

## Informe

### Efecto de las carreteras sobre los vertebrados

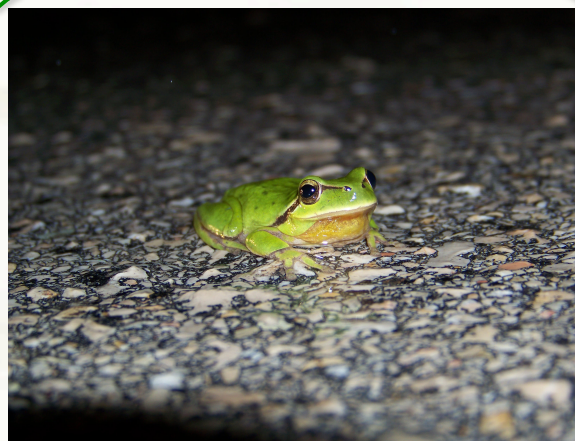
Muchas especies de vertebrados están experimentando un declive global y el efecto barrera y de fragmentación de hábitat causado por las carreteras y atropellos puede ser uno de sus factores desencadenantes (Shepard *et al.*, 2008). Por ese motivo, en los últimos años se ha incrementado el interés por el efecto de las carreteras y los atropellos accidentales de animales (Malo *et al.*, 2005; Shepard *et al.*, 2008; Woltz *et al.*, 2008), como lo prueba el elevado número de artículos científicos publicados sobre este tema en los últimos años. Así, por ejemplo, durante el año 2009 se publicaron 45 artículos sobre ecología y carreteras en revistas de impacto internacional. Dado el elevado número de artículos, la dispersión de los mismos y la disparidad de ideas arrojadas, se hace difícil extraer unas conclusiones o propuestas sencillas que se puedan poner en práctica fácilmente para evitar estos accidentes y permitan beneficiar a un elevado número de especies.

#### ¿Por qué se producen los atropellos?

Los diferentes motivos por los que se puede producir un atropello accidental de un vertebrado amenazado se pueden agrupar en tres grandes causas: (i) La carretera puede funcionar como una pista de paso para la fauna (Figuras 1 y 2), (ii) la carretera puede ser una zona de uso, como en el caso de algunos reptiles, y (iii) los animales atropellados pueden atraer hacia el peligro a otra fauna carroñera



**Figura 3:** *Meles meles* o tejón común al lado de una golondrina común. Posiblemente se encontraba intentando depredar al ave cuando fue atropellado. Autor: José Carlos Báez.



**Figura 1:** *Hyla meridionalis* o ranita meridional aprovechando la carretera como vía de paso durante una noche de lluvia en una carretera comarcal de Cádiz. Autor: David Romero Pacheco.



**Figura 2:** *Bufo bufo* o sapo común cruzando una carretera en el término municipal de Aigües, Alicante. Autor: Francisco Candela Rodríguez.

oportunistas (Figura 3).

Debido a la fragmentación del hábitat que suponen las carreteras, la fauna se ve obligada a cruzarlas para hacer un uso completo de su territorio. En el caso concreto de los anfibios, uno de los grupos más sensible a los atropellos (López *et al.*, 2001), la mortalidad varía se concentra durante la fase migratoria que precede a la época de reproducción, sobre todo en los días de lluvia (Figura 4). En muestreos puntuales llevados a cabo en una carretera dentro del Parque Natural de los Alcornocales durante los años 2008-2010, en noches de lluvia o en noches posteriores a días de lluvias, se ha detectado una densi-

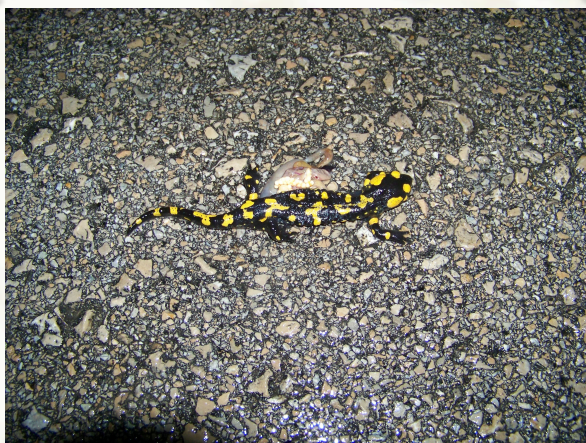




**Figura 4:** *Triturus pygmaeus* o tritón pigmeo. Dos de los 7 ejemplares que se observaron en un tramo de carretera de apenas 5 m en una noche de lluvia durante la migración pre-reproductora de la especie. Autor: David Romero Pacheco.



**Figura 5:** *Triturus pygmaeus* atropellado en una carretera secundaria. Foto: David Romero Pacheco.



**Figura 6:** *Salamandra salamandra* subs. *longirostris* o salamandra común de hocico largo en una carretera en una noche con elevada humedad ambiental. Se observa una puesta entre los intestinos. Autor: David Romero Pacheco.

dad de unos 2,5 animales por kilómetro recorrido. El 44% de los individuos detectados pertenecían a especies amenazadas, en concreto a *Triturus pygmaeus* (Figuras 4 y 5), con un 24% del total, a *Salamandra salamandra* subs. *longirostris* (Figura 6), con un 19% de los individuos, mientras que a *Mauremys leprosa* correspondió un 1% de las observaciones.

La capacidad de los individuos para esquivar a los vehículos y el tiempo de permanencia en la vía afectan directamente la vulnerabilidad a los atropellos (Fahrig and Rytwinski 2009). Algunas especies de reptiles y todos los anfibios usan tiempos elevados para el cruce de vías (Woltz *et al.*, 2008). Por ejemplo, el camaleón común cruza lentamente los caminos y carreteras, pues al encontrarse desprotegido de cobertura vegetal o de irregularidades que le pudieran proporcionar refugio ante predadores, realiza su conocido movimiento de vaivén con el que simula ser una rama azotada por el viento con la intención de evitar ser visto; este movimiento aumenta el tiempo de paso a través del asfalto, incrementando, en consecuencia, las posibilidades de colisión.

Por otro lado, es bien conocido el uso que hacen algunos reptiles de la carretera como superficie de termorregulación (Sullivan, 1981). En general, los organismos ectotermos (poiquilotermos o de sangre fría) usan la interacción con el medio ambiente para regular su temperatura corporal, en contraposición a lo que hacen los organismos endotermos (homeotermos o sangre caliente) que usan procesos metabólicos. Las carreteras pueden ser superficies térmicamente muy atractivas para los reptiles a lo largo de distintos periodos del día y a través de varios mecanismos. Por la mañana la carretera es una superficie que, al estar desprovista de vegetación, resulta muy apropiada para que los ectotermos puedan calentarse usando la radiación solar (heliotermia) y comenzar así su actividad diaria. Por otro lado, el asfalto, al tratarse de una superficie oscura, absorbe gran parte de la radiación incidente transformándola en calor, lo que tiene dos efectos. El primero y más obvio es que el asfalto resulta una superficie desde la que los reptiles pueden absorber calor por conducción (tigmotermia). Esto es especialmente atractivo para los animales en las horas cercanas a la puesta de sol, cuando la radiación solar disminuye. A estas horas el asfalto retiene suficiente temperatura como para atraer a las serpientes y a otros reptiles tigmotermos (Rosen and Lowe, 1994; Ashley, 1996). El segundo es algo más indirecto,



pero posiblemente más importante, ya que hay muchos reptiles que no intercambian mucho calor por conducción. El calor del asfalto puede incrementar en varios grados la temperatura de la capa de aire en los primeros centímetros sobre la superficie, lo cual ofrece un favorable ambiente térmico para los ectotermos que viven a ras de suelo (Porter *et al.*, 1973). Esto produce que puedan utilizar la carretera no solo de paso, sino que permanezcan un tiempo más o menos prolongado sobre ella, aumentando mucho las posibilidades de atropello (Figuras 7 y 8).

Se ha demostrado experimen-



**Figura 8:** *Tarentola mauritanica* o salamaguesa común en una carretera secundaria de Cádiz.

Autor: David Romero Pacheco.



**Figura 7:** *Chamaeleo chamaeleon* o camaleón común muerto por atropello. La Axarquía, Málaga. Autor: Francisco Ferri Yáñez.

talmente que algunos anfibios, como el sapo corredor (*Bufo calamita*), tienen preferencia por sustratos desnudos, en concreto seleccionando activamente sustratos de arena y de cemento. Esta preferencia por zonas abiertas puede hacer a las poblaciones más sensibles a los atropellos al identificar las carreteras como hábitat de uso (Stevens *et al.*, 2006).

Existe un sinfín de animales que hacen uso de la vía para mejorar su dieta, como es el caso común, por ejemplo, de zorros (*Vulpes vulpes*) y cuervos (*Corvus corvax*). A muchos les resulta familiar ver cogujadas (*Galerida cristata*) y lavanderas blancas (*Motacilla alba*) campeando en busca de los insectos muertos por los vehículos. Algunos córvidos incluso utilizan el paso de los vehículos para romper nueces que ellos mismos colocan en la vía (Clayton and Emery, 2005). También otros animales menos comunes, como el tejón (*Meles meles*) (Figura 3), son atraídos a las carreteras por los cadáveres de otros animales, quedando expuestos ellos mismos a los atropellos. En múltiples ocasiones hemos podido observar atropellos de estos carroñeros junto al cadáver de otro animal.

### Soluciones

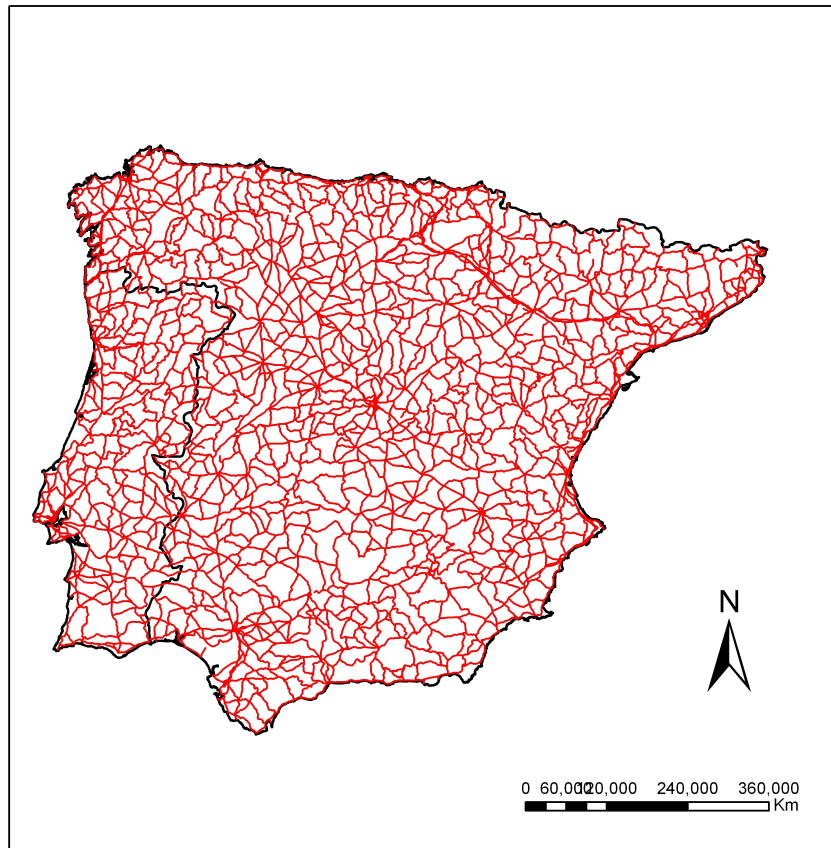
Varios autores han identificado la velocidad de la circulación como principal causa de la colisión con fauna autóctona. Por ese motivo se ha propuesto el uso de resaltos y señales que hagan reducir la velocidad en los tramos más sensibles al atropello. Se ha demostrado también en distintos trabajos cómo el uso de pasos de fauna bajo la calzada disminuye el número de atropellos (Malo *et al.*, 2005). Se puede añadir que una de las medidas probablemente más efectivas, a largo plazo, es la concienciación ciudadana ante el hecho de que la fauna de nuestro entorno necesita, al igual que nosotros, establecer una conexión entre sus distintas poblaciones. No debemos tolerar que las infraestructuras que conectan nuestras poblaciones cada vez con mayor facilidad, aislen las de las especies que comparten el territorio con nosotros. Por ello, debemos incluir en las actividades de educación vial, que se imparte en colegios, institutos y empresas, charlas sobre el uso que hace la fauna de las distintas vías, en especial en los municipios próximos a espacios protegidos o importantes para especies amenazadas, donde el atropello es un problema más relevante.

En cuanto a las medidas de carácter físico, se recomienda la instalación de pasos de fauna y dispositivos colectores que canalicen a los anfibios, reptiles y mamíferos hacia la entrada de dichos pasos. Los pasos de fauna deben estar correctamente diseñados y, al menos los de mayor tamaño, destinados a mamíferos, deben poseer un sustrato natural como base, con la intención de proporcionar refugio a la herpetofauna que también lo utilice. Otra medida a tener en cuenta es la de efectuar la retirada frecuente de los cadáveres para evitar la llegada de carroñeros. Un sistema efectivo de retirada de cadáveres que incluyera el registro de cada espécimen retirado en una base de datos

no solo ayudaría a disminuir la atracción de los carroñeros sobre las carreteras, sino que aportaría mucha información sobre los tramos de vías más mortíferos y las especies más sensibles a los atropellos. Esto permitiría, por un lado, concentrar los esfuerzos en los tramos con mayor mortandad y, por otro, adecuar las acciones a las especies más sensibles en cada tramo de vía.

Una propuesta controvertida, realizada por algunos investigadores, ha sido la de establecer medidas destinadas a reducir la probabilidad de que la fauna cruce la vía (Malo *et al.*, 2005), lo cual, aunque disminuiría los atropellos, podría aumentar el efecto barrera al flujo genético entre poblaciones antes unidas en el espacio (Shepard *et al.*, 2008). Por tanto, se debería potenciar la permeabilidad de la vía con pasos de fauna correctamente diseñados.

Por último, y con el objetivo de evitar el uso de la carretera por los reptiles para su termorregulación, se podría actuar, por un lado, favoreciendo el sombreado en algunas zonas sensibles y, por otro, utilizando para la construcción materiales que absorban menos radiación y que, por tanto, sean menos atractivos térmicamente para los reptiles.



**Figura 9:** Mapa de carreteras de la Península Ibérica según base de datos de Estados Unidos USGS.

**Recuadro 1**

Al calcular la longitud total de la red de carreteras autonómicas, nacionales, autovías y autopistas existentes en la Península Ibérica, tal y como se observa en la Figura 9, se puede ser consciente de la magnitud del problema que representan estas infraestructuras como barreras para la fauna. Entre los efectos negativos directos se encuentran: el aumento de la mortalidad, el incremento del potencial de dispersión de la fauna exótica, al facilitarle el acceso desde las zonas urbanas a las áreas naturales, y el efecto barrera al paso de fauna. A esto hay que sumarle los innumerables problemas derivados de la fragmentación del hábitat, como son el aumento de las perturbaciones ejercidas sobre los ecosistemas, debido al efecto borde, o la disminución del intercambio genético entre poblaciones y los problemas de consanguinidad derivados de ello. Todo puede hacer que nos percatemos de que la configuración actual de la red de carreteras constituye un problema real para la conservación de la fauna (Rey Benayas *et al.*, 2006).



### Bibliografía citada

- Shepard, D. B., Kuhns, A. R., Dreslik, M. J. and Phillips, C. A. (2008). Roads as barriers to animal movement in fragmented landscapes. *Animal conservation*, 11: 288-296.
- Malo, J. E., Suárez, F. y Díez, A. (2005). Accidentes de tráfico con animales silvestres. *Quercus*, 237: 22-27.
- López, C., (2001). El impacto de las carreteras en las poblaciones de anfibios. *Quercus*, 183: 15-18.
- Fahrig, L. and Rytwinski, T. (2009). Effects of Roads on Animal Abundance: an Empirical Review and Synthesis. *Ecology and Society* 14(1): 21
- Woltz, H. W., Gibbs, J. P. and Ducey, P. K. (2008). Road crossing structures for amphibians and reptiles: Informing design through behavioral analysis. *Biological conservation*, 141: 2745-2750.
- Sullivan, B. K. (1981). Observed differences in body temperature and associated behaviour of four snake species. *Journal of Herpetology* 15: 245-246.
- Porter, W.P., Mitchell, J.W., Beckman, W. and DeWitt, C.B. (1973). Behavioral Implications of Mechanistic Ecology. Thermal and Behavioral modelling of Desert Ectotherms. *Oecologia*, 13, 1-54.
- Rosen, P.C. and Lowe, C.H. (1994). Highway mortality of snakes in the sonoran desert of southern Arizona. *Biological Conservation*, 68(2), 143-148.
- Ashley, E.P., 1996. Road mortality of Amphibians, Reptiles and Other Wildlife on the Long Point Causeway, Lake Erie, Ontario. *Canadian Field-Naturalist*, 110(3), 403-412.
- Stevens, V.M., Le Boulengé, E., Wesselingh, R.A. and Baguette, M. (2006). Quantifying functional connectivity: experimental assessment of boundary permeability for the natterjack toad (*Bufo calamita*). *Oecologia* 150: 161-171.
- Clayton, N. and Emery, N. (2005). Corvid cognition. *Current Biology*, 15(3), R80-R81.
- Rey Benayas, J.M., De la Montaña, E., Belliure, J. and Eekhout, X.R. 2006. Identifying areas of high herpetofauna diversity that are threatened by planned infrastructure projects in Spain. *Journal of environmental management*, 79: 279-289.

9

**David Romero Pacheco\***, **Francisco Ferri Yáñez#**, **José Carlos Báez Barrio-nuevo¶** & **Raimundo Real Giménez‡**

\* Becario predoctoral del Ministerio de Educación, Universidad de Málaga. # Laboratorio Internacional Para el Cambio Global, CSIC. ¶ Doctor en Biología, Instituto Español de Oceanografía. ‡ Catedrático de Biología Animal, Universidad de Málaga  
[davidrp@uma.es](mailto:davidrp@uma.es)