud: 40° 26' 36.66" N.

En la fachada de la Facultad de Odontología (Fig. 41) se halla una roca muy frecuente en el Campus (Fig. 42), ¿adivinas cual es?... ¡Exacto, el granito! JA JA. Como vistes en paradas anteriores, esta roca se englobaba dentro de las ígneas plutónicas; formadas a partir de magmas en una cámara magmática a gran

profundidad. Y constituidas por cuarzos (el mineral traslúcido), feldespatos (con tonalidad lechosa) y micas (de la variedad biotita, con un característico color negro brillante).



Figura 41. Facultad de Odontología.



Figura 42. Distintos granitos distribuidos por el Campus de Moncloa. A, Facultad de Biología; B, fuente de las ranas; C, monumento a Gregorio Marañón; D, gneises en el metro de Ciudad Universitaria. Escala 5cm.

Cuando un magma asciende a través de la corteza terrestre, lo hace porque su densidad es menor que la de la roca que lo rodea. Así, como si fueran gotas de aceite en un vaso de agua, estas grandes “burbujas” de material fundido suben atrapando el material circundante, enfriándose con el tiempo y albergando reacciones químicas en su seno. De ese modo, a partir de los elementos químicos que se encuentran en el magma comienzan a formarse y precipitar los minerales mencionados, además de otros muchos. Estos fundidos que conocemos como plutones (Fig. 43) en ocasiones detienen su ascenso y se estancan. Sin embargo, otras veces el material que los forma asciende a favor de grietas y fracturas preexistentes formando diques (Fig. 43) (Monier, 1973).

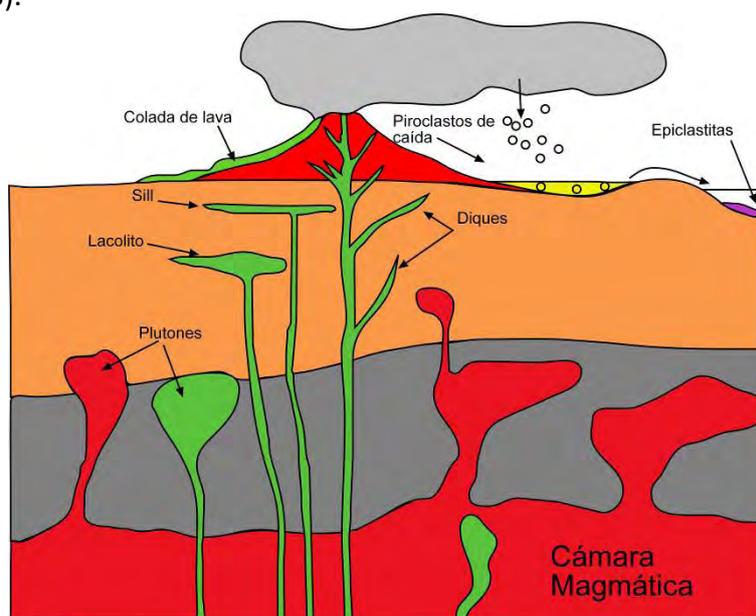


Figura 43. Modelo del origen de las rocas ígneas (modificado).

La composición original del fundido, el tiempo que llevan precipitándose los minerales e incluso el número de veces que una misma masa de material se ha fundido, son la explicación de que no todos los granitos (ni las rocas plutónicas en general) sean iguales (Monier, 1973). Para comprobar estas diferencias basta con comparar las imágenes de la Figura 42. El granito de 42A contiene una concentración más elevada de micas que la roca de 42B y por ello tiene una tonalidad más oscura. Además en la 42B el tamaño de los cristales de mica es menor, y cabe destacar que los feldespatos tienen un tono rosado que contrasta con los feldespatos blancos del resto de ejemplos. También difieren los granitos de 42C y 42D. En el primero los cristales de diferentes minerales son aproximadamente similares en tamaño. No ocurre lo mismo en 42D, donde los cristales de feldespato son de un tamaño mucho mayor que los pertenecientes al cuarzo y a la mica. Este último fenómeno se debe a que los cristales de feldespato han recrecido y se han reorientado con posterioridad a su formación por el efecto del metamorfismo; esta roca considerada ya de tipo metamórfica, recibe el nombre de gneis. Otro ejemplo de lo compleja que puede ser la cristalización de los minerales en una cámara magmática, la encontramos en la formación de los enclaves (Fig. 44). Estas manchas oscuras son resultado de la aglomeración de una gran

proporción de cristales de mica, en un episodio previo, al enfriamiento del resto del magma.

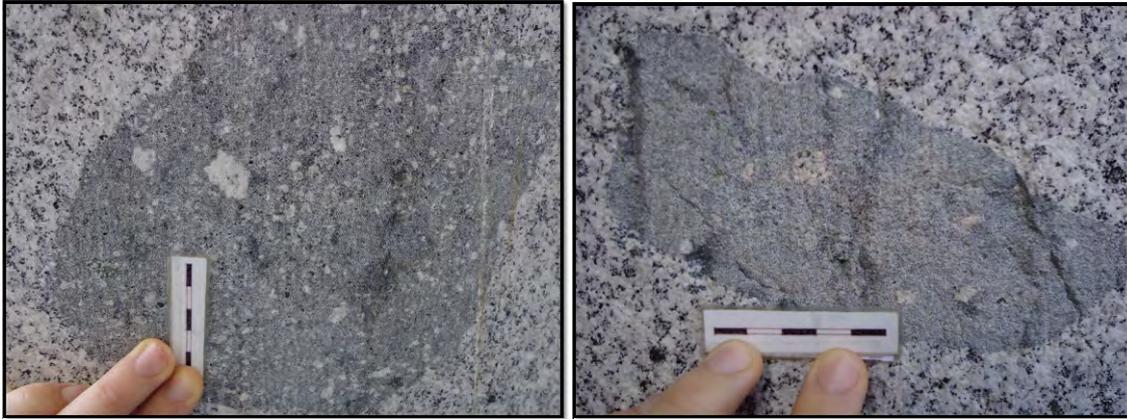


Figura 44. Enclaves en los granitos de la Facultad de Odontología. Escala 5 cm.



Finalmente el magma se enfriará del todo. Si esto ocurre cerca de la superficie, la erosión puede eliminar los materiales que “sellan” al granito y finalmente exponerlo a la acción del viento, el agua o el clima. Estos agentes erosivos moldearán su forma a lo largo del tiempo para dar lugar a espectaculares paisajes montañosos. Un ejemplo de ellos sería la Sierra de Guadarrama (Fig. 45).

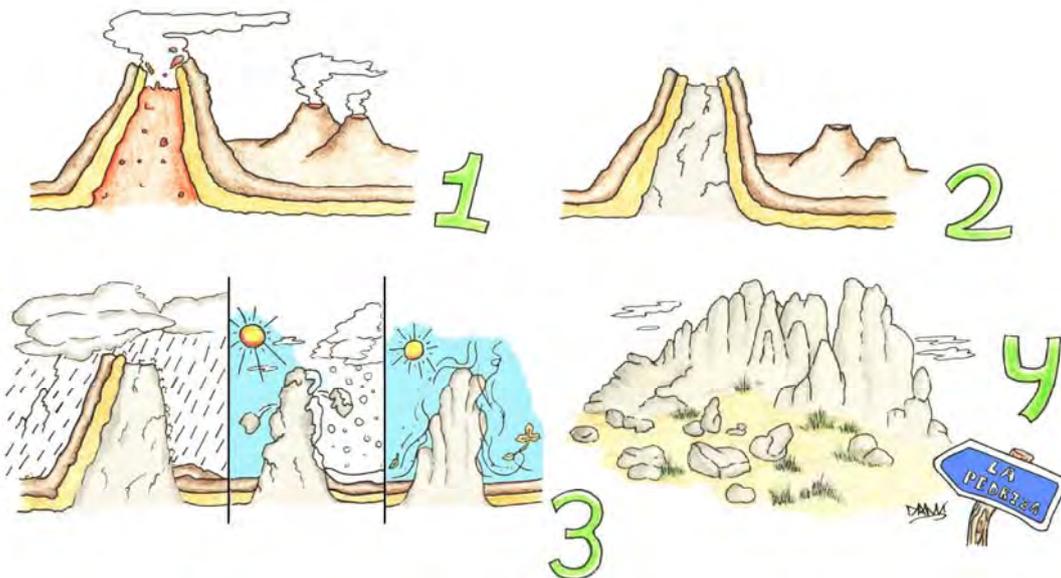


Figura 45. Modelo de la formación del paisaje granítico actual en la Sierra de Guadarrama.

Curiosidades: el equivalente volcánico del granito, es la riolita. La composición mineral de ambos es la misma, pero la segunda llegó a salir a la superficie mientras que la primera se enfrió a varios metros (o incluso kilómetros) de la superficie.

Las canteras de granitos españolas son numerosas y las rocas extraídas de ellas se utilizan a menudo para la ornamentación. De hecho, en la Fig. 42B, aún puede verse las marcas verticales que se realizan para la extracción de los bloques de granito.

Las oquedades que se observan en los granitos de algunas fachadas, no son producto de la geología sino que se tratan de disparos realizados durante la Guerra Civil Española durante la toma de Madrid (Fig. 46).



Figura 46. Granitos con agujeros de bala, producidos en la toma de Madrid en la Guerra Civil Española. A, fachada de la Facultad de Medicina; B, fachada de la Facultad de Farmacia.



Figura 47. Gregorio Marañón, científico español.

Gregorio Marañón y Posadillo (Madrid, 19 de mayo de 1887–ibídem, 27 de marzo de 1960) (Fig. 47) fue un médico endocrino, científico, historiador, escritor y pensador español, cuyas obras en los ámbitos científico e histórico tuvieron una gran relevancia internacional. Durante un largo período dirigió la cátedra de endocrinología en el Hospital Central de Madrid. Fue académico de número de cinco de las ocho Reales

Academias de España (de la lengua, de la Historia, de las Bellas Artes, Nacional de Medicina y de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales).

Parada 10´ (7Fs): “El círculo de los fósiles”

Localización: Interior de la Facultad de Odontología (Fig. 48).

Coordenadas: Longitud: 3° 43' 32.98" W; Latitud: 40° 26' 33.02" N.



En este gran recibidor, se presentan ocho columnas de un tipo de roca de origen sedimentario ya vista, la caliza, constituida fundamentalmente por precipitación de carbonatos y partículas orgánicas carbonatadas. Su mayor interés reside en su alto contenido en fósiles, distinguiéndose una enorme concentración de moluscos, de tipo gasterópodos.

Los gasterópodos (Cámbrico-actualidad): comúnmente conocidos como caracoles, son junto con los bivalvos, los moluscos más diversificados. Esto se debe a que han sido capaces de adaptarse a ambientes tanto marinos como continentales. Su principal característica, es que desarrollan una sola concha (univalvos), enrollada en espiral, salvo excepciones como, las lapas (sin enrollar, en forma de “sombrero chino”) o sin concha, como las babosas (Martínez Chacón y Rivas, 2009). Dentro de esta concha, el cuerpo del gasterópodo, aparece totalmente enrollado, y su función es para la protección frente a los depredadores (Martínez Chacón y Rivas, 2009).

Los gasterópodos que puedes observar, aparecen en cortes transversales (Fig. 49A) y sobre todo, longitudinales (Fig. 49B). Es posible que sean continentales. A diferencia de paradas anteriores, los fósiles son resedimentados ya que se encuentran rellenos de sedimentos, que aunque son un poco más rojizos que la roca blanca que los engloba, son del mismo tipo. Esto quiere decir que la concha fue rellena de sedimento por corrientes de agua y finalmente enterrada, sin un desenterramiento posterior (a diferencia de los fósiles reelaborados). Además aparecen moldes (Fig. 49C), donde el sedimento copia la forma de la concha que ya se disolvió o sólo la silueta del molusco (porosidad móldica), posiblemente por disolución del molde de la concha (Fig. 49D).

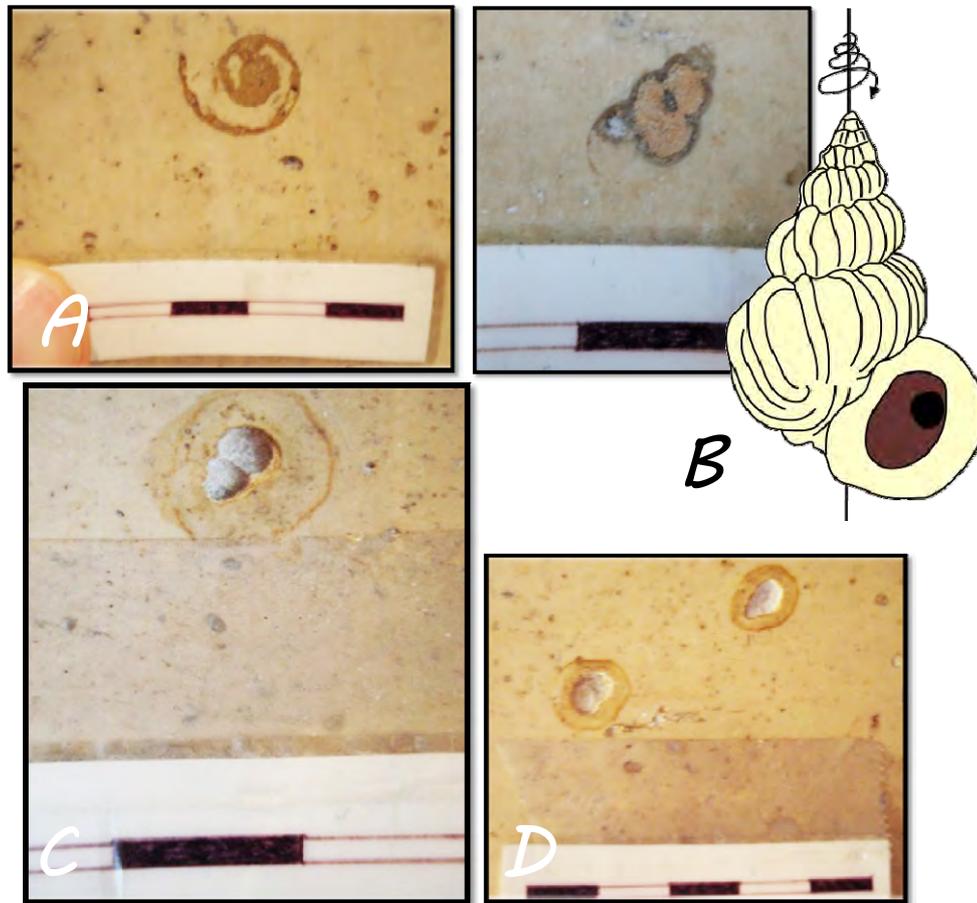
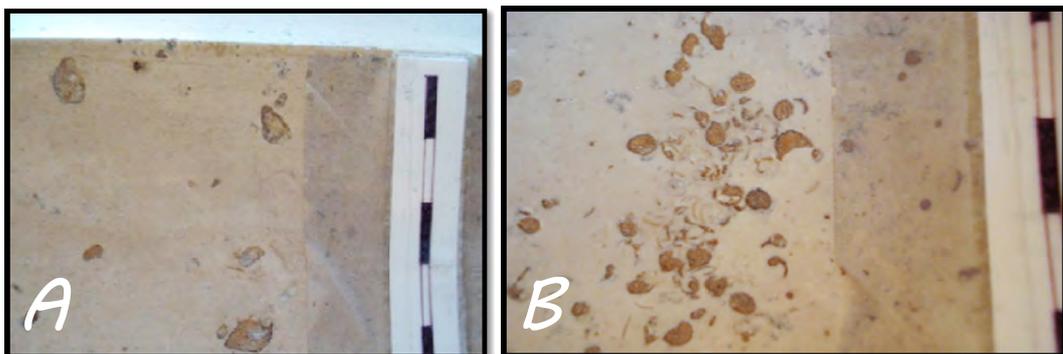


Figura 49. Fósiles en las columnas del hall de Odontología. A, corte transversal de un fósil de gasterópodo; B, corte longitudinal de un fósil de gasterópodo y reconstrucción de un gasterópodo (modificado de Martínez Chacón y Rivas, 2009); C, molde de la concha de un gasterópodo; D, siluetas de dos gasterópodos por la posible disolución del molde de sus conchas. Escala 5 cm.

En algunos puntos puede verse que los fósiles aparecen muy aislados unos de otros, mientras que en otros aparecen en grupos (Figs. 50A y 50B). Esto podría ser interpretado como episodios de tormentas o riadas, similares a los de la parada 2. Acompañando a estos fósiles aparecen también, fragmentos de la misma caliza, que parecen haber colapsado junto con sedimento de color rojizo (similar al que rellena los fósiles), través de fracturas (Figs. 50C y 50D).



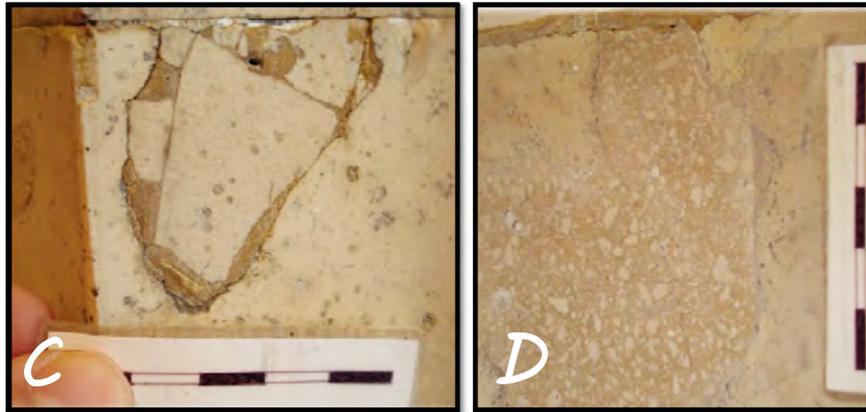


Figura 50. Fósiles en las columnas del hall de Odontología. A, gasterópodos aislados; B, concentración caótica de gasterópodos; C y D, colapso de fragmentos de roca. Escala 5 cm.

Por otra parte, las rocas ornamentales que decoran la recepción, pueden considerarse calizas brechoides, pues al igual que en las columnas, pero más predominantemente, aparecen clastos inmersos en un sedimento de diferente color. También destaca la gran cantidad de restos de macroforaminíferos de tipo nummulítidos (Figs. 51 y 52), que parecen estar en su mayoría, orientados por algún tipo de corriente, junto con algún resto de bivalvo con concha recristalizada.

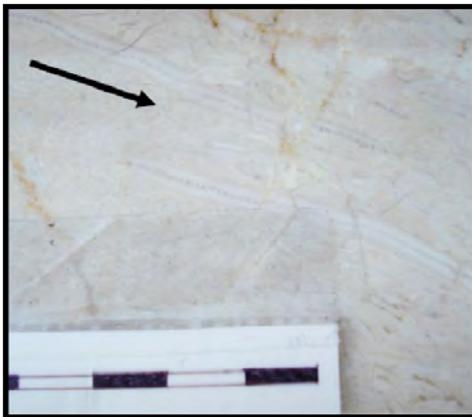


Figura 51. Cortes longitudinales orientados de nummulítidos (flecha, sentido de la corriente). Escala 5 cm

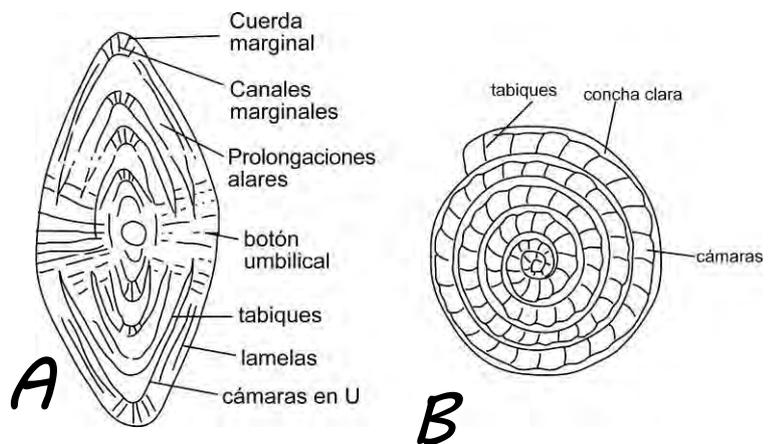


Figura 52. A, esquema corte longitudinal y B, transversal de un nummulítido (modificado de Blondeau, 1972).

Los nummulítidos (*Paleoceno Superior-actualidad*): son protistas del grupo de los foraminíferos, uno de los grupos de microfósiles marinos más importantes, ya que son organismos muy abundantes y diversos en sedimentos marinos. Con lo que son de gran utilidad en estudios de tipo bioestratigráfico, paleoecológico o paleoceanográfico (Molina, 2004).

Aparecen en el Paleoceno Superior, alcanzando su máximo desarrollo en el Eoceno, y reduciéndose su número en la actualidad (Molina, 2004). Según Molina (2004), se caracterizan por tener una forma lenticular [corte longitudinal (Figs. 51 y

52A)] o discoidal [corte transversal (Fig. 52B)]. Tienen una estructura interna compleja con cámaras en forma de U o V, enrolladas en espiral, junto con tabiques de separación (Fig. 52). Además de tener una concha externa con una estructura cristalina, que les proporciona colores claros (Fig. 51), esto es lo que se denomina como concha hialina. El modo de vida de estos organismos, es vivir sobre el sustrato marino (organismos bentónicos), en grupos (organismos gregarios) (Fig. 51).

Curiosidades: el número de especies conocidas de gasterópodos se puede cifrar alrededor de 150.000, aumentando el número, actualmente. A medida que evolucionaron, sufrieron torsiones de su cuerpo dentro de la concha.

Los foraminíferos se llaman así, porque tiene su esqueleto dividido en cámaras o “forámenes”. Nummulítico, procede de la palabra latina *numismática*, término que designa el estudio y coleccionismo de monedas, haciendo referencia la morfología de estos foraminíferos.

Los nummulíticos, fueron utilizados por primera vez por el paleontólogo francés d’Orbigny, en 1823 (Fig. 53), gracias a los cuales, la Micropaleontología se inició como ciencia aplicada en la Estratigrafía. Al ser gregarios, los nummulíticos, llegan a formar las llamadas calizas con nummulíticos. Los más grandes pueden llegar a medir hasta 10 cm.



Figura 53. Alcide Dessalines d'Orbigny. Naturalista francés (1802-1857).

Fotograma de la película de 1993 “Parque Jurásico”, del director Steven Spielberg.

Parada 11: "El metamorfismo médico"

Localización: Facultad de Medicina (Fig. 54).

Coordenadas: Longitud: 3° 43' 28.11" W; Latitud: 40° 26' 38.37" N.



Figura 54. A, exterior de la Facultad de Medicina; B, hall de la Facultad de Medicina.

El suelo de la entrada a la Facultad de Medicina está hecho de bloques de mármol. Este tipo de roca se formó a partir de una roca sedimentaria con una alta proporción del mineral calcita (roca caliza) o dolomita en el caso de las dolomías. Por esta razón, desde el punto de vista químico hay muchas similitudes entre este mármol y las rocas calizas vistas en otras paradas. No obstante, el carbonato original que acabaría convirtiéndose en mármol, ha presenciado una evolución geológica muy diferente antes de llegar a nuestros días (Yardley et al., 1997). Este proceso evolutivo que ha dado lugar al mármol se conoce como metamorfismo.

En alguna parada ya he usado este nombre pero... ¿Qué narices es el metamorfismo?. Existen muchos tipos de metamorfismo (Fig. 55): el regional, se debe al enterramiento de la roca bajo grandes potencias de otros materiales; el de contacto, porque esté próximo al calor de una cámara magmática; y el dinámico, que aparece en zonas de esfuerzos tectónicos. También puede generarse metamorfismo de impacto, en aquellas zonas donde choca un meteorito.

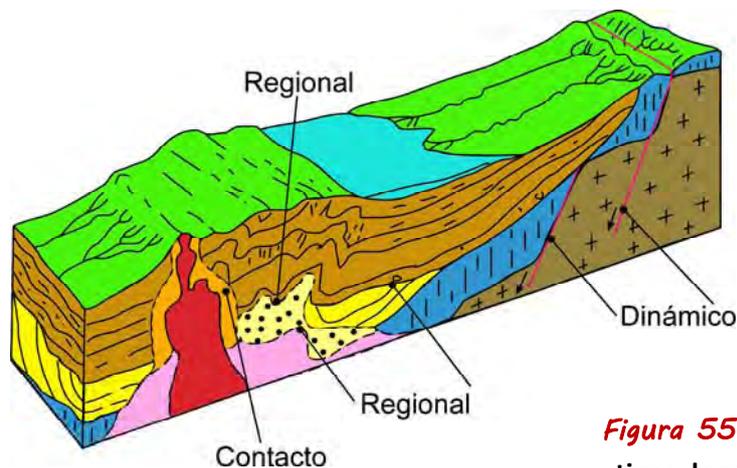


Figura 55. Modelo de los tipos de metamorfismo.

Aunque existen muchas rocas metamórficas, todas ellas, independientemente de su composición original, han sufrido una serie de modificaciones debidas a dos factores importantes: la presión y la temperatura. Así, cuando una roca se ve sometida a un aumento de la temperatura y de la presión, las características originales como, por ejemplo, su mineralogía o su estructura, pueden verse modificadas (Yardley et al., 1997). El metamorfismo, por tanto, puede transformar a la roca de manera drástica. Por lo general, el mármol resultante es más duro que el carbonato original.

En las baldosas del suelo puedes encontrar evidencias de los esfuerzos a los que se ha visto sometida la roca. Por ejemplo, si se atiende a las capas de impurezas (aquellas de tonalidad más oscura), se comprueba que éstas se pliegan y flexionan (Fig. 54), debido a las fuerzas que ejercieron la presión sobre el carbonato original.

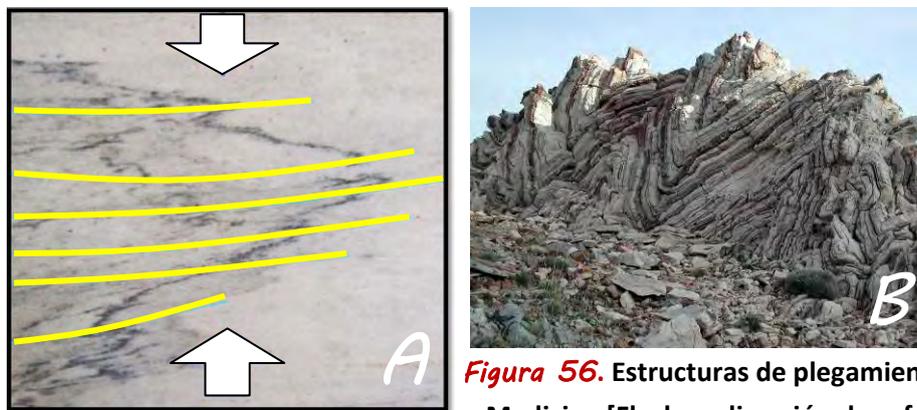


Figura 56. Estructuras de plegamiento. A, en Medicina [Flechas, dirección de esfuerzos; trazos, esquistosidad]; B, en campo.

Si viéramos estas rocas bajo el objetivo de un microscopio, comprobaríamos como los minerales se disponen en dirección perpendicular a los esfuerzos (Fig. 57). Esto ha ocurrido porque los minerales rotan muy lentamente, y a lo largo de millones de años, para adaptarse a las fuerzas que están comprimiendo las rocas. De hecho, si la roca está caliente, los materiales que la forman son más dúctiles o flexibles que si estuvieran fríos, y por tanto pueden moldearse con más facilidad (Yardley et al., 1997).

Esta disposición de los minerales de la roca metamórfica a lo largo de una dirección principal se conoce como esquistosidad. Ésta se intuye en aquellas baldosas de mármol en la que las trazas más oscuras, parecen seguir patrones de dirección (Fig. 57A). Un ejemplo de este fenómeno también se puede ver en otra tipo de roca metamórfica, las pizarras (Fig. 57B).

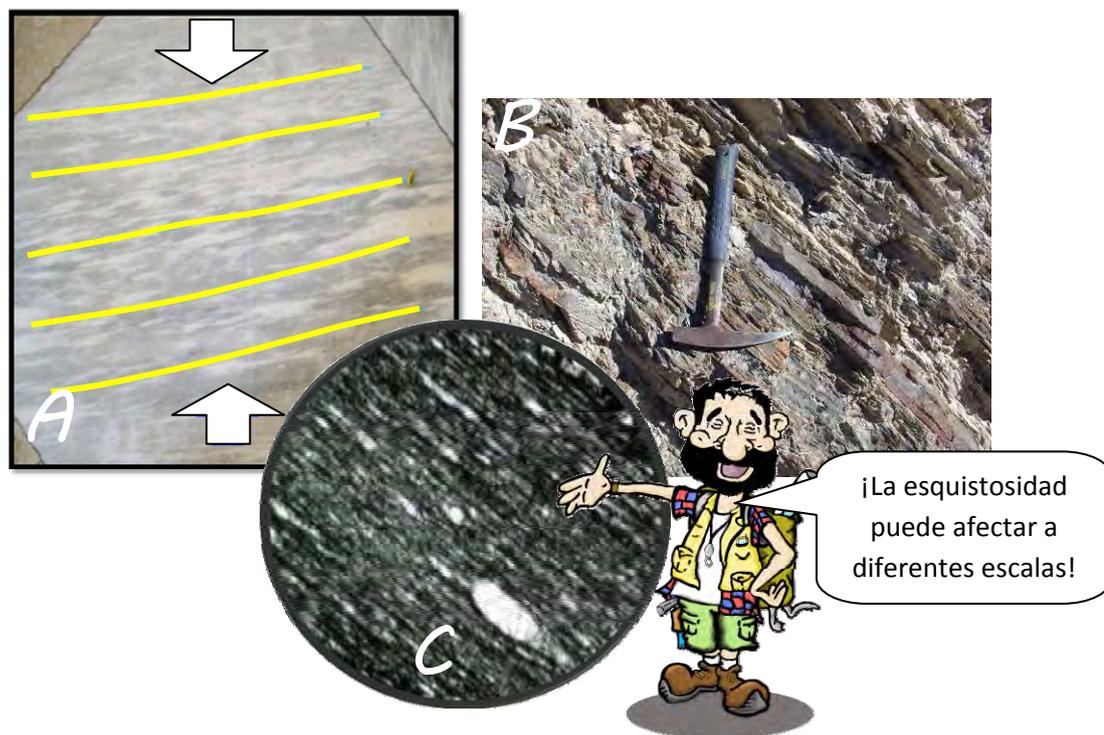


Figura 57. Esquistosidad. A, en Medicina [Flechas, dirección de los esfuerzos; trazos finos, planos de esquistosidad]; B, esquistosidad (pizarrosidad) en pizarras; C, a microscopio.

Curiosidades: históricamente, en construcción se ha denominado mármol a muchos tipos de rocas que pueden llegar a alcanzar brillo al ser pulidas, independientemente de que tengan un origen carbonático. Esto puede ser debido a que la palabra proviene del griego donde significa “roca brillante” o “piedra cristalina”.

Desde la antigüedad, numerosas culturas en torno al Mediterráneo, emplearon el mármol para la construcción de multitud de edificaciones o para el revestimiento decorativo de las mismas, véase el Coliseo de Roma, donde actualmente no queda rastro de mármol, ya que todo fue expoliado o reutilizado para otras construcciones. Además de la construcción, el mármol ha sido también empleado en arte, por la facilidad de su talla (Fig. 58).



Figura 58. Mármol en monumentos y arte. (Arriba) Coliseo de Roma (Italia), (abajo) David de Miguel Ángel.

Querido compañero/a de viaje,

Me entristece decirte que nuestro viaje ha llegado a su fin... Espero que hayas disfrutado de los misterios que encierran las rocas de tu ciudad y que con las prisas del día a día no somos capaces de detenernos un momento para apreciarlas. Ahora comienza tu nueva aventura geológica, enseñando a la gente que te rodea todo lo que has aprendido aquí y que no quede en palabras olvidadas cogiendo polvo en una estantería.

¡Ah! Se me olvidó comentarte al principio que se han dado casos de gente que después de leer esta guía, les ha entrado una extraña sensación de que no pueden parar de mirar al suelo y a las paredes JA JA JA.

Tu amigo,

Faustino ("El Chupa piedras")



Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto PIMCD nº 7 (2013) "Geodivulgar: Geología y Sociedad" (Universidad Complutense de Madrid). D.H.T y A.S.L. agradecen la exhaustiva labor de revisión del manuscrito de la profesora Paula Camarero Lozano del CEIP Leonardo da Vinci (Madrid), así como el apoyo recibido de los miembros que componen el grupo Geodivulgar, y en especial, a las Doctoras G. Noemí Sarmiento, A. García Frank y M. L. Canales Fernández, por haber ayudado a realizar esta guía. Sin olvidarse de todas aquellas personas que participaron en la primera ruta y a la gente que se extrañó al ver a los autores de esta guía mirar las paredes y suelos, teóricamente, sin ningún sentido.

Bibliografía

- Blondeau, A. 1972. *Les Nummulites*. 256 pp. De l'Enseignement a la Recherche des Sciences de la Terre. Libraire Vuibert. París.
- Cuevas González, J. 2005. Estado actual de los conocimientos paleontológicos y estratigráficos de los yacimientos aragoneses de Somosaguas (Pozuelo de Alarcón, Madrid). *Coloquios de Paleontología*, **55**:103–123.
- Dabrio, C.J. y Hernando, S. 2003. *Estratigrafía*. 382 pp. Colección Geociencias. Madrid.
- Díaz Martínez, E., López, F., Pérez González, A., Karampaglidis, T., Matas, J., Martín Parra, L.M. y Nozal, F. 2012. *Geología de la Sierra Norte de Madrid: tan cerca y tan desconocida*. 43 pp. Instituto Geológico y Minero de España.
- Fernández Galiano, E. y Ramos Fernández, A. (eds.) 1987. *La Naturaleza de Madrid. Comunidad de Madrid*. 301 pp. Consejería de Agricultura y Ganadería de la Comunidad de Madrid, Dirección General del Medio Rural (Servicio del Medio Natural).
- Fernández López, S. 2011. Ejemplos de ammonites reelaborados. *Reduca (Geología). Serie Paleontología*, **3** (3):1–27.
- García de los Ríos, J.I. 1994. *La piedra en Castilla y León*. 345 pp. Junta de Castilla y León. Valladolid.
- García Romero, E. 2004. Génesis de arcillas magnéticas en la cuenca de Madrid: interrogantes planteados. *Boletín Geológico y Minero*, **115** (4):629–640.
- Gil, J., García-Hidalgo, J.F., Segura, M., López Olmedo, F., García, A., Díaz de Neira, J.A., Montes, M. y Nozal, F. 2010. El Cretácico del Sistema Central (España): Registro

estratigráfico, contexto deposicional y esquema evolutivo. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Geológica*, **104**:15–36.

- Hernández Fernández, M., Cárdbaba, J.A., Cuevas-González, J., Fesharaki, O., Salesa, M.J., Corrales, B., Domingo, L., Elez, J., López Gurrero, P., Sala-Burgos, N., Morales, J. y López Martínez, N. 2006. Los yacimientos de vertebrados del Mioceno medio de Somosaguas (Pozuelo de Alarcón, Madrid): implicaciones paleoambientales y paleoclimáticas. *Estudios Geológicos* **62** (1):263–294.
- Junco Aguado, F. y Calvo Sorando, J.P. 1983. Cuenca de Madrid. *En: Libro Jubilar de J.M. Ríos*. I.G.M.E., Ed., **11**:534–543.
- Martínez Chacón, M.L. y Rivas, P. (eds.) 2009. *Paleontología de Invertebrados*. 524 pp. Sociedad Española de Paleontología, Instituto Geológico y Minero de España, Universidad de Oviedo y Universidad de Granada. Asturias.
- Medenbach, O. y Sussieck-Fornefeld, C. 2005. *Minerales*. 288 pp. Blume. Barcelona.
- Molina, E. (ed.) 2004. *Micropaleontología*. 704 pp. Prensas Universitarias. Zaragoza.
- Monier, P. 1973. *Petrología ígnea y metamórfica*. 470 pp. Omega S.A. Barcelona.
- Morales, J., Alcalá, L., Amezua, L., Antón, M., Fraile, S., Gómez, E., Montoya, P., Nieto, M., Pérez, B., Salesa, M.J. y Sánchez, I.M. (Coords.) 2000. Mioceno Superior: El yacimiento de El Cerro de los Batallones. *En: Patrimonio Paleontológico de la Comunidad de Madrid*. J. Morales, M. Nieto, L. Amezua, S. Fraile, E. Gómez, E. Herráez, P. Peláez-Campomanes, M.J. Salesa, I.M. Sánchez y D. Soria, Eds., 178–203. Serie de la Consejería de educación. Comunidad de Madrid.
- Segura, M., Gil, J., García-Hidalgo, J.F., y Carenas, B. 2008. Costas y mares del Cretácico. *En: Geología de Guadalajara*. A. Calonge y M. Rodríguez, Eds., 123–134. Obras colectivas Ciencias 03.
- Soria, D., Amezua, L., Daams, R., Fraile, S., Herráez, E., Morales, J., Nieto, M., Peláez-Campomanes, P., Salesa M. J. y Sánchez, I.M. (Coords.) 2000. Faunas del Mioceno. *En: Patrimonio Paleontológico de la Comunidad de Madrid*. J. Morales, M. Nieto, L. Amezua, S. Fraile, E. Gómez, E. Herráez, P. Peláez-Campomanes, M.J. Salesa, I.M. Sánchez y D. Soria, Eds., 110–177. Serie de la Consejería de educación. Comunidad de Madrid.
- Yardley, B. W. D., MacKenzie, W. S. y Guilford, C. 1997. *Atlas de rocas metamórficas y sus texturas*. 120 pp. Masson. Barcelona.

Recursos electrónicos

Fuentes de imágenes:

Mapas del itinerario (modificados):

https://portal.ucm.es/image/image_gallery?uuid=748e428a-2c2a-4d0f-bbb8-4e2a4ca32ff9&groupId=195138&t=1296774517792

Foto Palacio Real de Aranjuez: <http://www.salmorejo.com/palacio4.jpg>

Foto Iglesia Santa María La Mayor:

http://bp3.blogger.com/_yKtH0SFIORg/SJX7zlii4zl/AAAAAAAAACs/9NasOIY7CMg/s320/Santa+Mar%C3%ADa+la+Mayor.JPG

Foto cueva: <http://www.paisajeshermosos.com/wp-content/uploads/2012/08/paisajes-hermosos-estalactitas-y-estalagmitas.jpg>

Foto ripples duna: <http://1.bp.blogspot.com/-nIBDgznz7YI/ThzqlnFuqI/AAAAAAAAABW4/w9ieEnah2qA/s1600/cabopoloniodunas.jpg>

Foto ripples playa: <http://www.tuswallpapersgratis.com/wallpaper/Sand-Ripples/>

Foto Abu-Simbel: <http://www.fondosgratis.mx/imagenItem/3041/1440/el-templo-abu-simbel.jpg>

Foto Catedral de Salamanca: <http://blog.reservahotelessalamanca.com/wp-content/uploads/Catedral-1.jpg>

Imagen de rudistas (modificada):

http://3.bp.blogspot.com/_TKG4_iu6A5Q/SfzW9bozoqI/AAAAAAAAAs4/yN84uVgIFdQ/s320/rudista+-+esquema.JPG

Imagen tipo de erupciones volcánicas (modificada):

<http://bibliotecadeinvestigaciones.files.wordpress.com/2010/05/tipo-volcanes.jpg?w=645&h=444>

Imagen Vesubio:

http://images.reproarte.com/files/images/T/turner_joseph_mallord_william/el_vesubio_en_erupcion.jpg

Imagen Plinio el Joven:

http://4.bp.blogspot.com/_PBrhL9halTU/SuYEcl4BWII/AAAAAAAAAMu8/k1QEDn5p4bU/s320/plinio+el+joven.jpeg

Imagen Plinio el Viejo: <http://symploke.trujaman.org/images/thumb/9/96/225px-Plinioelviejo.jpg>

Foto Severo Ochoa: <http://s01.s3c.es/imag/v2/EcoAula/225x250/Severo-ochoa.jpg>

Imagen partes de bivalvo (modificada):

http://encina.pntic.mec.es/nmeb0000/invertebrados/moluscos/imagenesmoluscos/co_nchainteriormini0.jpg

Foto encrinita: <http://fr.academic.ru/pictures/frwiki/69/Encrines.jpg>

Imagen modelo del origen de rocas ígneas (modificada):

http://www.uclm.es/users/higuera/yymm/magmatismo_archivos/image003.jpg

Fotos guerra civil:

-Brigadistas en la Universitaria:

http://1.bp.blogspot.com/_uK5jE7nVMsM/STb50gry5kI/AAAAAAAAAL8/K9GBb2xHZ1Y/s1600/Ciudad+Universitaria+ametralladora.jpg

-Trincheras republicanas en el campus: http://1.bp.blogspot.com/_uK5jE7nVMsM/SP8-cBvLYZI/AAAAAAAAAAo/1yBVfXN-

[CxQ/s400/AGA F 04063 55431 001 01 Parapeto+leal+inmediato+al+pabell%C3%B3n+de+Farmacia+14+de+marzo+de+1937_Albero+y+Segovia.jpg](http://CxQ/s400/AGA_F_04063_55431_001_01_Parapeto+leal+inmediato+al+pabell%C3%B3n+de+Farmacia+14+de+marzo+de+1937_Albero+y+Segovia.jpg)

-Después de la guerra: <http://img543.imageshack.us/img543/8753/dsgv.jpg>

Foto Gregorio Marañón: <http://gregoriomaranon.enarte.es/>

Imagen de d'Orbigny: commons.wikimedia.org

Imagen modelo tipos de metamorfismo (modificada):

<http://elprofedenaturales.files.wordpress.com/2009/11/tipos-de-metamorfismo.jpg>

Foto pliegues:

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1d/Agiospavlos DM 2004 IMG002 Felsenformation.JPG](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1d/Agiospavlos_DM_2004_IMG002_Felsenformation.JPG)

Foto esquistosidad en pizarras: http://2.bp.blogspot.com/_5CViKtM171s/UX1_6DkzRrI/AAAAAAAAAvQ/1It-qZYkxHw/s1600/Areniscas+y+pizarras.JPG

qZYkxHw/s1600/Areniscas+y+pizarras.JPG

Fotos láminas delgadas de pizarras:

<http://pizarrasdetectar.files.wordpress.com/2013/02/pizarras-micro.jpg?w=630>

Foto Coliseo de Roma:

<http://italia.travelguia.net/wp-content/uploads/2008/07/coliseo3.jpg>

Foto David de Miguel Ángel:

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/63/Michelangelos_David.jpg

Imagen celo: <http://thumbs.dreamstime.com/z/polaroid-envejecida-con-la-cinta-898796.jpg>

Imagen foto Polaroid: [http://crazy-](http://crazy-productions.com/portafolio/albums/userpics/10001/polaroid.png)

[productions.com/portafolio/albums/userpics/10001/polaroid.png](http://crazy-productions.com/portafolio/albums/userpics/10001/polaroid.png)

Imagen clip: <http://www.psdgraphics.com/file/paper-clip.jpg>

Webs:

Información Calizas de Colmenar de Oreja: <http://www.colmenardeoreja.es>

Iberpix: <http://www2.ign.es/iberpix/visoriberpix/visorign.html>

Madripedia: <http://madripedia.es>

UNESCO: <http://whc.unesco.org/>

Wikipedia: <http://es.wikipedia.org/>

Google Earth: <http://www.google.es/intl/es/earth/index.html>

Atlas de Petrología Sedimentaria:

<http://pendientedemigracion.ucm.es/info/petrosed/glosario.html>

Anexo 7

Glosario de términos geológicos

Abanico aluvial. Forma del terreno o accidente geográfico formado cuando una corriente de agua que fluye rápidamente entra en una zona más tendida y su velocidad disminuye, extiende su cauce en abanico, en general a la salida de un cañón en una llanura plana.

Anhidrita. Mineral de sulfato de calcio, similar al yeso pero deshidratado.

Área fuente (=roca madre). Zona o sólido sujeta a la erosión y meteorización, a partir de la cual proceden determinados sedimentos que se acumulan en cuencas sedimentarias.

Bioclasto. En una roca, cualquier elemento fósil, entero o fragmentado, que ha sufrido transporte.

Braquiópodos. Filo de animales marinos pertenecientes al clado de los lofoforados. Poseen dos valvas (superior e inferior), unidas en la región posterior. Generalmente son bentónicos, viviendo fijos a sustratos duros por un pedúnculo, o enterrados en sustratos blandos, donde excavan ayudándose de sus valvas, y forman extensas galerías.

Briozoos. Filo de pequeños animales coloniales acuáticos, que presentan una corona de tentáculos ciliados (lofóforo) para captar alimento, en los que el ano se abre fuera de dicha corona tentacular.

Discontinuidad. Falta del registro estratigráfico correspondiente a un intervalo de tiempo determinado, en una sucesión estratigráfica. Por erosión o ausencia de sedimentación.

Discordante (discordancia). Cuando los estratos de las capas no son paralelos. El contacto entre éstas es recto y los estratos de una de ellas buzan con respecto a los estratos paralelos de la otra capa.

Equinodermos. Filo de animales deuteróstomos exclusivamente marinos, bentónicos y con simetría pentarradial. Su nombre alude a su esqueleto interno formado por osículos calcáreos. (Ej; erizos de mar, estrellas de mar)

Estrato. Cuerpo de roca de carácter homogéneo o que cambia gradualmente, de origen sedimentario y depositado bajo condiciones constantes, separado de los estratos adyacentes por superficies de estratificación producidas por interrupción de la sedimentación o erosión (erosión: degradación y transporte de suelo o roca que producen distintos procesos en la superficie de la Tierra: agua, viento o cambios térmicos).

Evaporitas. Rocas sedimentarias que se forman por cristalización de sales disueltas en lagos y mares.

Evento tectónico. Proceso ocurrido por deformación de la corteza terrestre, al estar sometida ésta a una serie de esfuerzos.

Facies. Conjunto de características litológicas y paleontológicas que caracterizan a rocas de la misma edad.

Falla. Estructura tectónica generada por fracturación y desplazamiento de las rocas de la corteza terrestre, a razón de esfuerzos tectónicos.

- Fosilización.** Acontecimiento o proceso fortuito por el cual han sido generados los fósiles (restos o señales de organismos).
- Geiser.** Surtidor termal intermitente en la superficie terrestre.
- Geoda.** Oquedad con paredes tapizadas de cristales que crecen hacia el interior.
- Gneis (gnéisico).** Roca metamórfica compuesta por los mismos minerales que el granito (cuarzo, feldespato y mica) pero con orientación definida en bandas, con capas alternas de minerales claros y oscuros.
- Halita.** Mineral blando, de brillo vítreo, formado por cristales cúbicos de cloruro sódico (sal).
- Karst.** Forma de relieve originada por meteorización química de determinadas rocas, como la caliza, dolomía, yeso, etc., compuestas por minerales solubles en agua.
- Laterita (laterítico).** Suelo propio de las regiones cálidas, caracterizado por la pobreza en sílice y su elevado contenido en hierro y alúmina.
- Paraconformidad (o hiato).** Tipo de discontinuidad en la que los estratos de las capas son paralelos, al igual que entre ellas. Y el contacto entre ambas capas es plano.
- Resedimentado.** Fósil previamente acumulado, que es desplazado antes de ser finalmente enterrado.
- Roca ígnea.** Sólido que proviene de la consolidación total de un magma (magma: agregado formado por silicatos fundidos, minerales sólidos y gases).
- Roca metamórfica.** Sólido que experimenta un proceso de metamorfismo (metamorfismo: transformación de una roca en estado sólido por variaciones de presión y/o temperatura).
- Roca sedimentaria.** Sólido formado por la acumulación de sedimentos, y su posterior compactación, modificación y cementación.
- Sienita.** Roca ígnea plutónica constituida por minerales como feldespato, oligoclasas, albita, y minerales máficos como biotita y piroxeno (augita). Se diferencia del granito por la ausencia de cuarzo (aunque éste puede estar en la misma).
- Tendencia regresiva.** Cuando el mar retrocede con respecto a la línea de costa (transgresión: cuando el mar invade el continente).
- Terrígeno.** Material derivado de un área fuente y transportado mecánicamente a la cuenca de sedimentación.

Anexo 99

Información de Facultades de la UCM

Derecho:

Ciudad Universitaria.28040 Madrid.

Horario (de lunes a viernes): 9:00 - 21:00

Tel.: 91 394 54 31

www.ucm.es/centros/webs/fder

Edificio de Alumnos de la Universidad Complutense:

Avenida Complutense s/n

Ciudad Universitaria.28040 Madrid.

Tel.: 91 394 12 66

<http://www.ucm.es/info/ucmp/pags.php?tp=Edificio%20Ode%20Alumnos&a=centros&d=entidad-1133.php>

E.T.S. Ingenieros Agrónomos:

Avenida Complutense s/n.

Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.

Horario (de lunes a viernes): 8:30 -21:00 h.

Tel.: 91 336 56 00

<http://www.etsia.upm.es/portal/site/ETSIAgronomos>

Físicas:

Ciudad Universitaria.28040 Madrid.

Horario (de lunes a viernes): 9:00 - 21:00

Tel.: 91 394 46 48

www.ucm.es/centros/webs/ffis

Geológicas:

C/José Antonio Novais 12

Ciudad Universitaria.28040 Madrid.

Horario (de lunes a viernes): 8:30 - 20:30

Tel.: 91 394 48 26

www.ucm.es/centros/webs/fgeo

Medicina:

Pza. Ramón y Cajal, s/n

Ciudad Universitaria.28040 Madrid.

Horario (de lunes a viernes): 9:00 - 21:00

Tel.: 91 394 13 25

www.ucm.es/centros/webs/fmed

Odontología:

Pza. Ramón y Cajal, s/n

Ciudad Universitaria.28040 Madrid.

Horario (de lunes a viernes): 9:00 - 21:00

Tel.: 91 394 19 12

www.ucm.es/centros/webs/fodon



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE
MADRID



Departamento de
Paleontología



**RESPONSABLES
DE PIMCD**

Alcolea Moratilla, M.A.

Hänninen, L.I.

Cubillo López, I.J.

Marquina Díaz, D.

Dinis Vizcaíno, L.I.

Martínez Martínez, M^a A.

García Fernández-Villa, S.

Moreno Herrero, I.

García Frank, A.

Murillo González, J.A.

García Rodríguez, M^a P.

Regueiro Rodríguez, M^a L.

Giner Noguerras, M.

Sánchez Brea, L.M.

Gómez-Lucía Duato, E.

Vindel Catena, E.

González Uriel, C.

Zuluaga Arias, M^a P.

Grau Ruiz, M^a A.

ISBN: 978-84-96877-88-7



9 788496 877887