

Vida científica

COLABORACIONES EN CIENCIAS DE LA NATURALEZA

EROSIÓN Y PÉRDIDA DE SUELO EN LA PEDRIZA DE MANZANARES (PARQUE NACIONAL SIERRA DE GUADARRAMA)

EL PAISAJE ROCOSO

La Pedriza de Manzanares representa un paisaje de gran riqueza natural, eminentemente geológico, con formas graníticas que llaman la atención de cualquier visitante. La Pedriza se localiza entre las cumbres de la sierra de Cuerda Larga y la población de Manzanares el Real, en la Sierra de Guadarrama del Sistema Central Español. En 1930 su atractiva geomorfología la convirtió en uno de los primeros espacios protegidos españoles, declarada Sitio Natural de Interés Nacional. Durante los años sucesivos, tras ostentar diversas nuevas figuras de protección, en 2013 quedaría incluida en la declaración del Parque Nacional de Guadarrama (Ley 7/2013 de 25 de junio).

La Pedriza conforma un paisaje de tipo berrocal [1] donde alternan afloramientos graníticos con morfologías dómicas (p.e. el pico del Yelmo), con bloques sueltos

de tamaños muy variables y con diámetros que pueden llegar a superar la veintena de metros (Figura 1). Los procesos de meteorización que han actuado sobre estas rocas durante centenas de miles de años, han dado lugar a formas muy caprichosas [2] que ya desde principios del siglo XX, fueron bautizadas con nombres propios; la Vela, el Pájaro, el Elefante, la Tortuga o el Hueso son algunos ejemplos. El origen de todas estas formas responde a procesos clásicos de alteración, en los que el agua y las condiciones climáticas juegan un papel fundamental.

Los factores de la meteorización que intervienen en el modelado de estos granitoides dependen de la humedad ambiental, grado de saturación de la roca y regolito (granito alterado), y tiempo de permanencia del agua en contacto con la roca [3, 4]. Las reacciones más importantes que actúan sobre los minerales son la hidrólisis, hidratación y oxidación. Los cambios de temperatura por insolación también juegan un papel fundamental como agente de meteorización física de estas rocas [5].

Los granitos de la Pedriza intruyeron en el interior de la corteza terrestre durante la orogenia Varisca hace unos 350 millones de años. Posteriormente continuaron su camino hacia la superficie debido a una fuerte erosión que se prolongó durante más de 200 m.a, y más recién-



Figura 1. Panorámica general de la Pedriza de Manzanares.

temente debido a esfuerzos tectónicos de la orogenia Alpina, a partir de hace unos 60 m.a. Al mismo tiempo que la orogenia Alpina empujaba estos granitoides hacia la superficie, agentes y procesos meteóricos externos erosionaban los materiales que tenían por encima, hasta llegar a conformar las rocas que forman el paisaje actual. A este proceso por el cual la masa rocosa asciende a la superficie se denomina “exhumación”, y todavía hoy continúa.

Las formas actuales que presentan muchas rocas de la Pedriza empezaron a modelarse bajo tierra. Donde el agua subterránea quedaba retenida a favor de fracturas, se iniciaba una arenización dirigida por la tectónica, que diseccionaba el macizo rocoso en porciones o bloques independientes [1, 3]. Una vez que este macizo aflora en superficie, los procesos de escorrentía superficial serán los encargados de eliminar las zonas de alteración más arenosas, dejando al descubierto rocas muy poco alteradas, muchas de ellas con tipología de bloques sueltos. La evolución del paisaje (Figura 2) dependerá del equilibrio que se establezca entre la velocidad de elevación del macizo granítico (por esfuerzos tectónicos), y la erosión del regolito que se desarrolló en condiciones de enterramiento [3, 4].

Las zonas de regolito, al encontrarse localizadas entre bloques y afloramientos de roca, en general ocupan poca superficie, tienen poco espesor y son muy susceptibles de ser erosionadas [5]. En particular, el agua de lluvia puede tener gran poder erosivo, eliminando en pocas horas toda la fracción del terreno formada por partículas

sueltas. Un perfil típico del terreno en la Pedriza es el siguiente:

- Suelo edáfico de unos 10 o 15 cm de espesor.
- Zona arenizada, variable entre unos 10 a 70 cm, producto de alteración de la roca en condiciones de enterramiento.
- Roca muy poco alterada con espesores máximos de unos 50 cm.
- Roca inalterada.

La protección ante la erosión de la zona de regolito se considera esencial para el desarrollo de plantas y comunidades de microorganismos. Las características texturales de las zonas alteradas favorecen la posibilidad de que pueda empezar a desarrollarse un suelo en términos edáficos, con materia orgánica y desarrollo de vegetación en diferentes niveles; herbáceos, matorral y arbolado. La presencia de suelos con desarrollo de vegetación es la única protección natural del paisaje frente a la erosión de las zonas no rocosas en la Pedriza.

EL SUELO

El término “suelo” hace referencia a un sistema natural complejo y dinámico, que es el resultado de un proceso muy lento que evoluciona de forma distinta según el tipo de roca original, del clima y de la vegetación presente. En su formación intervienen reacciones químicas que alteran las rocas y procesos biológicos que incorporan materia orgánica en el substrato, movilizándolo la materia orgánica y mineral del terreno. Un suelo adquiere su estado de madurez cuando la incorporación de materia orgánica en el terreno a partir de la vegetación natural alcanza el equilibrio. La formación de un suelo es un proceso delicado y complejo que puede durar miles de años.

En la Pedriza, no se encuentran suelos bien desarrollados. Lo más frecuente es que el terreno desarrolle un horizonte orgánico de poco espesor en la parte más superficial (Horizonte A). En este horizonte se localiza la mayoría de las raíces de las plantas y es donde la actividad de microorganismos vegetales y animales invertebrados, cobra mayor importancia [6]. Se trata de la capa más rica en materia orgánica de todo el perfil y es imprescindible para que puedan crecer las plantas y se disponga de una capa de protección ante la erosión.

Los principales factores naturales que impiden o dificultan el desarrollo de un suelo son:

- Escorrentía superficial con caudales elevados.

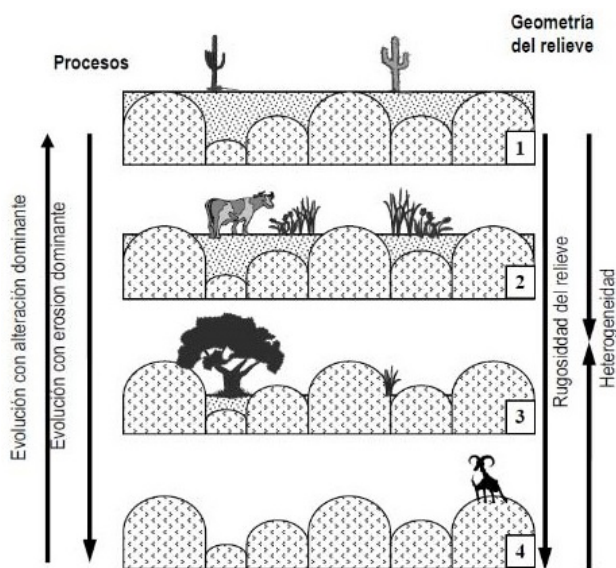


Figura 2. Geodiversidad y biodiversidad asociada a diferentes grados de exposición del frente de alteración (en: Centeno y García-Rodríguez, 2008) [2].

- Falta de un horizonte orgánico bien desarrollado y con vegetación.
- Periodos de sequía largos, que dificulten el correcto desarrollo del suelo y crecimiento de la vegetación.
- Introducción de especies vegetales inadecuadas

La destrucción del suelo es un proceso irreversible a corto y medio plazo.

LA VEGETACIÓN

La vegetación de la Pedriza denota una amplia variedad de especies con una capacidad extraordinaria de adaptación a un entorno difícil, muy rocoso y con suelos poco evolucionados. La vegetación presente es el resultado de un proceso evolutivo natural y antrópico, donde la mano del hombre ha intervenido no siempre de forma favorable, por ejemplo quemando madera para para elaboración de carbón, realizando sobrepastoreo de algunas zonas, o más recientemente haciendo repoblaciones con especies inadecuadas.

En la actualidad, los pinos representan las especies mayoritarias de la Pedriza y se introdujeron en los años 60 con labores de repoblación, en zonas donde anteriormente había encinas (*Quercus rotundifolia*), enebros (*Juniperus oxycedrus*) y melojos (*Quercus pyrenaica*). Los pinos más frecuentes son el pino albar (*Pinus sylvestris*), pino resinero (*Pinus pinaster*) y pino laricio (*P. nigra*). En zonas de difícil acceso y entre los pinos todavía es posible encontrar ejemplares de árboles representativos de la vegetación original (Figura 3), que han conseguido sobrevivir en rincones aislados entre las rocas, estos son: encinas, robles melojos, el acebo (*Ilex aquifolium*), el serbal de cazadores (*Sorbus aucuparia*), el mostajo (*Sorbus aria*), el arce de Montpellier (*Acer monspessulanum*), enebro mediterráneo, o el tejo (*Taxus baccata*) [6].



Figura 3. Ejemplo de supervivencia de especies arbóreas autóctonas entre bloques de roca.

La eliminación de arbolado autóctono y proliferación de las coníferas favoreció la instalación de comunidades vegetales arbustivas, como las jaras y otras plantas aromáticas [7]. Los tipos de jara presentes en casi toda la Pedriza son la estepa (*Cistus laurifolius*) y la jara del ládano (*Cistus ladanifer*). Las aromáticas más comunes son: los tomillos y mejoranas (*Thymus ssp.*), el romero (*Rosmarinus officinalis*), el tomillo perruno (*Santolina rosmarinifolia*) o el cantueso (*Lavándula steochas*). En las proximidades de ríos y arroyos las especies arbóreas dominantes son el fresno y los sauces (especialmente de la especie *Salix atrocinera*).

Tapizando el suelo es frecuente encontrar gayuba (*Arctostaphylos uva-ursi*), brezo blanco (*Erica arborea*), brecina (*Calluna vulgaris*) o el enebro común (*Juniperus communis ssp.nana*).

LA CABRA MONTÉS

La cabra montés es un endemismo ibérico que tiene una distribución restringida en determinadas zonas montañosas de la Península Ibérica [8]. En lo referente al centro peninsular, hacia 1890 la cabra montés sólo estaba presente en la sierra de Gredos y en la sierra de Béjar. Desde entonces en la Sierra de Madrid nunca hubo cabras, hasta que en 1990 y 1992 se introdujeron en la parte alta de la Pedriza 67 ejemplares de la subespecie *Capra pyrenaica victoriae* (Figura 4). Un poco más tarde, entre 2000 y 2002 se reintrodujeron nuevos ejemplares en la zona de los Hoyos de la vertiente segoviana de la Sierra de Guadarrama, población actualmente asentada en la comarca forestal del Parque Natural de Peñalara [9].

Los últimos datos sobre la evolución de estos dos núcleos confirman un crecimiento constante de las poblaciones, madrileña y segoviana, que además entran en contacto en la zona de la Cuerda Larga [9]. Su distribución actual es muy amplia estando presentes en las laderas y cumbres más emblemáticas de la Sierra de Guadarrama. Algunos ejemplos de estas cumbres son: la Maliciosa, Bola del Mundo, Siete Picos, Cuerda Larga, Peñalara, Dos Hermanas o la propia La Pedriza. La adaptación de la cabra montés al entorno natural ha sido extraordinaria [9], así como también a la presencia de personas, ya que incluso llegan a comer de la mano de excursionistas, hecho que por desgracia ocurre continuamente, por ejemplo, en la misma cumbre del pico de La Maliciosa.



Fotos: Juan Luis Salcedo



Figura 4. La presencia de la cabra montés en la Pedriza se extiende por zonas de pastos y roquedos. Comen incluso sobre las encinas (flechas rojas).

Según se especifica en el *Plan Específico de Gestión de las Poblaciones de Cabra Montés* [8], aprobado en septiembre de 2016 por la Comisión de Gestión del Parque Nacional, el incremento poblacional de la especie ha seguido el modelo de crecimiento de una población sana, con disponibilidad de recursos y sin competencia [10], que ha permitido superar la cifra de 4000 cabras. La densidad poblacional de la cabra montés es de 42,88 individuos por kilómetro cuadrado, cifra jamás detectada en ningún espacio protegido, ya que lo adecuado y frecuente debe ser de unas 12 cabras por kilómetro cuadrado. Según el mismo Plan [8] las previsiones apuntan que para 2020 se puedan alcanzar densidades de población de 75 cabras por kilómetro cuadrado, poniendo en grave peligro la supervivencia de la vegetación del Parque Nacional de Guadarrama.

LA EROSIÓN

Observaciones realizadas por miembros del equipo “Microepics” indican que durante los últimos 15 años en la Pedriza se ha producido una drástica pérdida de suelo, con efectos erosivos muy acusados y que podrían catalogarse como catastróficos [5]. La pérdida de suelo impide la permanencia de humedad sobre la superficie, destruye hábitats para la fauna silvestre, y contribuye a la desaparición de árboles autóctonos tales como de robles y encinas. El autor de este artículo atribuye a la sobrepoblación de cabra montés como el factor más relevante y responsable de los procesos erosivos que afectan a la Pedriza, extensibles también a otras zonas de la Sierra de Guadarrama.

En los apartados que siguen, primero se hará una breve exposición de algunos escenarios dónde se ha ob-

servado de qué se alimenta la cabra montés, para pasar a comentar algunas evidencias manifiestas sobre el terreno, del impacto que tiene la pérdida de suelo.

Ambientes en los que la cabra montés se alimenta

La sobrepoblación de cabra montés en toda la Sierra de Guadarrama, y en particular en la Pedriza, lleva algo más de una década afectando a suelos y comunidades vegetales de diferentes ambientes o escenarios.

El primer escenario se refiere a las zonas de alteración localizadas entre superficies rocosas. Estas superficies, antaño cubiertas por un manto herbáceo y bosques de robles y encina, han desaparecido casi en su totalidad [6]. Actualmente en esas zonas la superficie está completamente arenizada. Se ha eliminado la pradera (Figura 5) así como los brotes de robles y encinas jóvenes, que no han tenido posibilidad de crecer. Sólo sobreviven las especies arbóreas grandes, con bastantes años y troncos consistentes. En estos árboles, las ramas de toda la zona basal están comidas por la cabra montés. Además con mucha frecuencia, las raíces de estos árboles están expuestas al aire como resultado de la erosión y eliminación del suelo receptor.

El segundo escenario, si bien tiene menos relevancia en cuanto al volumen de erosión generada que el primero, si tiene gran interés por su singularidad. Se trata de las zonas de fracturas abiertas sobre las rocas, de difícil acceso para el hombre, en las que diferentes especies de árboles (encinas, robles, majuelos, servales, etc.), han conseguido desarrollarse y crecer con mucho esfuerzo durante decenas de años. Actualmente la totalidad de árboles localizados en las fracturas de las rocas, incluso



Figura 5. Pérdida de suelo por sobrepastoreo en una zona de alteración. La flecha señala un retazo del nivel del suelo original antes de su desaparición.

en zonas aparentemente de acceso imposible, han sido mutilados o bien su abundancia ha mermado drásticamente (Figura 6). Se ha incrementado el número de fracturas “limpias” lavadas por el agua, de las que se ha eliminado un suelo que tardó centenas de años en formarse y que era el sustento de dichos árboles y arbustos.

El tercer escenario se refiere a la práctica desaparición de especies rupícolas que se desarrollan sobre las rocas, bien directamente sobre la superficie o aprovechando oquedades y pequeñas fisuras. La permanencia y desarrollo de estas especies se considera prioritaria y esencial para como primer eslabón en la cadena de edafización. Durante la última década, llama la atención del visitante asiduo a la Pedriza, el aumento de manchas longitudinales de tonos claros que cubren las paredes de

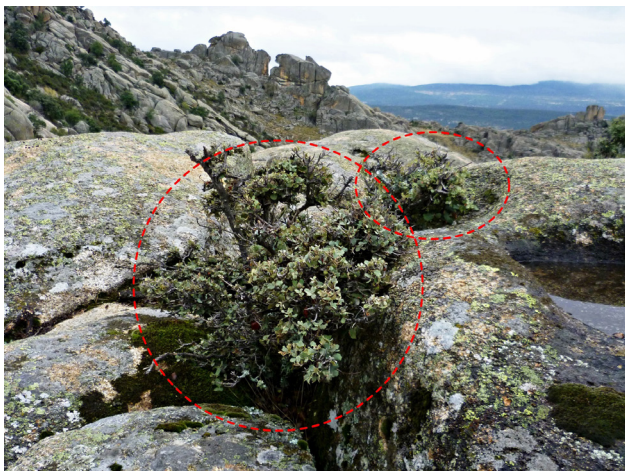


Figura 6. Encinas desarrolladas en fracturas comidas por la cabra montés.

las rocas (Figura 7). Estas manchas corresponden a bandas dónde la cabra montés se ha comido el musgo que tapizaba esas rocas.

Tal es la abundancia y movilidad de la cabra montés en la Pedriza, que actualmente es prácticamente imposible recorrer una superficie de más de 4 m² sobre roca sin encontrar heces de cabra, lo cual representa una evidencia fidedigna de su amplia presencia y dispersión. Este



Figura 7. Bandeados por eliminación del musgo. El proceso se inicia con la desaparición del musgo de la parte superior de la roca, que es comido por la cabra. Eliminado el musgo de la parte superior, en las zonas más verticales donde no llegan las cabras, el musgo se desprende por efecto de la escorrentía superficial. Este proceso es especialmente relevante en periodos secos. Las flechas horizontales de la zona basal indican pérdida de suelo por sobrepastoreo en la pradera.

hecho puede constatarse mediante el estudio de las “pilas”, que son una morfología de forma cóncava típica del modelado granítico y muy común en la Pedriza [5]. Estas oquedades naturales actúan como trampas de las heces y han permitido constatar la gran movilidad espacial y abundancia de la cabra montés a través de las rocas. Por otra parte, estudios recientes del agua de las pilas [9] realizados en el contexto del proyecto “Microepics”, denotan altos niveles de parásitos introducidos por las heces de la cabra montés en todo el territorio [11].

Además de la pérdida de suelo de cada uno de los escenarios descritos, según el Colegio Oficial Ingenieros de Montes [12] la voracidad de la cabra montés está contribuyendo a la desaparición de numerosas especies, algunas como el acebo, el guillomo, el serbal de cazadores y el tejo, incluidas en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Madrid.

Efectos de la escorrentía superficial

Como ya se explicó anteriormente, la Pedriza está formada por grandes afloramientos dómicos, de pendientes pronunciadas y superficies muy lisas. Estas características imprimen a la escorrentía superficial una alta energía con gran poder erosivo [13]. Toda el agua que precipita sobre las rocas llega a las zonas alteradas periféricas, recepcionando un caudal abundante y una velocidad de flujo elevada. Sólo las zonas alteradas provistas con suelo y vegetación pueden amortiguar el impacto del agua a su llegada, regular el caudal aprovechando lo que precisa la capacidad de campo del suelo y ceder por escorrentía superficial o subterránea el excedente. Durante los últimos años la escorrentía superficial no se retiene

al alcanzar las zonas de alteración ya que en su mayoría han sido arrasadas. La erosión se inicia con la pérdida de herbáceas y continúa con la aparición de pequeños regueros que rápidamente se hacen más profundos y anchos hasta que eliminan completamente todo el material suelto. Este proceso se retroalimenta, es decir, a medida que desaparecen zonas alteradas, aguas abajo de esas zonas, el agua tiene cada vez más energía y por tanto mayor poder erosivo. Actualmente es frecuente encontrar árboles caídos o totalmente desenraizados como consecuencia de la eliminación del suelo por el proceso descrito (Figura 8).

Las cárcavas

La erosión también afecta a laderas completas formadas por materiales sueltos y pocos afloramientos de roca. El proceso se inicia con la aparición de regueros que aumentan de tamaño canalizando el agua según la línea de máxima pendiente del terreno [5]. Estos surcos tienen gran poder erosivo y profundizan hasta que llegan a un nivel de roca inalterada. Cuando las cárcavas no pueden hacerse más profundas, la erosión continúa a lo ancho (Figura 8). Durante su desarrollo son capaces de movilizar grandes bloques de roca y tumbar árboles adultos.

Erosión difusa

Cuando el perfil del terreno tiene un roca dura a poca profundidad y los regueros no pueden encajarse, en estas laderas se produce movilización de grandes masas de materiales, que incluyen partículas de tamaño arena y hasta bloques y lajas de roca con diámetros que superan los 50 cm (Figura 9). La desaparición de musgos y otras



Figura 8. Pérdida de suelo y erosión. Etapa inicial de exposición al aire de las raíces de un roble (imagen izquierda). Erosión y acarreamiento profundo (derecha).



Figura 9. Movimiento en masa por efecto de la escorrentía superficial. Bloques arrastrados en zonas de cárcavas (imagen izquierda) y desprendimiento de la parte superficial de un suelo en zona de fuerte pendiente (derecha).

especies rupícolas que tapizaban los afloramientos rocosos, disminuyen la rugosidad de la roca y también favorece la movilización de material ladera abajo.

La pérdida de suelo generalizada de las laderas está contribuyendo a borrar los trazados originales de senderos. En la actualidad es prácticamente imposible llegar a una zona concreta pasando dos veces por el mismo camino ya que la textura del suelo en los senderos ahora es la misma que la de las zonas colindantes erosionadas. Tal vez, un ejemplo de zonas donde este hecho es muy evidente, corresponde a la ladera norte del Yelmo, en el camino de subida a la “Cueva de la Mora”. En esta zona, la erosión generalizada tiene su principal causa en la desaparición de gayuba [14], especie que tapizaba la totalidad de la ladera hasta hace sólo algo más de una década.

Rápida exposición de superficies rocosas

Pruebas de rápida de erosión del suelo que se está produciendo en la Pedriza [5], se evidencia por la falta de líquenes en la base de los bloques de las rocas (Figura

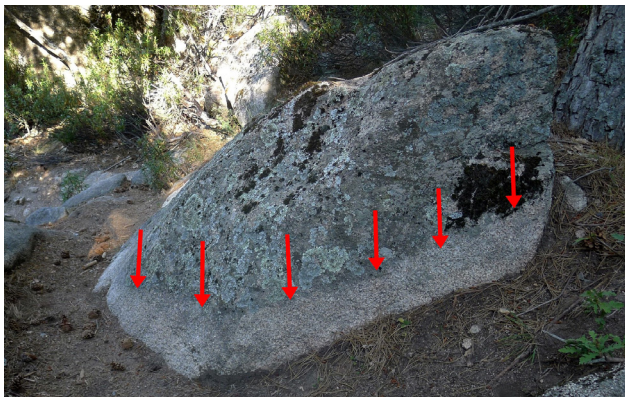


Figura 10. Bandedo sin líquenes indicando una rápida erosión del terreno en una zona desprovista de suelo.

10). Las zonas desprovistas de líquenes representan pruebas de erosión reciente, correspondientes a periodos temporales de pocos días o meses. Medidas puntuales realizadas por el autor en áreas desprovistas de suelo orgánico, denotan tasas de erosión de hasta 10 cm después de un único episodio tormentoso.

REFLEXIÓN FINAL

Los suelos son un recurso natural finito y no renovable en una escala de tiempo humana. En zonas de montaña como la Pedriza, los factores naturales que contribuyen a su sostenibilidad, se relacionan con: la distribución e intensidad de precipitaciones, temperatura, la presencia de especies vegetales y la abundancia poblacional de la cabra montés. Así como sobre los dos primeros factores el hombre no tiene capacidad de reacción inmediata, si urge y está en nuestras manos controlar el tipo de especies arbóreas introducidas, y especialmente controlar la población de la cabra montés. El proceso de erosión que se ha iniciado en la Pedriza, extensible también a otras zonas de la sierra de Guadarrama, es ya irreversible al menos durante algunas decenas de años.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto MINECO (CGL2013-40851-P) “Diversidad, bioindicación y biorremediación de protistas en ecosistemas protegidos de paisaje granítico. Hacia estrategias de conservación de especies” (Microepics).

REFERENCIAS

[1] de Pedraza J, Sanz MA, Martín A (1989). Formas Graníticas de la Pedriza. Colección Cuadernos Ma-

- drileños de Medio Ambiente. Edita: Agencia de Medio Ambiente, Madrid. 213 pág.
- [2] García-Rodríguez M, Fernández Escalante AE (2017). Geo-Climbing and Environmental Education: the Value of La Pedriza Granite Massif in the Sierra de Guadarrama National Park, Spain. *Geoh Heritage* 9, 141–151.
- [3] Centeno Carrillo JD, García-Rodríguez M (2008). Balance hídrico de las superficies grabadas en rocas graníticas. Un modelo geomorfológico e hidrogeológico con implicaciones ambientales”. *Tecnología@ y Desarrollo* 4, 25 págs.
- [4] Centeno JD, García-Rodríguez M, Moya ME (2010). Influence of granite landforms on water balance in semi-arid and humid climates. *Cuadernos Lab. Xenológico de Laxe. Coruña* 35, 99–108.
- [5] García-Rodríguez M, Sánchez-Jiménez A, Murciano A, Pérez-Uz B, Martín-Cereceda M (2017). Influencia de la temperatura sobre la asimetría de pilancones en ambiente granítico. Aplicación de un modelo de regresión lineal. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 69, 479–494.
- [6] García-Rodríguez M (2015). Erosión y exhumación de bloques graníticos en la Pedriza de Manzanares (España). Evolución histórica a partir de dataciones relativas. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 32, 492–500.
- [7] Ortega MA (2008). Geología, flora y fauna de La Pedriza del Manzanares Cuaderno del Profesor. Edita: Fundación BP España; Asociación Reforesta. 26 pág.
- [8] Parque Nacional Sierra de Guadarrama (2017). Plan específico de gestión de las poblaciones de cabra montés (*Capra pyrenaica victoriae*) en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama Comunidad de Madrid. Junta de Castilla y León. 169 pág.
- [9] Parque Nacional Sierra de Guadarrama. Blogs Científicos. Microepics. Entradas del 12/04/2016; 10/11/2016, 17/07/2017: <https://www.parquenacionalsierraguadarrama.es/es/blogs/proyecto-microepics>.
- [10] Perea R, Perea-García-Calvo R, Díaz-Ambrona CG, San Miguel A (2015). The reintroduction of a flagship ungulate *Capra pyrenaica*: Assessing sustainability by surveying woody vegetation. *Biological Conservation* 181, 9–17.
- [11] Quintela-Alonso P, Pérez-Uz B, Sánchez-Jiménez A, Murciano A, Centeno JD, García-Rodríguez M, Montero E, Muñoz B, Olmedo C, Refoyo P, Velasco-González I, Martín-Cereceda M (2017). Complexity of river ciliate communities at a National Park highlights the need for microbial conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 28, 408–421.
- [12] Agroinformación. Entrada del 3/5/2017: <http://www.agroinformacion.com/%E2%80%A2la-superpoblacion-cabra-montes-parque-guadarrama-pone-peligro-la-supervivencia-la-especie>.
- [13] Centeno Carrillo JD, García-Rodríguez M (2005). El papel de los procesos gravitacionales en los relieves graníticos: el derrumbe de Peña Sirio (Pedriza de Manzanares, Madrid). *Tecnología@ y Desarrollo* 3, 1–15.
- [14] Martínez de Pisón E, Benayas del Álamo J, Blanco Castro E, Bernal R, Sainz González H (2012). En defensa de la vertiente norte del Yelmo (2012). Informe a solicitud de Redmontañas, 15 pág.

Manuel García Rodríguez
 Área de Geología
 Dpto. de Ciencias Analíticas