

Capítulo 4

REDUCCIÓN DEL IMPACTO DE LAS INFRAESTRUCTURAS LINEALES SOBRE LOS OSOS

Juan Carlos Blanco y Fernando Ballesteros

4.1. Efectos de las infraestructuras sobre los osos

Las infraestructuras viarias lineales, es decir, las carreteras, auto-vías y líneas de ferrocarril, afectan a la fauna aumentando su mortalidad y reduciendo sus movimientos y, en definitiva, la conectividad del medio. Estos factores no afectan a las poblaciones animales de la misma forma. Los efectos de la mortalidad en poblaciones locales pueden ser evidentes en una o dos generaciones, mientras que la pérdida de conectividad puede tardar varias generaciones en manifestarse (Forman *et al.* 2003). En esencia, estas infraestructuras producen tres tipos de impacto sobre los osos:

Pérdida de hábitat y reducción de su calidad

El espacio ocupado por la construcción es hábitat natural perdido para la especie. Además, los osos son animales esquivos, que necesitan tranquilidad, y con frecuencia rehúyen el hábitat próximo a las carreteras por el ruido y la presencia de coches. Asimismo, las carreteras y sobre todo las pistas forestales pueden permitir el acceso a hábitats tranquilos y remotos, que en ocasiones son los más usados por los osos, aumentando las molestias y reduciendo la calidad del hábitat, a veces hasta hacerlo inhabitable para los plantígrados. Por ejemplo, en la Columbia Británica (Canadá), McLellan y Shackleton (1988) demostraron que los osos evitan las zonas a menos de 100 metros de las pistas fores-

Figura 4.1.
Paso inferior para un camino agrícola en la autopista AP-66 en el corredor interpoblacional.
Foto: FOP.

tales, sobre todo durante las horas diurnas. En Montana, los osos grizzlies y negros también tienden a evitar las carreteras en uso (Kasworm y Manley 1990). Los osos pardos en Eslovenia evitan las zonas situadas en una banda de 100 a 200 m de anchura en torno a carreteras, edificaciones y pueblos (Kaczensky 2000).

En España, el problema más grave en este aspecto es quizás la reducción de la calidad del hábitat por molestias causadas por las pistas forestales y algunas carreteras locales que dan acceso a zonas remotas muy favorables para el oso. Se trata de un problema complejo, ya que la demanda de carreteras locales y pistas forestales es grande. La ordenación adecuada de los espacios naturales protegidos y de las zonas de red Natura 2000 con presencia de oso constituye una vía para afrontar este problema. El uso restringido de las pistas puede ser una buena forma de conciliar el desarrollo rural con la conservación del oso. En este capítulo, no vamos a profundizar en este aspecto, y nos centraremos en los impactos que señalamos a continuación, por su especial importancia en los corredores de comunicación.

Efecto barrera y aislamiento de las poblaciones.

Las autovías y autopistas valladas y los ferrocarriles, sobre todo los de alta velocidad, también vallados, pueden actuar como barrera, impidiendo parcial o totalmente el paso de los osos. El efecto barrera favorece la fragmentación de las poblaciones, que se manifiesta en una mayor probabilidad de extinción por motivos demográficos y genéticos, como hemos descrito en el capítulo 2 de este volumen.

Está claro que las autovías y autopistas pueden producir la fragmentación de las poblaciones de mamíferos. Epps *et al.* (2005) demostraron que las autopistas, los canales y las áreas humanizadas han eliminado el flujo genético en poblaciones de carnero de las rocosas (*Ovis canadensis*) causando una reducción de la diversidad genética de hasta el 15% en periodos de solo 40 años.

En el caso de los osos pardos y osos grizzlies, se han recogido datos interesantes en estudios realizados en Eslovenia y en el Parque Nacional Banff (Alberta, Canadá), que está atravesado por la autopista Transcanadiense, un eje con alto volumen de tráfico de alta velocidad en la cuenca del río Bow. En Eslovenia, se realizó un estudio sobre el impacto de dos infraestructuras de alta velocidad y con elevado volumen de tráfico: la autopista Ljubljana-Razdrto y la línea paralela de ferrocarril Ljubljana-Trieste, que cortan una zona de hábitat crítico para los osos (Kaczensky *et al.* 2003). Se analizaron las localizaciones de 15 osos radiomarcados que vivieron en un área que se extendía hasta unos 10 km de distancia de la autopista entre 1992 y 1999, y se comprobó que la autopista formó el límite del área de campeo de los osos, pero no constituyó una barrera total. En Eslovenia, los alrededores de la autovía

y el tren no fueron evitados por los osos, al contrario de lo que ocurre en otros estudios realizados en Norteamérica citados más arriba. Por el contrario, algunos osos se localizaron con frecuencia pegados a la autopista. Esta infraestructura claramente constituyó un obstáculo para el movimiento de los osos, especialmente para las hembras adultas. De los 13 osos residentes radiomarcados (entre los que había cinco osas adultas) solo un macho cruzó la autopista, que constituyó el límite occidental del área de campeo para diez de los osos estudiados. Que la autopista no era una barrera absoluta lo demostraron siete cruces diferentes de otros tres osos subadultos no marcados. Las conclusiones de este estudio son similares a las encontradas en Canadá, donde, de 12 osos radiomarcados con áreas de campeo que lindaban con la autopista Transcanadiense solo seis la cruzaron en alguna ocasión. Los osos que cruzaron fueron tres machos adultos, dos machos subadultos y una hembra subadulto (Gibeau 2000); como en Eslovenia, no se detectaron hembras adultas cruzando. Estos resultados concuerdan con lo indicado en el capítulo 3 de este manual, al describir el proceso dispersivo en los osos, desarrollado fundamentalmente por machos adultos en época de celo y machos jóvenes, pero en el que pueden participar también las hembras jóvenes.

Atropellos

Los osos son atropellados con frecuencia en carreteras, autovías y ferrocarriles, y en algunos lugares, la mortalidad por atropello puede llegar a ser relativamente elevada. En la Cordillera Cantábrica sólo conocemos un caso de un oso atropellado. Se trata de un macho joven que accedió a la calzada de la autovía A-6 en la localidad leonesa de Trabadelo, aprovechando el vallado perimetral defectuoso. Describiremos más adelante este caso, ya que las vallas inadecuadas o en mal estado constituyen uno de los problemas más comunes de las autovías y autopistas españolas.

4.2. Infraestructuras capaces de crear efecto barrera para el oso pardo cantábrico

En España, hay pocas infraestructuras capaces de causar un efecto barrera importante a las poblaciones de oso cantábrico, ya que de momento existen pocas autopistas, autovías y ferrocarriles vallados dentro de su área de distribución o en sus proximidades. La más importante de estas infraestructuras es la autopista AP-66 o autopista del Huerna, que une la meseta castellana con Asturias. La autopista del Huerna limita por el este la subpoblación occidental de osos cantábricos, y a pesar de tener varios túneles importantes y algunos viaductos, muy probablemente filtra el movimiento de los osos que pasan desde la subpoblación occidental a la oriental y viceversa.



Figura 4.2.
Un equipo de la FOP busca indicios de oso en los alrededores de la autopista AP-66 y del embalse de Barrios de Luna en la vertiente sur del corredor interprovincial.
Foto: FOP.

La segunda infraestructura que puede tener un efecto barrera es la autovía Nacional 6 (A-6) Madrid-A Coruña cuando pasa por el sur del Bierzo y Los Ancares (provincia de León en su límite con Lugo), dificultando la dispersión de los osos de las zonas mencionadas hacia el sur. La A-6 no cruza el área estable de distribución del oso, por lo que sólo afecta a los osos dispersantes que la crucen esporádicamente para visitar el Courel y otras zonas limítrofes de Orense y Lugo.

La tercera infraestructura que podría generar efecto barrera es la autovía A-67, que une la meseta castellana con Santander. A su paso por las proximidades de Reinosa (Cantabria), roza marginalmente la población oriental por el este, por lo que podría tener cortar el camino de los osos que trataran de expandirse más hacia el oriente.

Además, está en marcha la construcción del ferrocarril de alta velocidad entre León y Oviedo, que discurre paralelo a la AP-66, pero que atravesará la mayor parte de la zona osera de forma subterránea a través de un largo túnel, por lo que su previsible impacto será muy reducido y estará limitado al rincón más nororiental de la subpoblación occidental. El tren de alta velocidad que uniría Palencia con Santander, que en proyecto discurre paralelo a la A-67, podría reforzar el efecto barrera de esta autovía. En la actualidad, dicho proyecto no está definitivamente aprobado, y su construcción no puede darse por segura. Además de estas líneas de alta velocidad, considerando la euforia que ha padecido España en la construcción de infraestructuras en las últimas décadas, no

se puede descartar que a medio plazo se planteen autovías que afecten al corazón del área de distribución del oso cantábrico.

Autopista AP-66 entre León y Oviedo

En España no se han marcado osos con el objeto de estudiar el efecto de las barreras, pero existe información recogida de forma indirecta que nos permite tener una idea general del impacto de la autopista AP-66, entre León y Oviedo.

La autopista atraviesa el área de distribución del oso en la Cordillera Cantábrica por los municipios leoneses de Los Barrios de Luna y Sena de Luna, y en el concejo asturiano de Lena. La autopista AP-66 se comenzó a construir en 1975, y en agosto de 1983 se abrió al tráfico su primera fase. En aquella época no se solían diseñar medidas para reducir el efecto barrera de las infraestructuras, por lo que la autopista carece de pasos para fauna u otras medidas para reducir el efecto barrera. Sin embargo, la autopista AP-66 tiene túneles y viaductos que pueden permitir el paso del oso, por lo que no es completamente impermeable. En el área de distribución del oso, en concreto en el tramo que atraviesa el corredor interpoblacional, la autopista presenta 37 lugares de paso inferiores y superiores, que, al menos en teoría, podrían permitir el paso de la fauna. En la vertiente leonesa, se extiende en paralelo a lo largo de la autopista durante unos 7 kilómetros el embalse de Barrios de Luna, que, con una anchura máxima de 2,5 km, puede constituir un obstáculo para la fauna que se suma al de la autopista.

Los detalles del impacto de la autopista se desconocen porque no se han realizado estudios específicos con tal objeto. Hay que decir que la autopista no fue la causante de la fragmentación de la población cantábrica de osos, ya que la separación efectiva de ambas subpoblaciones se produjo a mediados del siglo XX (Nores y Naves 1993), pero es muy probable que desde su construcción haya tenido un papel en la separación de ambas subpoblaciones.

La escasa información existente sugiere que la AP-66 podría tener un efecto barrera importante sobre los osos, aunque no constituye una barrera completa, pues hay varias pruebas de que estos la atraviesan. Su efecto barrera se puede deducir de los datos de avistamientos que se han obtenido en el corredor interpoblacional. Como se puede observar en la Figura 4.3. en el noreste de la subpoblación occidental (en los concejos asturianos de Lena y Aller), entre 1999 y 2011 se han recogido 20 avistamientos en el lado occidental de la autovía, pero apenas cuatro en su lado oriental, aunque la calidad del hábitat es aparentemente similar. Esto sugiere que los animales podrían encontrar dificultades para atravesar la autopista hacia el este, al menos en esta zona.

Pero también hay pruebas de que los osos la atraviesan, sobre todo en la vertiente leonesa. Hemos recogido una observación de un oso

atravesando a nado la rama más próxima a la presa del embalse de Barrios de Luna, justo al norte de la localidad del mismo nombre. El oso se encontraba en el lado oriental de la autopista nadando hacia el este, y suponemos que acababa de cruzar la AP-66 por encima de uno de los túneles que desembocan en el embalse.

Además de algunos avistamientos anteriores de osos atravesando el embalse recogidos por cazadores, el 24 de septiembre de 2009, los vigilantes de la Fundación Oso Pardo (FOP) detectaron huellas de oso en el lado oriental del embalse, cerca del pueblo de Miñera de Luna. Ya que el límite de la subpoblación oriental está a varias decenas de kilómetros al este, lo más probable es que este oso procediera de la subpoblación occidental –que se encuentra justo al otro lado del embalse–, por lo que suponemos que acababa de atravesar la AP-66.

Otro rastro interesante se observó el 15 de mayo de 2010, y correspondía a un oso que caminaba por un estrecho espacio entre el embalse y la autopista. Este oso atravesó la autopista por un paso inferior para vehículos, asfaltado, de 10 m de ancho y 6 de alto que lleva al pueblo de Mallo de Luna (paso 12 de la *Fig. 4.3.*), después de pasar de largo por delante de dos angostos pasos inferiores (marco de hormigón de 3 x 3 m y 27 m de longitud) sin atravesarlos.

Asimismo, los estudios genéticos prueban que los osos son capaces de atravesar la autopista AP-66, aunque no permiten saber dónde han efectuado los cruces. En un estudio realizado en la Cordillera Cantábrica con muestras recogidas entre 2004 y 2007, se encontraron 3 machos con marcadores exclusivos de la subpoblación occidental que habían cruzado a la oriental, y un macho procedente de la oriental que había pasado a la occidental (Pérez *et al.* 2010). Todos ellos tienen que haber cruzado la AP-66, que se interpone entre ambas subpoblaciones. El mismo estudio comprobó que en la población oriental se había producido una camada mixta de un macho de la subpoblación occidental con una hembra de la oriental. En cualquier caso, las diferencias genéticas entre ambas subpoblaciones indican que el trasiego de osos entre ellas no es elevado. Asimismo, el que sigan separadas no implica necesariamente que la autopista sea la principal causa de esta fragmentación. Este y otros estudios genéticos realizados en la Cordillera Cantábrica no han encontrado hembras que hayan pasado de una subpoblación a la otra. Esto concuerda con la información general sobre los osos, que indica que son los machos los que se dispersan y tienen movimientos más amplios, por lo que son mucho más proclives que las hembras a atravesar las autopistas y líneas ferroviarias.

Figura 4.3.
Mapa de la zona del corredor interpoblacional atravesada por la AP-66, con indicación de las localizaciones de oso pardo recogidas entre 1999 y 2011, de los pasos potenciales para grandes mamíferos existentes en la autopista y de la disposición de las masas arboladas.

Autovía A-6 Madrid-A Coruña

El tramo de la autovía A-6 entre Manzanal del Puerto (León) y Becerreá (Lugo), discurre al sur del área de distribución de la subpobla-





Figura 4.4. Pasos en el tramo de la autopista AP-66 recorrido por un oso en mayo de 2010. El oso pasó de largo por los pasos de marco cuadrado de 3 x3 m (*foto izda*) y finalmente atravesó por el paso inferior de la carretera a pocos metros del pueblo leonés de Mallo de Luna (*foto dcha*). Fotos: FOP.

ción occidental de osos cantábricos. Las osas con crías más próximas están a unos 20 km al norte de la autovía. La autovía tiene cuatro carriles, está vallada, y aunque carece de pasos específicos para fauna, tiene numerosos viaductos de gran tamaño que la hacen relativamente permeable.

Las áreas situadas al sur de la autovía A-6 no forman parte del área de distribución habitual del oso. Aunque existen numerosos datos de presencia de osos al sur de la A-6 en la provincia de Lugo y Orense, muchos de ellos no se han comprobado por personal cualificado al estar fuera del área de distribución del oso. Sin embargo, los equipos de seguimiento de la FOP han obtenido datos de osos que han recorrido varias zonas del Courel (Lugo) y de la zona de Valdeorras (Orense) en las primaveras de 2006 y 2007. Además, un oso fue atropellado en la propia autovía A-6 en octubre de 2008, como veremos en detalle más adelante.

En 2006 se recogieron seis datos de presencia de oso al sur de la A-6, en las provincias de Orense y Lugo, todos ellos en primavera (cinco en mayo y uno en junio). Los datos se recogieron en la zona de Rubiá (Orense), Quiroga y Samos (Lugo). Quiroga, la localidad más lejana donde se detectó al ejemplar, dista unos 40 km de los Ancares, el límite del área de distribución habitual del oso. Los observadores identificaron al oso como un individuo adulto, el mismo en todas las ocasiones, reconocible por su diseño característico. Al año siguiente (2007) se constató un recorrido más corto centrado en el Courel, cerca de la localidad de Samos (Lugo), a unos 30 km del límite del área de distribución habitual de la especie. Desconocemos las rutas que siguen estos animales entre la población principal y estas zonas de dispersión.

El área recorrida por estos osos dispersantes al sur de la A-6 tiene peor calidad que el área habitual, ya que las montañas son menos escarpadas y la densidad de población humana es mayor. Pero en estas zonas de Lugo y Orense, los montes se han recuperado mucho y no se puede descartar que, con una gestión adecuada, el hábitat llegue a albergar osos, como ha ocurrido en siglos pasados en hábitats que son muy distintos de las montañas donde acostumbramos a encontrar osos en la actualidad. En cualquier caso, es poco relevante discutir qué zonas del

sur de la autovía A-6 son más susceptibles de albergar osos en el futuro. Lo importante en estos momentos es mantener abiertos y en perfectas condiciones los corredores ecológicos y los pasos bajo la autovía que permitan el desplazamientos de los osos y los restantes mamíferos con el objeto de mantener su potencialidad de dispersión y permitir que, en el futuro cambiante e imprevisible, sean ellos los que elijan las zonas donde dispersarse o establecerse en función de los cambios que se produzcan en el hábitat y en sus poblaciones.



Autovía de Santander A-67

La autovía A-67 que llega a Santander desde la meseta castellana pasa, en los alrededores de Reinosa, cerca del límite oriental del área de distribución de la subpoblación oriental de oso pardo cantábrico. Esta autovía discurre por un corredor de transportes entre la Meseta castellana y Cantabria que incluye también una línea de ferrocarril, una antigua carretera nacional casi en desuso y varias carreteras locales. La línea de ferrocarril de alta velocidad proyectada entre Palencia y Cantabria pasaría también por este corredor de transportes, que sin duda constituye un obstáculo muy importante para la fauna.

En julio de 2010 se constató la presencia de un oso al este del citado corredor de transportes. Un ataque a un colmenar aportó una prueba

Figura 4.5.

La autovía A-6 a su paso por las montañas de León y Lugo está constituida por una sucesión de viaductos y túneles que, con trabajos de adecuación, facilitan su permeabilidad para el oso.

Foto: FOP.

Figura 4.6.
Viaducto de Sopeña
(Cantabria) en la
autopista A-67.
Foto: FOP.



segura de la presencia de un oso dispersante en el Monte Bustillo, una de las mejores masas forestales autóctonas de la comarca de Valderredible (Cantabria), con presencia de rebollos y robles albares de gran porte. Es probable que este oso pudiera haber cruzado la A-67 por el viaducto de Sopeña, al sur de Cervatos, o alguno de los pasos inferiores próximos, procedente de Lote Tornero y Lote Milagros, zona habitual de campeo, y desplazándose posteriormente hacia el monte Matanzas y Montes Claros, que conectan al noreste con el Monte Hijedo, uno de los bosques caducifolios autóctonos más notables de Cantabria, incluido en Red Natura 2000, y al sureste con el propio Monte Bustillo, donde se localizaron los indicios de oso. Aunque la calidad aparente del hábitat potencial del oso es peor al este de la autovía A-67 que en la zona actualmente ocupada, existen sin embargo algunas masas forestales de buena superficie y calidad.

4.3. Algunos principios para reducir el efecto barrera sobre el oso

4.3.1. Importancia de la calidad del hábitat para cruzar carreteras

Cuanto más tráfico tiene una carretera, mayor es la calidad del hábitat que necesitan los osos en las zonas de cruce para decidirse a utilizarlas. Así se ha demostrado en el parque nacional Banff, donde Chruszcz *et al.* (2003) compararon el comportamiento de osos grizzlies radiomarcados en relación a carreteras con poco tráfico (pistas foresta-

les y carreteras secundarias) y con alto volumen de tráfico (la autopista Transcanadiense, de 4 carriles). En las primeras, el índice de cruce era proporcional a la densidad de carreteras, pero en la de alto volumen de tráfico no existía esta relación, lo que sugiere que los osos evitan cruzar las carreteras con mucho tráfico pero parecen relativamente indiferentes a las que tiene poco tráfico.

Cuando cruzaron la autopista Transcanadiense, los osos eligieron zonas con mayor calidad de hábitat, compensando el riesgo del cruce con el beneficio de acceder a zonas óptimas o de cruzar a través de lugares con buena cobertura. El estudio demostró que los osos cruzaban con mayor frecuencia las zonas donde la vegetación densa llegaba hasta las carreteras. Esta preferencia de los osos por la vegetación cuando se mueven en las proximidades de las carreteras o las cruzan se ha observado también en otros estudios. Está claro que la cobertura vegetal les aporta seguridad frente a las molestias causadas por la carretera (McLellan y Shackleton 1988, Brandenburg 1996).

La preferencia de los osos por los bosques está contrastada en la Cordillera Cantábrica, y así, el 70% de las localizaciones del oso pardo marcado por Clevenger *et al.* (1997) se encontraron en hayedos y robledales. Los autores observaron también que, cuando el oso se alimentaba en pastizales abiertos, solía preferir encamarse en bosques relativamente distantes antes que en las áreas adecuadas con matorral alto que rodeaban los claros donde se alimentaba. La dependencia por el bosque se ha observado también en osos del Parque Nacional Abruzzo, en Italia (Zunino 1976), y en Noruega (Mysterud 1983).

4.3.2. Los efectos acumulativos

Chruszcz *et al.* (2003) subrayan que los efectos acumulativos de las infraestructuras de transportes y otros usos humanos pueden limitar seriamente el acceso de los osos a hábitats importantes. La acumulación de barreras es habitual en las zonas montañosas donde viven los osos, pues con frecuencia las autovías, carreteras y ferrocarriles discurren por valles fluviales donde se concentran también otros usos humanos. Además, las vías y carreteras promueven un desarrollo que tiene a veces un impacto más fuerte que las propias infraestructuras.

Los efectos acumulativos determinan la permeabilidad de las infraestructuras li-

Figura 4.7.

Los osos cruzan con cierta frecuencia las carreteras locales con poco tráfico de la Cordillera Cantábrica, como se aprecia en el rastro sobre el asfalto de una carretera en el Parque Natural de Somiedo (Asturias). Foto: Soraya García/FOP



neales para la fauna. En la recuperación de la población septentrional de lobos en España, se ha demostrado que una autovía vallada tiene escaso efecto barrera para los lobos. Sin embargo, la acumulación de varias barreras a lo largo del corredor del Duero retrasó la expansión de los lobos al sur de este río durante 15 años (Blanco *et al.* 2005).

En el caso del oso, podemos ver una acumulación de barreras en la autopista AP-66 entre León y Oviedo, que en la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica discurre paralela al embalse de Barrios de Luna, que crea otro obstáculo a lo largo del río Luna que quizá multiplica el efecto barrera de la autopista. Además, por otro valle próximo y paralelo discurren una carretera nacional con intenso tráfico y una vía de ferrocarril convencional. Y lo mismo ocurre con la autovía A-67 entre Palencia y Cantabria, como mencionamos más arriba. Esta autovía



Figura 4.8. La vía de ferrocarril y la carretera nacional en el puerto de Pajares generan, junto con la autopista AP-66, un efecto barrera acumulativo que dificulta el movimiento de osos a través del corredor interprovincial. A la izda, un equipo de la FOP toma datos en estas infraestructuras.

Fotos: FOP

discurre a lo largo de un denso corredor de transportes que dificulta mucho el paso de fauna. En estas circunstancias, todas las infraestructuras se potencian entre sí, y la barrera final que se crea quizás tiene un impacto mayor que la suma de cada una de ellas por separado.

4.3.3. Pasos de fauna. La importancia de la ubicación y de la estructura de cruce

La elección del lugar adecuado para construir los pasos de fauna es crucial. Los estudios de Cleverger y Waltho (2000 y 2005) en el Parque Nacional Banff subrayan la importancia de dos factores en la eficacia de los pasos para facilitar el cruce de la fauna: su ubicación y su estructura.

Para los grandes carnívoros en general y para los osos en particular, la ubicación de los pasos es esencial. Los pasos más usados por los osos en Banff eran los más alejados de las localidades habitadas y los que menos actividad humana tenían en los alrededores. Además,

en la zona considerada, los osos prefieren los valles de los ríos (Clevenger y Waltho 2000). Estos autores comprueban también que la estructura de los pasos determina su aceptación por los osos grizzlies (Clevenger y Waltho 2005). Los animales seleccionaron positivamente los pasos de mayor anchura, altura y apertura, y también los que tenían menos ruido.

La importancia relativa de los factores que afectan a la eficacia de las estructuras es un asunto complejo (Clevenger y Waltho 2005). Algunos estudios han mostrado que la localización de la estructura de cruce, especialmente en relación con la calidad del hábitat es lo más importante (Foster y Humphrey 1995, Yanes *et al.* 1995; Land y Lotz 1996, Clevenger y Waltho 2000, Ng *et al.* 2004). Pero otros estudios señalan que el diseño de la estructura de cruce es lo más importante (Reed *et al.* 1975, Ballon 1985, Norman *et al.* 1998, Cain *et al.* 2003, Clevenger y Waltho 2005).

En zonas con alta densidad humana, resulta especialmente importante ubicar los pasos en zonas donde las molestias humanas sean mínimas. En lugares poblados o próximos a zonas humanizadas, la tranquilidad en los pasos es la característica que determina en mayor grado su uso por los animales. Sin embargo, en las zonas donde la presencia humana no es muy elevada y el hábitat general es de buena calidad, los animales seleccionarán los pasos de acuerdo con su estructura, eligiendo en general los más amplios (Clevenger y Waltho 2005).

En el caso del oso en la Cordillera Cantábrica, donde el hábitat está muy humanizado y fragmentado, la ubicación de los pasos probablemente va a ser el aspecto más importante a la hora de facilitar su utilización y contribuir a reducir el efecto barrera.

4.4. Pasos de fauna, una solución para mitigar el efecto barrera

4.4.1. Introducción: ¿Cuántos y dónde?

La reducción del efecto barrera causado por infraestructuras lineales ha sido objeto de numerosos estudios en las dos últimas décadas, y ha generado una bibliografía abundantísima. En el caso concreto del oso, no hay tantas investigaciones, aunque destacan los trabajos en el Parque Nacional Banff (Alberta, Canadá), que irán apareciendo a lo largo de este apartado.

Claramente, la mejor política para evitar el efecto barrera en una zona de osos es no construir nuevas infraestructuras lineales en ella (Beier *et al.* 2008). Las medidas de corrección del efecto barrera funcionan en cierta medida, pero no pueden dejar el medio como estaba antes

de la construcción. Pero si no hay más remedio que asumir la construcción de una infraestructura, la mejor forma de mitigar el efecto barrera es construir estructuras de cruce o pasos para la fauna en las autovías o líneas férreas. Estas estructuras pueden ser pasos superiores o inferiores. Los pasos son inseparables del vallado, que ha de conducir adecuadamente a los animales hacia ellos y evitar los atropellos, y exigen un trabajo profesional interdisciplinar para saber dónde hay que ubicarlos, cuántos hay que construir y cómo hay que hacerlos (Ruediger y DiGiorgio 2007).

Una vez que sabemos que debemos construir estructuras de paso, debemos plantearnos las preguntas clásicas de cuándo, cuántos, dónde y cómo. La pregunta de cuándo hay que hacer los pasos de fauna tiene fácil respuesta: en el momento de construcción de la carretera o el ferrocarril. Hacerlo después exige comenzar de nuevo las obras, y suele ser tan caro que de hecho resulta inviable en la mayoría de los casos. Pero las restantes preguntas no tienen una contestación tan simple, y son las que vamos a tratar en este apartado. Nos centramos en la información específica existente sobre el oso (cuyas características son a veces comunes a las de otros grandes mamíferos), pero sin obviar algunos principios generales que deben cumplir todos los pasos de fauna.

Cuántos pasos hay que construir

Como regla general, se recomienda que al menos debe haber una estructura de cruce en el área de campeo de cada individuo (Beier *et al.* 2008). Esto es difícilísimo de calcular en el caso de los osos, porque muchos llevan vida errática, sobre todo los machos. Y más si estamos hablando del corredor interpoblacional donde los animales presentes son ejemplares jóvenes dispersantes o machos divagantes en época de celo. Pero si pensamos en territorios de hembras de unos 60 km² de superficie media, el lado de un cuadrado de 60 km² de lado mide 7,7 km. Por tanto, y generalizando mucho, debería haber una estructura de cruce óptima para osos al menos cada dicha distancia. Sin embargo, en el caso de los osos, en el Parque Nacional de Banff (Canadá), Clevenger *et al.* (2002a) han recomendado que la distancia entre los pasos no debería superar los 2 km.

Dónde construir estructuras de cruce

Los pasos de fauna constituyen un elemento más en la conectividad del medio, y son inútiles si no se ubican en los lugares adecuados. A escala de paisaje, los pasos deben estar en los corredores o pasillos de los osos, ya que las estructuras de cruce, en el mejor de los casos «serán solo tan efectivas como el terreno o las estrategias de gestión que hay a su alrededor» (Clevenger *et al.* 2002b). A la hora de seleccionar la ubicación de los pasos de fauna, hay que recordar que la distribución de los

osos en la Cordillera Cantábrica no es homogénea. Las mejores zonas de osos y los pasillos por donde se mueven suelen tener varias características: la proximidad a los núcleos de cría; la presencia de buenos bosques, sobre todo hayedos y robledales, mejor si son poco accesibles; y la ausencia de áreas humanizadas.

Ruediger y DiGiorgio (2007) subrayan la necesidad de hacer una buena planificación de las mejores áreas y corredores para construir los pasos de fauna. Las herramientas para planificar la conectividad pueden ser las siguientes:

- Fotos aéreas, buscando pasillos de vegetación.
- Mapas de la propiedad, priorizando zonas públicas
- Mapas de vegetación, buscando las especies vegetales que aportan cobertura y alimento para los osos, como hayedos y, sobre todo, robledales.
- Mapas topográficos para aprovechar desniveles y cauces de ríos y arroyos



- Mapas con datos de presencia de osos
- Información sobre atropellos, tanto de osos (que será escasísima o inexistente) como de otros mamíferos forestales.

Además, la planificación de la ubicación de los pasos debe realizarse en un marco temporal amplio, de manera que se considere, no sólo el suelo actualmente urbanizado, sino futuros desarrollos urbanísticos, industriales o de infraestructuras en el entorno del paso. Obviamente, estos estudios exigen la mayoría de las veces una aproximación multidisciplinar.

4.4.2. La estructura de cruce

Una vez que hemos decidido dónde están los puntos más adecuados para permeabilizar las infraestructuras, hay que diseñar los pasos

Figura 4.9.

Ecoducto o paso superior diseñado específicamente para el oso pardo y otros grandes mamíferos en la autopista Zagreb-Split, en Croacia. A la derecha, un equipo revisa y acondiciona una banda de registro de huellas en la zona superior del paso, para evaluar su utilización. Fotos: FOP.

Figura 4.10. Ejemplos de pasos inferiores no específicos para fauna, existentes en las autopistas AP-66, A-6 y A-67. Los dos superiores no reúnen los mínimos requisitos para su uso por el oso y otros grandes mamíferos, mientras que los inferiores, con la correspondiente adecuación, podrían ser utilizados. Fotos: FOP

para fauna (pasos específicos) o adaptar para este fin pasos concebidos para otros usos, como accesos a pueblos, pasos ganaderos, viaductos, puentes, etc. Existe una bibliografía extensísima sobre la permeabilización de estructuras lineales y pasos de fauna, entre la cual figuran las publicaciones del Ministerio de Medio Ambiente español (2006, 2008, 2010). En este apartado, nos centraremos en los aspectos específicos referentes al oso y otros grandes mamíferos.

Cuando hablamos de pasos para fauna, tenemos que considerar tres aspectos: la propia estructura de paso, el vallado y la adecuación del entorno inmediato al paso.

Tipo y tamaño de estructuras recomendadas para osos

Existen varias opiniones basadas en estudios de campo y en el criterio de expertos conocedores de osos sobre el tamaño de las estructuras idóneas para los osos. Ya que nadie puede decir cuáles son las di-



mensiones mínimas de un paso de oso (por debajo de las cuales un oso nunca va a cruzar), conviene hablar de dimensiones aceptables o dimensiones óptimas. Los osos negros americanos (*Ursus americanus*) son menos exigentes que los osos grizzlies (*Ursus arctos*). Por último, es difícil saber si los osos pardos europeos van a comportarse como los osos grizzlies del Parque Nacional Banff, donde se han realizado la mayoría de las investigaciones. Por todo ello, las opiniones de los especialistas que ofrecemos a continuación no siempre son coincidentes.

Todos los autores coinciden en afirmar que cuanto más grande sea un paso más probabilidades hay de que sea usado por los osos. En los pasos inferiores, influyen de forma positiva y significativa la altura y la anchura y por consiguiente la apertura del paso (Clevenger y Wahlto 2005). En ellos, hay que evitar el efecto túnel, es decir, la sensación de los animales de sentirse encerrados. Es fundamental que los osos vean la salida del paso desde su entrada, por lo cual deben evitarse pasos en curva o elevados en el centro. Las estructuras deben ser tan llanas y rectas como sea posible. En los pasos inferiores, el índice de apertura (altura x anchura / longitud) debe ser lo mayor posible, por lo cual hay que reducir al mínimo la distancia que el animal debe pasar dentro de la estructura de paso y aprovechar los puntos donde la carretera o el ferrocarril sean más estrechos. Para que los pasos inferiores sean eficaces para los osos, Reed *et al.* (2000) recomiendan un índice mínimo de apertura de 2,0.

Según la profunda revisión editada por Ruediger y DiGiorgio (2007), en Norteamérica, los osos grizzlies y los lobos se consideran los animales más sensibles en cuanto al diseño de los pasos. En el Parque Nacional de Banff (Alberta, Canadá), surcado por la autopista Transcanadiense, los osos grizzlies y otros grandes carnívoros usan pasos inferiores bajo los viaductos de 3,25 m de alto y 12,5 metros de ancho. Allí, los lobos parecen tener preferencia por los pasos inferiores, mientras que los osos grizzlies atraviesan mejor pasos superiores de 37,5 metros de ancho.

Tabla 4.1. Dimensiones mínimas de los pasos para osos según Ruediger y DiGiorgio (2007). Para el oso grizzly, las estructuras óptimas son las dos últimas.

	Drenajes redondeados	Caja de hormigón	Arcos metálicos multiplano	Viaducto adaptado	Paso superior
Oso negro	5 m ancho	2,5 m alto 5 m ancho	2,5 m alto 5 m ancho	2,5 m alto	18,8 m ancho
Oso grizzly	No lo usa	3 m alto 5,8 m ancho	3 m alto 12,5 m ancho	3 m alto	37,7 m ancho

Los osos negros usaron estructuras de cruce más variadas incluyendo, pasos superiores de 37,5 metros de anchura, pasos bajo viaductos, arcos multiplaca de 3,25 m de altura y 5,75 de anchura e incluso drenajes rectangulares de 2 metros de alto por 2,5 de ancho. Los pumas (*Puma concolor*), como los osos negros usaron una gran variedad de estructuras en el Parque Nacional de Banff (Forman *et al.* 2003). En dicho parque, los ingenieros y los biólogos están de acuerdo en que el mejor diseño general, basado en gran número de especies de ungulados y de carnívoros, es el viaducto adaptado. Para la mayoría de los grandes carnívoros y para los ciervos del género *Odocoileus*, la altura mínima de las estructuras es de 2 metros, pero en zonas de wapiti (*Cervus canadensis*) y oso grizzly, las alturas de 2,5 a 2,8 metros deben considerarse mínimas. El paso de arco de acero multiplaca, más barato, de 2,8 metros de altura por 5,1 metros de anchura, será probablemente aceptable para el oso negro, el puma y la mayoría de los carnívoros más comunes.

Clevenger *et al.* (2002a), según los estudios realizados entre 1996 y 2002 en Banff, recomiendan que los pasos superiores para oso grizzly tengan una anchura mínima de 50-70 m, y en los pasos inferiores de tipo viaducto, la altura no sea menor de 7 metros y la anchura, de 50-70 m.

En Croacia, se ha constatado que en un ecoducto de 100 m de ancho, el 10% del total de cruces de fauna registrados fueron realizados por osos pardos (en total, 26 cruces de osos de distintas edades y sexos), por lo que ha resultado una medida efectiva en la mitigación de los efectos negativos de la carretera estudiada (Huber *et al.* 2002).

El Ministerio de Medio Ambiente (2006) español, en sus prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna, indica lo siguiente para los grandes mamíferos en general:

- Soluciones óptimas:
 - Ecoductos, de 80 metros de dimensiones mínimas.
 - Paso superior específico: Anchura mínima: 20 m; anchura recomendada 40-50 m. Anchura/ longitud > 0,8.
 - Viaductos
- Soluciones subóptimas pero aprovechables.
 - Paso superior multifuncional. 10 m de anchura mínima y 20 a 50 m de anchura recomendada. Anchura/ longitud > 0,8.
 - Paso inferior específico o multifuncional. Dimensiones mínimas: 12 m de anchura y 3,5 m de altura. Dimensiones recomendadas: 15 m de anchura y 3,5 m de altura. Anchura/ Longitud > 1,5.

Otros requerimientos de las estructuras de cruce

Las estructuras de paso deben diseñarse específicamente para mejorar el movimiento de los animales. El ruido del tráfico disuade a los



osos de cruzar (Clevenger y Waltho 2005) por lo que conviene usar diseños que reduzcan el ruido en los pasos inferiores. En estos, hay que construir canalizaciones de agua para evitar que se encharquen. Además, las revisiones de Ruediger y DiGiorgio (2007) y Beier *et al.* (2008) hacen algunas recomendaciones interesantes, que señalamos a continuación.

En el interior del paso, el piso debe ser del mismo material que los alrededores, si es posible. En los pasos superiores debe permitir el crecimiento de la vegetación, y en los inferiores han de evitarse materiales artificiales, siendo preferible la tierra frente al hormigón o al acero corrugado, en ese orden. Además, debe minimizarse el impacto visual y sonoro de la vía en el paso y su entorno, sobre todo en los pasos superiores, que necesitan pantallas opacas que los aíslen de la vía.

El mantenimiento es esencial. Las estructuras de paso deben ser revisadas cada cierto tiempo para comprobar el vallado y eliminar los elementos que de forma natural o artificial entorpezcan el paso de los osos. En algunas zonas, los pasos inferiores de poco uso son cerrados y utilizados como naves para el ganado o se convierten en puntos de acopio de materiales, impidiendo su funcionamiento. El adecuado mantenimiento debe evitar el deterioro de las estructuras de paso para que éstas continúen cumpliendo el objetivo para el que fueron diseñadas o acondicionadas.

Conviene evaluar y realizar un seguimiento de las medidas de desfragmentación para comprobar su eficacia, cuáles son los diseños más adecuados y por qué, y si son extensibles a nuevas obras. Además, conviene tener presente que los osos necesitan tiempo para acostumbrarse a los pasos, pues está comprobado que los animales evitan más las estructuras recién construidas que las antiguas (Clevenger y Waltho 2005).

Figura 4.11.

Los cierres y ocupaciones ilegales en pasos inferiores, o el uso de éstos como zona de descanso de ganado, pueden limitar su eficacia para la fauna silvestre. En las fotos, pasos en la A-67. Fotos: FOP.

4.4.3. Las inmediaciones de los pasos

Las características de las inmediaciones de los pasos son tan importantes como los propios pasos. Una estructura de paso carísima y perfectamente diseñada es inútil si las características de sus inmediaciones son inadecuadas.

Aunque las medidas de los pasos propuestas por diversos autores no siempre coinciden exactamente, para favorecer los cruces de oso todos están de acuerdo en la importancia que tienen la ausencia de molestias humanas en las inmediaciones del paso, una cobertura vegetal elevada y un hábitat de alta calidad a ambos lados del paso (Clevenger y Waltho 2000 y 2005).

Las pendientes de acceso son importantes. La recomendación es situar los accesos del paso al nivel de los alrededores (Hervás 2006) o, en su defecto, que las pendientes de acceso sean suaves. Otra alternativa es adaptar la cota de la rasante de la vía.

Figura 4.12.

Los grandes viaductos como este de la A-6, con buena cobertura vegetal y pocas molestias humanas, constituyen excelentes zonas de paso para los mamíferos más exigentes como el oso pardo. Foto: FOP.



La cobertura vegetal debe estar presente en las entradas de los pasos o en sus inmediaciones con el objeto de dar seguridad a los animales. La vegetación reduce la distancia que los animales recorren al descubierto, la iluminación y el ruido de los vehículos, lo que resulta de especial importancia para los osos (Clevenger *et al.* 2001a, Clevenger y Waltho 2005). En este sentido, la realización de plantaciones puede ser necesaria en las zonas sin vegetación. Como se indica en el capítulo 5 de este manual, estas plantaciones han de realizarse con especies arbóreas y arbustivas que proporcionen una buena cobertura, con la máxima naturalidad posible, y favoreciendo el acceso de los osos a la entrada de los pasos, por lo que no resulta aconsejable el uso de especies productoras de alimento que pueden propiciar la estancia de los animales en zonas de riesgo.

En las inmediaciones de los pasos de oso, hay que mantener la máxima naturalidad y reducir al mínimo los elementos discordantes, como escombros, elementos brillantes o de metal, infraestructuras ganaderas, etc. En la proximidad de algunos pasos, conviene regular la actividad humana. En el Parque Nacional Banff, Clevenger y Waltho (2000) recomiendan que se restrinja el uso humano en los pasos y que las rutas de senderismo se construyan lejos de ellos. Sin embargo, las grandes infraestructuras de cruce (viaductos o puentes largos y elevados) exigen con frecuencia compatibilizar los usos humanos con los de la fauna. Una solución en casos particularmente difíciles puede ser restringir los usos humanos durante la noche (Beier *et al.* 2008).

4.4.4. El vallado

Sin vallado, la mayoría de los animales no usarán los pasos de fauna (Clevenger *et al.* 2001b) y cruzarán las infraestructuras por cualquier parte. El vallado debe cumplir tres características: impedir el acceso de los animales a la calzada; dirigirlos hacia las zonas de paso; y no bloquear las entradas a los pasos. El vallado, además, debe evitar el efecto corral, construyéndose en la parte alta de los pasos, mejor que en su parte baja. En las vallas perimetrales continuas conviene construir dispositivos de escape para facilitar la salida a los animales que, a pesar del vallado, hayan logrado acceder a la carretera (Bissonette y Hammer 2000).

Es difícil evitar que un oso atraviese un vallado si está interesado en hacerlo. En todo caso, donde se quiera impedir el acceso de osos pardos a puntos de atracción (sobre todo, con fuentes de alimento), los vallados anti-osos deberían cumplir las siguientes características (Follman y Hetchel 1990):

- 2 a 2,5 m de altura de vallado de tela metálica
- un voladizo hacia el exterior en su zona superior de 50 cm con 3 hilos de alambre de espigas
- un tramo enterrado de tela metálica de 1 m
- en casos extremos de persistencia en el intento de acceso, deberán instalarse dos hilos electrificados hacia la parte exterior del vallado, a 0,6 y 1,2 m de altura

Los vallados perimetrales de autopistas no exigen tantos requisitos, pero las vallas deben tener una altura mínima de 2 m, con un voladizo hacia el exterior y un tramo de malla enterrada verticalmente, y con la estructura, rigidez y anclaje suficientes para asegurar su buen funcionamiento. Enterrar la valla reduce la probabilidad de que los animales pasen por debajo, aumenta su duración y reduce los costes de mantenimiento (Reed 1995, Cavallaro *et al.* 2005, Ruediger y DiGiorgio 2007). Además, hay que eliminar la vegetación próxima a la valla

que pueda servir a los animales como «escalera» para trepar por ella y entrar en la calzada (Dodd *et al.* 2004).

El vallado es fundamental para evitar atropellos y aumentar la seguridad vial. El único atropello conocido de un oso en la Cordillera Cantábrica se produjo porque el vallado defectuoso le permitió acceder a la calzada de la autovía A-6. En la autopista Via Egnatia, en Grecia, entre 2009 y principios de 2012 se han atropellado 15 osos (12 de los cuales murieron) a causa de un vallado insuficiente (valla de 1,7 metros de altura sin fijar al suelo); una vez corregido el problema instalando una valla de 2,4 m de altura, con visera hacia afuera y enterrada en el suelo, los atropellos han terminado (Y. Mertzanis, com. pers.). El mantenimiento de los cerramientos a largo plazo es una necesidad que se debe incluir en los presupuestos. Es precisamente esta falta de mantenimiento lo que hace que muchas de las vallas de las autovías españolas se encuentren en mal estado, con lo que dejan de cumplir la finalidad para la que han sido diseñadas.

Figura 4.13.

Vallados no enterrados ni fijados al suelo, y con altura y tensión insuficientes, que no impiden el acceso de osos y otros grandes mamíferos a la calzada, son habituales en las autovías y autopistas de las zonas oseras.
Fotos: FOP.

4.5. Atropellos

Los atropellos no constituyen un problema de fragmentación, pero los trataremos con brevedad en este capítulo por ser una causa importante de mortalidad, por tener una relación directa con las infraestructuras y porque con frecuencia la causa del atropello de osos es el deficiente estado de los vallados en las infraestructuras con elevado volumen de tráfico. En los medianos y grandes mamíferos norteamericanos, el atropello constituye el 9,2% de la mortalidad antropogénica conocida (Collins y Kays 2011). Los osos y otros mamíferos pueden ser atropellados en cualquier tipo de carretera, pero tienen más probabilidades de tener accidentes en infraestructuras no valladas –en general, de escaso tráfi-



co– que en las valladas. Este es el caso del Parque Nacional de Banff, donde, desde 1981 hasta 2001, nueve osos grizzlies fueron atropellados en la zona de estudio, seis en carreteras de escaso tráfico y tres en la autopista Transcanadiense (Chruszcz *et al.* 2003).

En Europa también se ha descrito la mortalidad de los osos por atropellos en carreteras y vías de ferrocarril. Entre 1963 y 1994, al menos 73 osos pardos fueron atropellados en la región de Gorski Kotar, en Croacia (Huber *et al.* 1998), de los que 51 (70%) murieron en la vía del ferrocarril y 22 (30%) en carreteras. En Eslovenia, la autopista Ljubljana-Razdrto y la línea paralela de ferrocarril Ljubljana-Trieste, que cortan una zona de hábitat crítico para los osos, constituyeron causas importantes de mortalidad para la especie (Kaczensky *et al.* 2003). Entre 1992 y 1999, los atropellos en estas infraestructuras causaron el 31% de la mortalidad registrada en las unidades de caza adyacentes a ellas, cifra que es más importante si consideramos que en Eslovenia los osos son especie cinegética y se cazan en cebaderos contruidos al efecto. En toda Eslovenia, la mortalidad por atropello constituye alrededor del 10% de los casos identificados de muerte de osos. Tanto la mortalidad causada por la caza como la generada por las carreteras están sesgadas claramente hacia los machos, en especial hacia los jóvenes. Los atropellos en la autopista Via Egnatia de Grecia han sido descritos en el apartado anterior. En Francia se conoce el caso reciente de la osa Franska, de origen esloveno y liberada en 2006 en el Pirineo central Francés, que murió en agosto de 2007 en un atropello por dos vehículos en la carretera Nacional 21.

Atropello de un oso en la autovía A-6 en octubre de 2008.

En la Cordillera Cantábrica solo conocemos el caso de un oso muerto por atropello. Se produjo el 28 de octubre de 2008 en la Autovía del Noroeste (A-6), Madrid-A Coruña, en el Pk. 417,100, casi a la altura de la localidad de Trabadelo (León). El oso fue atropellado a las 6 de la mañana por un camión de gran tonelaje que circulaba hacia A Coruña. Antes de la colisión, el conductor del vehículo frenó mientras el oso corría delante de él un corto trecho, pero finalmente acabó cruzándose delante del vehículo, haciendo inevitable el atropello. En ese momento, el oso se encontraba encima del viaducto de Puente Tréveda, de 90 m de longitud, por lo que no tuvo posibilidad de escapar de la calzada.

Tras el atropello, el oso fue examinado por personal de la FOP. Se trataba de un macho joven que, según los análisis efectuados, estaba intoxicado por productos tóxicos empleados en la agricultura. No se ha podido saber si había ingerido un cebo envenenado para controlar carnívoros o había comido grandes cantidades de fruta (por ejemplo, manzanas) rociadas con insecticidas.

La autovía A-6 presenta una sucesión de viaductos y túneles que la hacen muy permeable para los grandes mamíferos. Su vallado perimetral responde al diseño habitual, con malla cinégetica de 1,5 m de altura, sin fijación al suelo ni voladizos. El entorno inmediato de la autovía tiene abundantes masas de castaños productores de fruto, que en la estación del atropello habían generado una cosecha muy importante, en su mayor parte ya en el suelo. Había muchísimas castañas a ambos lados de la autovía. Entre la zona del atropello y el Puerto de Piedrafita, la autovía atraviesa la zona de conexión natural de la Sierra de Los Ancares hacia la Sierra do Courel, que constituye una zona de expansión potencial de osos jóvenes en dispersión.

Figura 4.14.
Oso macho subadulto
atropellado en la
autovía A-6. Foto:
FOP.



La inspección realizada in situ por el equipo de la FOP permitió conocer los detalles del atropello. El oso circuló unos metros por el arcén de la autovía y se introdujo en la zona superior del viaducto, posiblemente huyendo ya de la presencia del camión y otros vehículos, y fue atropellado en el mismo viaducto, donde la amplitud del arcén se reduce notablemente.

El oso accedió a la autovía cruzando por encima del vallado perimetral, en una zona en que su altura se reduce al rematarse junto a la escollera de piedra del pie de los estribos del viaducto. La valla encima de la escollera medía un metro de altura, estaba destensada y era fácilmente deformable, por lo que permitía sin dificultad el paso de una persona. Estas imperfecciones del vallado en este y otros viaductos próximos facilitan el acceso a la autovía de los osos y de otros animales. De todas formas, un oso tampoco tendría grandes dificultades para cru-



zar la valla en cualquier otra zona. En esta y otras autovías, el vallado es insuficiente para detener a los grandes mamíferos, y en muchos puntos se encuentra muy deteriorado.

Existe muchísima bibliografía sobre las formas de reducir los atropellos en la fauna, entre la que podemos señalar la revisión de Reuer (2007). Se ha descrito que algunos casos de atropello de osos y otros carnívoros en vías de ferrocarril o carreteras están vinculados a la existencia de carroñas de otros animales atropellados o residuos y restos de alimentos procedentes de pérdidas de transporte, por lo que resulta importante evitar la presencia de estos potenciales atrayentes para reducir el riesgo de atropellos y facilitar que los animales atraviesen los pasos sin verse atraídos a permanecer en las inmediaciones o incluso a salvar el vallado y acceder a la calzada (Wells *et al.* 2000). En cualquier caso, la adecuada construcción y el correcto mantenimiento del vallado en las autopistas constituyen las mejores actuaciones para reducir los atropellos y aumentar la seguridad vial.

Figura 4.15.

Los osos machos, como el de la foto, efectúan grandes desplazamientos que no deberían ser dificultados por infraestructuras poco permeables.

Foto: José Manuel Ramón/FOP.

