

Un pasado marino

Autores: Juan Carlos Gutiérrez Marco: Director del Instituto de Geología Económica (centro mixto CSICUniversidad Complutense), paleontólogo del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Isabel Rábano Gutiérrez del Arroyo: Directora del Museo Geominero (IGME), paleontóloga del Instituto Geológico y Minero de España. Miguel Ángel de San José Lancha: Profesor del Departamento de Estratigrafía de la Universidad Complutense de Madrid, integrado en el Instituto de Geología Económica. Agustín P. Pieren Pidal: Profesor del Departamento de Estratigrafía de la Universidad Complutense de Madrid, integrado en el Instituto de Geología Económica. Confección del impreso original: Esther Martínez y Modesto Gómez (Inforama).

Navas de Estena se encuentra en una localización ideal para adentrarse de una manera sencilla en el mundo de la geopaleontología, en este artículo los autores nos ofrecen una completa explicación de la geología y paleontología para adentrarnos en un viaje de 500 millones de años en la ruta del Boquerón del Estena.

1.- Una aproximación a las entrañas ibéricas



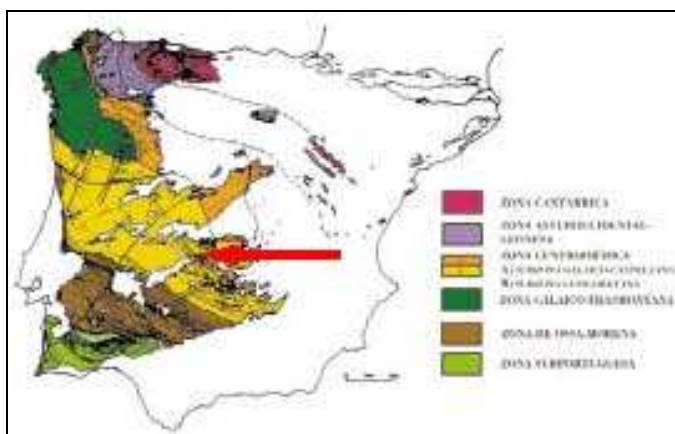
Ubicación geográfica del Parque Nacional en la Comunidad castellano-manchega, con territorio repartido entre dos municipios de la provincia de Toledo (Los Navalucillos, Hontanar) y cuatro de la provincia de Ciudad Real (Navas de Estena, Retuerta del Bullaque, Horcajo de los Montes y Alcoba de los Montes). Ilustración tomada de NIPO 311-01-074-0, Servicio de Publicaciones de Parques Nacionales.

El Parque Nacional de Cabañeros comprende una extensión de 390 km² en el norte de la provincia de Ciudad Real y sur de la provincia de Toledo, dentro del sistema orográfico de Los Montes de Toledo (Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha). Es el décimo Parque Nacional español; fue creado el 20 de noviembre de 1995, y depende administrativamente del Ministerio de Medio Ambiente (Secretaría General de Medio Ambiente, Organismo Autónomo Parques Nacionales). Desde 1988, su territorio fue reconocido como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) por la

Unión Europea, y en julio de ese mismo año la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha lo declaró Parque Natural. Ello alteró la intención inicial de convertir su sector meridional en el campo de tiro, para aviación militar, más grande de Europa por aquel entonces (1982-1983), tras la compra por el Ministerio de Defensa de parte de las fincas en propiedad de la familia Aznar desde 1941.

Desde el punto de vista ecológico, el Parque Nacional pertenece al ámbito denominado “bosque y matorral mediterráneo” de suelos ácidos, con predominio de matorral denso de jara, encina y rebollo en las zonas montañosas, y de llanos adehesados por el hombre y los ganados en las llamadas rañas. No obstante, los lugares más recónditos y montañosos del Parque Nacional sorprenden por conservar relictos de una vegetación mucho más húmeda y umbrosa (“bosque atlántico”), una mezcla de supervivientes de las floras del Terciario y de las glaciaciones del Cuaternario, con abedules, tejos, acebos, madroños, sauces, alisos, castaños, avellanos, fresnos, serbales y algunos elementos esciófilos y herbáceos singulares, como el durillo (laurisilva). En cuanto a la fauna, destaca la amplia diversidad de aves y la abundancia de especies protegidas y cinegéticas, convertidas hoy en día en símbolo vivo del Parque Nacional. Tanto es así, que en los amplios herbazales salpicados de encinas, quejigos, mestos y alcornoques, tan característicos de la raña central del Parque (de 8.000 ha de extensión), muchos han querido ver similitudes paisajísticas con la sabana africana, con una diversidad y abundancia tal de grandes vertebrados, que Cabañeros es calificado reiteradamente por algunos como el “Serengeti español”.

Centrándonos ya en el sustrato geológico, el sistema orográfico de los Montes de Toledo se sitúa en el sector suroriental de la llamada Zona Centroibérica del Macizo Hespérico, el cual comprende el gran núcleo de rocas antiguas (terrenos precámbricos y paleozoicos) que configura toda la mitad occidental de la Península Ibérica.



Situación del Parque Nacional en la Zona Centroibérica del Macizo Hespérico (gran núcleo rígido de rocas precámbricas y paleozoicas que forma toda la Meseta y mitad oeste de la Península Ibérica). Según San José (1998)

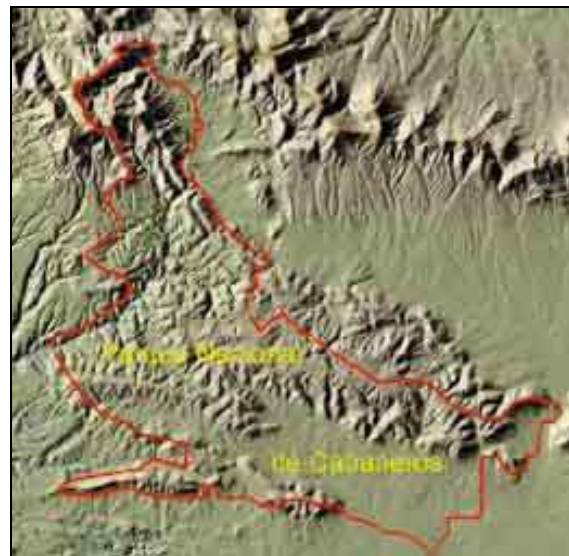
El territorio del Parque Nacional de Cabañeros comparte los rasgos geológicos comunes a toda la comarca y a gran parte de la Submeseta meridional. A grandes rasgos, sus materiales geológicos se estructuran en dos grandes conjuntos: por una parte, un basamento antiguo, fuertemente deformado, constituido por rocas detríticas depositadas en un ambiente marino o litoral, entre finales del Precámbrico y comienzos del Paleozoico inferior (aproximadamente entre - 550 hasta - 450 millones de años); y por otro, una cobertera subhorizontal reciente, de origen netamente

continental, vinculada a las crisis climáticas características de fines del Terciario y comienzos del Cuaternario, con una antigüedad inferior a los 3 millones de años.

La geometría de los pliegues paleozoicos, y sus niveles de arrasamiento, impiden reconocer en Cabañeros materiales de los periodos Silúrico y Devónico (a diferencia de lo que afirman algunas guías y publicaciones geográficas), los cuales se depositaron sin duda alguna en la zona, pero fueron más tarde eliminados por erosión (antigua y moderna).

Los dos grandes conjuntos rocosos y sedimentarios que hemos descrito condicionan netamente el relieve actual de Cabañeros, ya que los materiales paleozoicos son los que forman las áreas montañosas al norte, centro-norte y oeste del territorio, en tanto que la cobertera reciente es la que configura las rañas más típicas del sector suroriental del mismo. La razón estriba en la dureza y resistencia a la erosión que oponen las unidades cuarcíticas paleozoicas, plegadas durante la Orogenia Hercínica o Varisca (ocurrída hace más de 300 millones de años), y desde entonces fueron arrasadas varias veces coincidiendo con ciclos erosivos de edad incierta. También existió una fase, en la que los relieves pudieron haber sido reactivados durante la Orogenia Alpina (ya en la Era Terciaria), pero sus efectos en la comarca no pueden constatarse más que por la probable reactivación de antiguas fallas hercínicas.

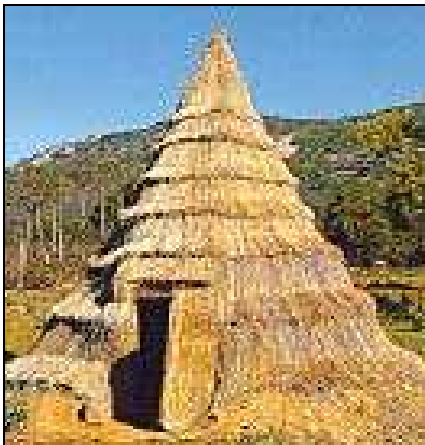
Contorno del Parque Nacional en un esquema orográfico a escala. Se observan las zonas montañosas encuadradas en los Macizos de Rocigalgo (al noroeste), a continuación el Macizo del Chorito, separado del anterior por la incisión del río Estena; el área de sierras más meridional incluye las Sierras de la Celada o del Gavilán y su prolongación en las cuerdas de Miraflores, Solanillas y El Rostro. Entre medias se extiende una depresión llana y abierta, la raña, entre los 650 y 750 m de altitud.



En cualquier caso, la larga y compleja historia erosiva de los materiales paleozoicos, eliminó los posibles sedimentos continentales mesozoicos y del Terciario antiguo. Testigos de esta dilatada denudación son las espléndidas superficies de erosión escalonadas, cuyo testimonio más notable se encuentra en el conjunto de “rasos” que coronan el macizo montañoso del Chorito, formando un rígido nivel de cumbres cercano a los 1.000 m. Por encima de éste, tan sólo se conservan al noroeste del Parque algunas hombreras erosivas que corresponden a un segundo nivel de cumbres muy bien desarrollado en las sierras de San Pablo y Navahermosa sobre los 1.200 m. Del mismo emergen los relieves de Rocigalgo y Calamocho (hacia los 1.400 m.), vestigios a su vez de una morfología previa ampliamente representada en el centro de España.

Desde el punto de vista hidrográfico, Cabañeros se enmarca dentro de las cuencas de dos ríos afluentes del Guadiana por su margen derecha: el Bullaque y el Estena. El primero circula sobre la raña sin apenas incidirla y sin generar un valle estable, mientras que el segundo aparece fuertemente encajonado en un surco intramontañoso cuya incisión se suma al relieve, de por sí accidentado, de toda la región occidental de montes.

En cuanto a la reciente historia humana en la región, los Montes de Toledo se denominan así porque en su mayor parte pertenecieron a la ciudad de Toledo entre 1246 y 1835, y también porque el término “monte” designaba por aquel entonces cualquier área con vegetación natural susceptible de aprovechamiento directo (madera, carbón, leña), o bien por ser potencial generadora de otros recursos (arrendamiento a particulares). Pero coincidiendo con este periodo, la vieja metrópoli impuso un rígido sistema fiscal a sus habitantes, que acabaron despoblando la región hasta alcanzar densidades extremas como los 0,050 habitantes por km² actuales en el territorio del Parque Nacional. Como consecuencia pareja, la comarca entera se hizo tristemente célebre por el auge del bandolerismo de mediados del siglo XIX. Los núcleos de población actuales se originaron a partir de los poblados de chozas donde habitaban las “cuadrillas” de carboneros, pastores, corcheros, apicultores y leñadores, las cuales tenían una forma cónica elevada y cubierta vegetal, de tradición indudablemente prerromana. La construcción de estos habitáculos temporales perduró hasta mediados del siglo pasado, y según algunos eruditos, su existencia misma es la que dio origen al topónimo Cabañeros.



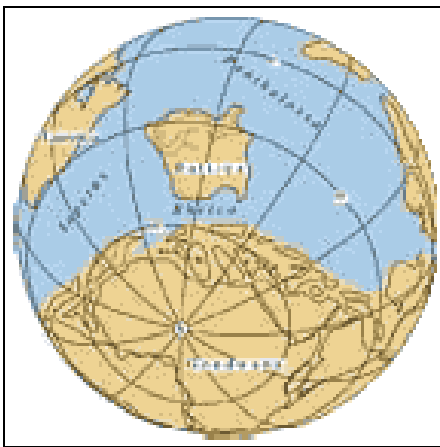
Cabaña o chozo tradicional, de un tipo que perduró en Cabañeros hasta mediados del siglo pasado, y que dio nombre a la finca primitiva.

2.- Marco paleogeográfico y temporal

Cuando hablamos de sedimentos marinos, ¡en el centro de la Península!, tanto las personas incrédulas como las poco versadas en geología, lo más que llegan a aceptar (o a imaginarse) es que el mar pudiera haber estado allí recubriendo a la geografía actual, de la que se habría retirado en virtud de una regresión marina (explicable bien por retroceso del mar, o bien por elevación isostática del continente).

Nada más lejos de la realidad. Al menos para los materiales geológicos de la era Paleozoica, depositados en un tiempo anterior a la existencia misma de la Península Ibérica, tal y como ahora la concebimos.

Nuestra historia comienza hace poco más de 500 millones de años, cuando los territorios precursores de la Iberia actual (Ib, OM y C en la reconstrucción paleogeográfica adjunta) eran parte de la plataforma continental marina del desaparecido macrocontinente de Gondwana. Éste aglutinaba a extensas zonas emergidas, o inundadas bajo mares someros, repartidas ahora en África, América (Sudamérica), Asia (Arabia, India, Suroeste de China), Oceanía (Australia, Nueva Zelanda) y Antártida. Todo esto ocurría antes de la apertura de los océanos que conocemos en la actualidad, y que terminaron por desintegrar un supercontinente posterior al primitivo Gondwana (la Pangea pérmico-triásica), aún mucho mayor.



Esto es lo que vería un extraterrestre que se estuviera acercando a la Tierra hace 480 millones de años. También otro que nos estuviese mirando, en este preciso instante, con un potentísimo telescopio desde cualquier planeta en la galaxia Haufen A-400, porque ese es el tiempo que tarda en recibir la luz emitida por nuestro flamante Sistema Solar. En el Ordovícico, nuestro territorio (Ib) se situaba cerca del polo sur, como parte de la plataforma marina epicontinental de Gondwana.

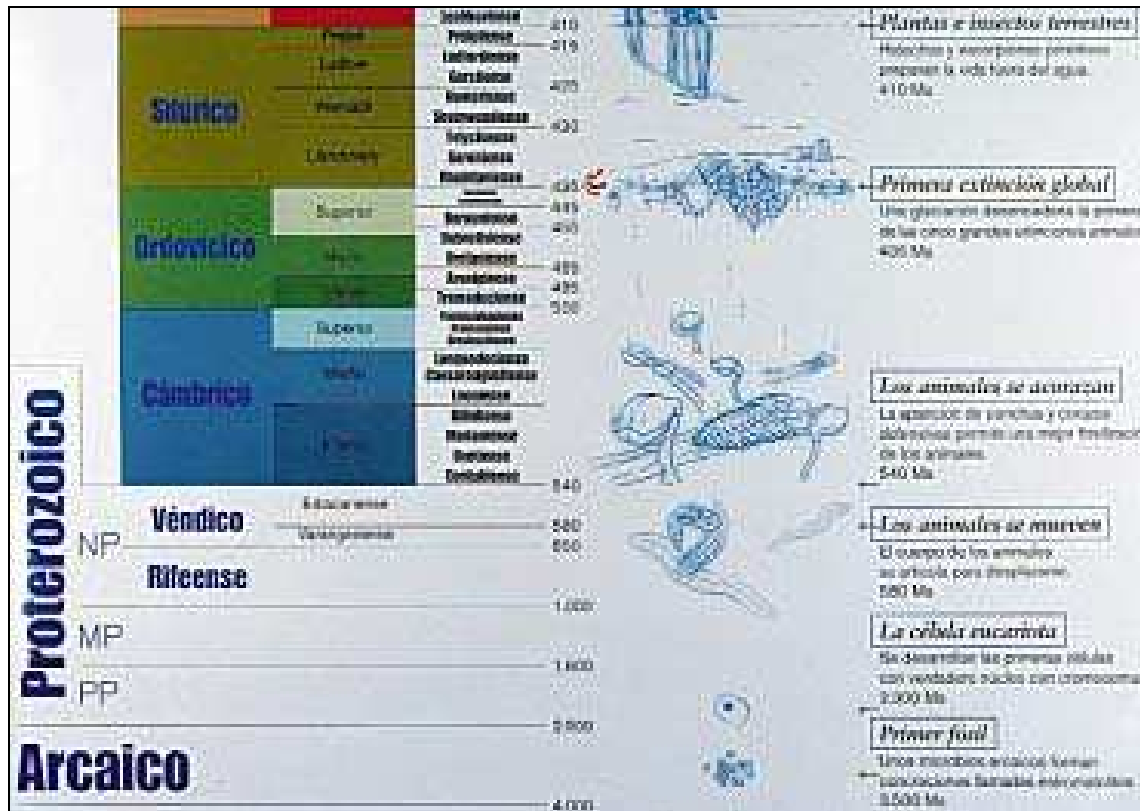
Como se aprecia en la ilustración anterior, que corresponde al Ordovícico inferior, nuestro territorio de entonces (Zona Centroibérica, Ib) estaría unido a la Bretaña francesa, y se situaría en latitudes “paleoantárticas”, cercanas al polo sur, permaneciendo sumergido bajo los mares poco profundos circundantes a Gondwana. En esos momentos no habían aparecido aún las plantas terrestres, por lo que la parte emergida de Gondwana sería un vasto continente yermo salvo en sus porciones paleoecuatoriales, en las que formas vegetales primitivas, y algunos artrópodos acuáticos, comenzaban a hacer sus primeras incursiones en tierra firme. Los vertebrados estaban restringidos a escasas formas, acorazadas o no, de pequeños peces sin mandíbulas, limitados a los mares cálidos próximos al paleoecuador.

En todo caso, la inexistencia de una cobertura vegetal que contuviese la erosión, favorecía que las plataformas marinas y someras perigondwánicas, fuesen muchísimo más extensas de lo que ahora es habitual en el planeta, dándose casos como el de la región centroibérica, en que la plataforma marina era casi plana (a 500 km desde la costa, apenas profundizaba 100-150 m).

Estas plataformas permanecieron con escasas variaciones hasta el Devónico medio, donde la sedimentación comienza a reflejar el influjo de la aproximación de Gondwana al ensamblaje de Laurentia, Baltica y el microcontinente Avalonia (desgajado de Gondwana), unidos durante la Orogenia Caledónica. Ya en el Carbonífero superior,

Gondwana acaba colisionando con este segundo continente (Laurusia), replegándose entonces todos los sedimentos acumulados en las plataformas marinas de ambos macrocontinentes, durante un nuevo ciclo orogénico designado como Orogenia Hercínica o Varisca.

Es en esta última orogenia cuando se forman los espectaculares pliegues que caracterizan la morfoestructura y paisaje de la región centroibérica.



Escala del tiempo geológico para el Proterozoico (“precámbrico”) y Paleozoico Inferior (Cámbrico a Silúrico). Los números reflejan edades, expresadas en millones de años, con respecto al presente. A la derecha, figuran los acontecimientos evolutivos principales en la biosfera. Figura adaptada de la Tabla Cronoestratigráfica (2002) publicada por el Museo Geominero.

3.- El boquerón del Estena

La sección geológica del arroyo del Chorrillo al sur de Navas de Estena (Ciudad Real) y, sobre todo, el valle encajado del río Estena con el que el cauce anterior confluye en el paraje de “El Boquerón” (llamado así por la unión de los dos valles), constituye una de las zonas más desconocidas y accesibles del Parque Nacional. Tanto es así, que artículos aparecidos en la prensa nacional lo han calificado como “el otro Cabañeros”, por diferir tanto de la imagen habitual del Parque formada por los paisajes de la raña.

El Boquerón del Estena es un hermoso lugar tapizado de jarales y carrascas, donde se mezclan numerosos relictos de vegetación atlántica, tanto arbórea como arbustiva. En

época otoñal se torna un valle multicolor, al igual que todo el bosque mediterráneo de zonas montañosas, el cual tiene su “fecha mágica” de esplendor en la segunda semana de noviembre. La misma ha sido resaltada públicamente por el director del Parque Nacional, como el momento cuando “los rebollos se vuelven dorados; los mostajos, púrpura, y los arces y cornicabras se ponen de color rojo”.



Izquierda, paisaje en el itinerario del Boquerón del Estena; derecha, aspecto de una práctica de campo de la asignatura de Paleoicnología en la Cuarcita Armorica sobre el valle del mismo río.

Desde el punto de vista geológico, la sección que forma el Arroyo del Chorrillo y el río Estena resulta excepcional por muchas razones. La primera es el corte que ofrece, en magníficas condiciones de afloramiento y continuidad, de los conjuntos litológicos más representativos del Cámbrico basal y Ordovícico Inferior a Medio en toda la región. La segunda de las razones es la abundancia de icnofósiles preservados in situ, lo que posibilita establecer el rango bioestratigráfico del registro icnológico y su datación relativa. La tercera es el espectacular afloramiento de la llamada Discordancia Toledánica, uno de los más impresionantes testimonios de la tectónica anteordovícica a escala europea.



Esquema del sinclinal de Navas de Estena a la altura de Retuerta del Bullaque (pueblo en el centro; noreste a la derecha).

El recorrido comienza en la parte basal de la unidad de pizarras oscuras del Ordovícico Medio (Pizarras de Navas de Estena en la columna estratigráfica anterior, a la altura de “3a”) y prosigue con las alternancias cuarcíticas de las Capas de Marjaliza.

Después de vadear el arroyo del Chorrillo, enseguida nos adentramos en la confluencia del río Estena con su tributario. Se trata del paraje de “El Boquerón” propiamente dicho, desde donde iniciamos la contemplación de las gruesas capas cuarcíticas de la Cuarcita Armorica, y de los canchales procedentes de ellas. En este punto nos detendremos a curiosear también en las llamadas “Torres del Estena”, que sorprenden

por tratarse de unas formaciones columnares de piedra muy celebradas por los excursionistas, y cuya fotografía aparece en casi todas las guías del Parque Nacional.



Las Torres del Estena, formaciones columnares de piedra que evidencian una pequeña falla erosionada con relieve diferencial.

En realidad, las susodichas “Torres” no son sino los vestigios de un accidente geológico sin apenas importancia: se trata de la simple milonita (fragmentos acumulados en la zona de fricción) de una modesta falla de dirección suroeste- nordeste, fuertemente cementada y preservada por erosión diferencial. Si nos alejamos de ella y tomamos perspectiva, enseguida observaremos que las “Torres” componen una serie de vestigios alineados, a modo de las ruinas de una muralla imaginaria de opus caementicium (hormigón romano) de baja calidad. Ésta revelaría precisamente el trazado de la falla, cuya roca milonítica comprende fragmentos de cuarcita brechificados por la fricción, con frecuentes impregnaciones de minerales de manganeso de hábito dendrítico (esencialmente pirolusita). Tales dendritas son hasta tal punto frecuentes y curiosas, que en algunas guías constan erróneamente como “hojas de helechos fosilizadas”.

A lo largo de nuestro recorrido por la Cuarcita Armoricana, siempre avanzando en el sentido de la mayor antigüedad (columna estratigráfica, sector 3ba 3c), veremos también distintos argumentos sedimentológicos que demuestran que el depósito original del material arenoso tuvo lugar en condiciones marinas progresivamente más someras (profundizando, de techo a muro, en el tiempo geológico), hasta llegar incluso a un episodio de emersión.



Paquete principal de la Cuarcita Armoricana en el Boquerón del Estena.

Antes de llegar a este punto, se produce el cruce obligado del río Estena por un portillo o angostura, momento en el que aprovecharemos para reconocer algunos icnofósiles in situ como *Cruziana*, además de niveles plagados de *Skolithos*, que perforan y alteran la laminación sedimentaria en el interior de los estratos.



Skolithos en corte transversal



Cruziana

El paso a las "Capas Intermedias" del Arenigiense inferior, la unidad más antigua del Ordovícico en la región (columna estratigráfica, 3c), supone un cambio brusco en la coloración general de las rocas (que de tonos claros pasan a ser predominantemente rojizas e incluso purpúreas), con la aparición de sedimentos mucho más gruesos (incluyendo niveles conglomeráticos), y con una restricción final del registro icnológico a abundantes niveles de *Skolithos* deformados por la refracción de la esquistosidad.



Alternancia pizarroso-cuarcítica de las "capas intermedias" con niveles de Skolithos deformados por refracción de la esquistosidad.

La sucesión ordovícica desaparece bruscamente en un punto donde las areniscas y pizarras interrumpen su inclinación habitual y se apoyan sobre una unidad completamente verticalizada. Se alcanza así una discordancia angular, que supuso el plegamiento y erosión de los materiales ahora verticales, previa al depósito de los sedimentos ordovícicos. El plano de la discordancia representa, por lo tanto, una superficie de arrasamiento erosivo, en su momento horizontalizada, antes de que se produjera la sedimentación ordovícica. Tal discordancia está muy extendida por las distintas regiones que formaron parte de la plataforma marina en torno a Gondwana, y tiene uno de sus mejores puntos de observación a nivel europeo en esta sección. Por ello ha recibido el nombre de Discordancia Toledánica.

Anteriormente había sido comparada de forma errónea por muchos geólogos con la “discordancia Sárdica” de la isla de Cerdeña, que separa en realidad conjuntos diferentes dentro del Ordovícico, no entre el Ordovícico y su sustrato previo. La discordancia preordovícica marca una frontera según la cual la sucesión de las Capas Intermedias + Cuarcita Armoricana, llega a apoyarse sobre distintos términos de las sucesiones neoproterozoicas y cámbricas, según las región considerada.



Discordancia Toledánica, una discordancia de tipo angular generalizada en todo el suroeste de Europa entre los materiales del Ordovícico Inferior (inclinados a la derecha en la foto) y el sustrato preordovícico (Neoproterozoico-Cámbrico), representado aquí por las Areniscas del Azorejo (en capas verticales, parte izquierda de la foto). Esta discordancia preordovícica tiene uno de sus mejores puntos de observación a escala continental en el lugar de la fotografía, que se localiza en el río Estena, 250 m. aguas arriba de su confluencia con el arroyo del Maíllo. En la foto de la derecha, detalle del plano de la discordancia a nivel del camino

En el Boquerón del Estena, la parte más alta (y próxima a nosotros) de la sucesión preordovícica está formada por las llamadas Areniscas del Azorejo (Cámbrico inferior), que poseen el interesante contenido icnológico que se detalla en la sección correspondiente.

Al punto de alcanzar el tránsito de esta unidad a las Pizarras del Pusa infrayacentes, nuestro camino termina bruscamente en la alambrada de un coto de caza.

El viaje de regreso ofrece la posibilidad de contemplar el orden normal de la sucesión estratigráfica (de más antiguo a más moderno), recapitulando la sucesión temporal de los principales acontecimientos geológicos:

– Sedimentación marina de un sustrato anteordovícico: de él hemos visto las Pizarras del Pusa y las Areniscas del Azorejo; pero más al norte afloran también calizas (san Pablo de los Montes) e incluso una unidad superior de areniscas (Areniscas de Los Cortijos de Malagón), habiéndose depositado todo este conjunto en el Cámbrico inferior.

– Basculamiento y plegamiento de toda la zona con posterioridad al Cámbrico inferior, lo que conduce a la emersión y a la denudación erosiva del conjunto preordovícico antes del Arenigiense inferior.

– Transgresión marina del Arenigiense inferior, con un impulso renovado en el Arenigiense medio y otro en el Oretaniense basal. Los ambientes implicados entre estos tres pulsos transgresivos, detectables por variaciones en la tasa de sedimentación o incluso por interrupciones sedimentarias difíciles de cuantificar, se marcan por una tendencia general hacia ambientes progresivamente más profundos y alejados de la costa. Así, desde unas “Capas Intermedias” de influencia continental, se pasa a la sucesión típicamente litoral de la Cuarcita Armoricana y las Capas de Marjaliza. Estas últimas suponen un tránsito hacia ambientes más profundos de la plataforma, reflejada en el tercio inferior de las Pizarras de Navas de Estena, a resultas de una nueva transgresión de alcance global coincidente con el piso Darriwiliense (antiguamente llamada “transgresión del Llanvirn”).

Nuestra sección termina, por tanto, donde la habíamos empezado, en las Pizarras de Navas de Estena, cerca de cuya base se localiza un horizonte de hierro sedimentario de pequeño espesor. Éste separa el ciclo sedimentario del Arenigiense superior (Capas de Marjaliza + pizarras de muro), del ciclo Oretaniense, donde los icnofósiles de organismos serimentívoros y el registro fósil de invertebrados pasa a ser muy abundante y variado. Todo ello se verá con mayor detalle en la sección “Fosiles de las pizarras de Navas de Estena”.

4.- El Cámbrico y sus icnofósiles

Los materiales preordovícicos, de la parte visitable del Boquerón del Estena, se encuentran representados por las Pizarras del Pusa y las Areniscas del Azorejo. La primera de estas unidades es la más antigua de las dos, y consiste en una sucesión monótona de limolitas gris verdosas, con laminación paralela persistente, e intercalaciones de bancos de areniscas grauváquicas del mismo color, que aumentan en frecuencia y espesor hacia techo de la unidad. La potencia visible en el área considerada no sobrepasa los 600 m. Desde el punto de vista paleontológico, las Pizarras del Pusa, contienen en su mitad inferior diversos niveles con icnofósiles y microfósiles de pared orgánica, que generalmente son considerados próximos al límite Proterozoico/Cámbrico. La distinción de este límite se sitúa convencionalmente en el

primer registro estratigráfico de señales de actividad compleja producidas por organismos en el sustrato, combinadas con la aparición de ciertas evidencias de caparzones esclerotizados (como señales debidas a patas de artrópodos), en un momento en el que todavía no existen restos directos de tales organismos (la mineralización de los esqueletos y sus primeros fósiles ocurre algo más tardíamente). Las Pizarras del Pusa son una de las unidades clave para estudiar esta transición a escala de Europa continental y son por ello mundialmente conocidas, ya que en la región de las Villuercas coexisten, en la parte inferior de la unidad, icnofósiles cámbricos con microfósiles de pared orgánica de aspecto precámbrico terminal”, o incluso con megafósiles problemáticos, principalmente megavesículas atribuidas a cianobacterias coloniales.

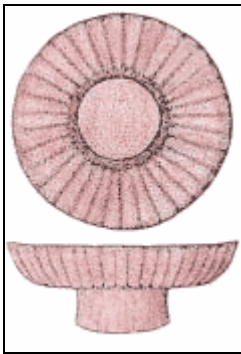


Rizaduras de corriente (“ripple marks”), correspondientes a ambientes marinos someros, conservadas en la superficie de un estrato perteneciente a las Areniscas del Azorejo

Las Areniscas del Azorejo suprayacentes consisten en areniscas cuarcíticas pardas o amarillentas dispuestas en bancos, alternando con lutitas y limolitas más oscuras y raros lentejones carbonatados. En las areniscas se reconocen frecuentes estructuras sedimentarias propias de ambientes costeros (rizaduras de oleaje o de corriente y estratificaciones cruzadas), así como abundantes señales de actividad biológica (pistas y huellas). El espesor aumenta desde los 500 m medidos en el entorno del Boquerón del Estena, hasta más del doble al sur de Cigüñuelas. Sus asociaciones icnológicas suman a casi todas las formas identificadas en la unidad infrayacente, frecuentes trazas perpendiculares u oblicuas a la estratificación (tubos cortos de Skolithos, Diplocraterion y Monocraterion). También aparecen huellas bilobuladas de artrópodos de pequeño tamaño, bien pistas (Cruziana) o marcas de reposo (Rusophycus), y pistas unilobuladas complejas (Psammichnites). Con todo, el icnofósil más distintivo de estas areniscas es sin duda Astropolichnus hispanicus, interpretado como la huella de anclaje de un celentéreo de hábitos parecidos a los de determinadas anémonas marinas actuales, que viven semienterradas en sustratos arenosos firmes. Astropolithos es una estructura anular ornada por crestas radiales, que a su vez se disponen en torno a un área central deprimida o cilíndrica; su aparición en el registro estratigráfico es utilizada para fijar la base del piso Ovetiense (Cámbrico inferior), ya que coincide con la aparición de los fósiles de trilobites más antiguos. Tanto el Ovetiense como el Cordubiense que le precede, son pisos de la escala cronoestratigráfica mediterránea derivados de estratotipos españoles (y de los nombres romanos de Oviedo y Córdoba, respectivamente). El Cordubiense representa el Cámbrico basal “pre-trilobítico”, que en el Parque se manifiesta por las Pizarras del Pusa y parte de las Areniscas del Azorejo, justo hasta la aparición de Astropolichnus (que inicia el Ovetiense).



*Dos ejemplares de **Astropolichnus hispanicus** (Crimes, Legg, Marcos y Arboleya), icnofósil característico de las Areniscas del Azorejo (Cámbrico inferior). Corresponde a la huella de anclaje de un celentéreo, similar a las modernas anémonas de arena, y es típico de los ambientes intermareales y submareales del Ovetiense en todo el suroeste de Europa y Terranova*



*Reconstrucción esquemática de **Astropolichnus hispanicus** en vistas basal y lateral, mostrando el cilindro axial de anclaje (según Pillola et al., 1994)*

5.-Fósiles de las pizarras de Navas de Estena

Las Pizarras de Navas de Estena representan una unidad de lutitas arcillosas masivas de gran espesor (500-600 m en el sinclinal homónimo) y muy fosilíferas, cuyas únicas particularidades litológicas dignas de mención son la intercalación de un delgado horizonte de hierro sedimentario cerca de la base, y la aparición en la mitad superior de alternancias arcilloso-limolíticas relacionadas con tormentas. El abundante registro paleontológico ha permitido datar con gran precisión los distintos tramos de la unidad de pizarras, correspondientes a los pisos Oretaniense y Dobrotiviense del Ordovícico medio mediterráneo, el primero de los cuales tiene su estratotipo internacional al oeste de Navas de Estena, en la llamada Cuesta de Valderuelo. Se trata de una sección protegida por el cerramiento de una finca particular, que corresponde al punto con mayor continuidad estratigráfica (a partir del hierro basal) entre horizontes fosilíferos sucesivos del Oretaniense inferior, Oretaniense superior y Dobrotiviense inferior. Por su interés científico, se hace preciso reservar este paraje para trabajos de investigación exclusivamente, dado que en el entorno de Navas de Estena existen otros muchos yacimientos, más prolíficos incluso, donde la recogida de fósiles perjudica poco futuros estudios. Ello se debe a que los restantes puntos se ubican en posiciones

estratigráficas alteradas por la tectónica que afecta al sinclinal, y carecen por ello de un contexto bioestratigráfico preciso.



Excavación paleontológica en un horizonte fosilífero de las Pizarras de Navas de Estena



Horizonte de hierro sedimentario en la base de las Pizarras de Navas de Estena, que originalmente debió de tener una textura oolítica como en el detalle de la fotografía inferior, procedente de una capa correlacionable en el noroeste de España (escala en mm)

El registro paleontológico de las Pizarras de Navas de Estena reúne más de 250 especies de trilobites, graptolitos, moluscos (bivalvos, gasterópodos, cefalópodos, rostroconchas e hiolítidos), braquiópodos (articulados e inarticulados), equinodermos (diplopóridos, homalozoos, crinoides y ofiuroides), conuláridos, briosos y ostrácodos, además de otro medio centenar de microfósiles orgánicos (quitinozoos y acritarcos), estos últimos mal conservados como consecuencia del leve metamorfismo regional que afecta a las rocas.



Alternancias de pizarras arcillosas y limolitas, muy fosilíferas, en la mitad superior de las Pizarras de Navas de Estena. Este tramo fue depositado a comienzos del Dobrotiviense bajo la influencia de tempestades que alteraban periódicamente la tranquilidad de los fondos marinos

Entre los fósiles más comunes de las pizarras merecen una mención destacada los trilobites, artrópodos marinos de caparazón articulado y dividido en tres lóbulos (a lo cual alude su nombre) que, por sufrir mudas periódicas de su exoesqueleto, produjeron en vida numerosos restos susceptibles de ser conservados como fósiles. La mayoría de éstos corresponden por tanto a exuvios más o menos disgregados en partes del cefalón (región cefálica), tórax y pigidio (pieza caudal). Las formas de trilobites más abundantes en los yacimientos del Parque son los calymenáceos, entre los que resalta el género *Neseuretus*. De una de sus especies, *Neseuretus tristani*, deriva el nombre tradicional aplicado al conjunto de los materiales del Ordovícico medio en la región centroibérica ("Capas con Tristani"). También hay otros trilobites frecuentes, como los asáfidos (*Nobiliasaphus*, *Isabelinia*, *Asaphellus*), los queirúridos (*Placoparia*) o los ilénidos (*Ectillaenus giganteus*).



Paisaje del fondo marino ordovícico, con trilobites, equinodermos, braquiópodos, cnidarios y un monoplacóforo de concha arrollada en espiral. La reconstrucción está hecha para el Ordovícico de Bohemia, igualmente en el ámbito perigondwánico

Entre los braquiópodos dominan notablemente los órtidos, que presentan una costulación radial prominente en los moldes externos de sus valvas; entre los equinodermos los cistideos diplopóridos, organismos sésiles piriformes con un esqueleto de placas perforadas por múltiples canales; y entre los moluscos, los bivalvos que vivían total o parcialmente enterrados en el sedimento, como Redonia (de valvas muy convexas y con un tabique interno próximo al extremo anterior), Coxiconcha (en forma de almendra, con pares múltiples de músculos umbonales) o Praenucula (de perfil arriñonado y valvas articuladas mediante una hilera de dienteillos diminutos).

En la parte inferior de las Pizarras de Navas de Estena, y de niveles próximos a las Capas de Marjaliza infrayacentes, provienen también abundantes restos de graptolitos. Estos consistían en colonias planctónicas de esqueleto proteico (fibras de colágeno), entre las que resalta Didymograptus, con dos alineaciones de celdillas que le confieren un aspecto bífido o de diapasón.

Por regla general, todos los restos esqueléticos de invertebrados (conchas, caparazones, zoarios, etc.) se conservan generalmente como moldes en las pizarras arcillosas, tras haber desaparecido el material original que los mineralizaba en fases avanzadas de la diagénesis (durante los procesos de transformación del sedimento en roca). Si la diagénesis se produce diferencialmente alrededor de un resto fósil, poco después de que haber quedado éste enterrado en el sedimento, pueden llegar a formarse unas bolas redondeadas llamadas nódulos, que tienen la ventaja de encerrar fósiles con su relieve original, dado que los nódulos resisten bien la compactación del resto del sedimento y roca.

Para saber más

Aunque empiezan a abundar publicaciones sobre el Parque Nacional de Cabañeros, sus aspectos geológicos generales suelen limitarse a nociones geomorfológicas y paisajísticas acerca del inquietante “roquedo” paleozoico, cuando no introducen errores comunes en la estratigrafía, paleontología e interpretación de las consecuencias que tuvieron las orogénias Varisca y Alpina para los materiales geológicos del Parque. Cierto es que la mayoría de las investigaciones geológico-paleontológicas vienen siendo publicadas en revistas científicas especializadas, escasamente inteligibles por los escritores generalistas. Aún así, existe una primera visión adecuada de la estratigrafía, fósiles y estructura geológica del territorio del Parque, que incluye además la bibliografía básica de estos temas, actualizada hasta 1997. Esta síntesis está contenida en el libro Parque Nacional de Cabañeros (1997, coord. V. García Canseco), de la editorial Ecohábitat (ISBN: 84-920909-2-8), del que hemos tomado algunos textos, por ser propiedad intelectual de los presentes autores. En el centro de visitantes del Parque (Casa Palillos), también existe abundante información geológica, coincidente en cierta medida con la aportación anterior. En el plano geomorfológico y paisajístico, hay que destacar la importante contribución del prof. Julio Muñoz Jiménez, recurrentemente plagiada por muchos autores posteriores, y de la que nosotros mismos hemos adaptado algunas frases e ideas. Desde el punto

de vista paleontológico, la aportación más general, con amplia relación bibliográfica, es la del libro *La huella del pasado: fósiles de Castilla-La Mancha* (1999, coord. E. Aguirre e I. Rábano), editado por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (serie Patrimonio Histórico-Arqueología Castilla-La Mancha, vol.16, ISBN: 84-7788- 221-5).