

ANEXO 1. Fichas descriptivas de las medidas correctoras

A continuación se incluyen las fichas de las medidas correctoras agrupadas por tipos. Para su correcta identificación en función de su utilidad se exponen un resumen de las mismas según las medidas correctoras que interesen.

1) Recomendaciones para la gestión de cunetas y áreas adyacentes

Ficha Contenido

1.1 Vallas temporales para el trampeo de anfibios

1.2 Corte de tráfico durante migración de anfibios

1.3 Aterrazado

2) Adecuación de estructuras preexistentes

Ficha Contenido

2.1 Salida de drenaje. Solera para evitar la erosión

2.2 Modificación de areneros y sifones

2.3 Modificación de drenajes laterales. Rampas de escape

2.4 Habilitación de medianas para la fauna

3) Estructuras artificiales sustitución

Ficha Contenido

1. Charca de reproducción para anfibios. Esquema
2. Charca de reproducción para anfibios. Diseño general
3. Majano de piedra. Refugio para pequeños vertebrados

4) Cerramientos y vallas directoras

Ficha Contenido

4.1 Vallas de madera para vertebrados pequeños y medianos

4.2 Vallas metálicas para vertebrados medianos y grandes

4.3 Rampa para escape del sistema de vallado

4.4 Puerta basculante para escape de mamíferos grandes

4.5 Puerta de varillas flexibles para escape de ungulados

4.6 Portillo de escape para mamíferos medianos

4.7 Colectores para vertebrados pequeños en hormigón

4.8 Muros colectores para vertebrados pequeños y medianos

4.9. Valla plástica ACO para anfibios

4.10 Reja para carreteras secundarias con escape

5) Pasos elevados

Ficha Contenido

1. Falso túnel
2. Paso elevado para ungulados
3. Sustrato para pasos elevados

6) Pasos a nivel

Ficha Contenido

1. Dispositivos reflectantes. Instalación
2. Dispositivos reflectantes. Diseño general

7) Pasos subterráneos

Ficha Contenido

7.1 Entrada túnel 2 direcciones vertebrados pequeños

7.2 Entrada túnel 1 dirección y canal colector de anfibios

7.3 Entrada túnel ACO 2 direcciones con valla

7.4 Entrada túnel 1 dirección anfibios con registro

7.5 Sistema de túneles 1 dirección anfibios. Diseño general

7.6 Sistema general de túneles y vallas para anfibios

7.7 Drenajes con pasos para vertebrados pequeños

7.8 Drenajes con pasos para vertebrados medianos y grandes

7.9 Paso inferior para ungulados

7.10 Puente. Diseño general

7.11 Canal con rejilla para anfibios

7.12 Canal lateral para vertebrados pequeños y medianos

FICHA: 1.1

TIPO: Vallas temporales para el trampeo de anfibios.

GRUPOS FAUNISTICOS: Anfibios.

MATERIALES: Postes de madera tratada contra humedad de 80-100 cm x 6~8 cm, malla terrera opaca, cubos 30-40 cm x 20-30 cm.

EFFECTIVIDAD: Alta, aunque muy dependiente de su correcta instalación interceptando la ruta migratorio principal. Al ser una instalación temporal, relativamente frágil, ha de hacerse un seguimiento exhaustivo para detectar los puntos de escape y efectuar la recogida de los animales. Es necesario un conocimiento previo de las especies presentes y sus hábitos de desplazamiento durante la reproducción. Los animales capturados deben ser llevados inmediatamente al lugar de destino.

COSTE: Muy bajo a bajo, dependiendo de la extensión del sistema de vallas y de la calidad de los materiales empleados.

COMENTARIOS: El trampeo y traslado de anfibios puede ser necesario durante las obras y resulta muy útil como técnica exploratoria previa a la instalación de medidas correctoras permanentes. La fragilidad de las poblaciones de anfibios y su absoluta dependencia del agua durante la reproducción, hacen necesario un estudio urgente previo a la alteración de la zona de estudio. Es necesario recalcar que la mortalidad por atropello de los ejemplares adultos durante la primera temporada puede suponer la pérdida de hasta el 95 % de poblaciones puntuales en el caso de autovías. Estas vallas presentan una serie de ventajas como son la facilidad de instalación, bajo coste y flexibilidad en el diseño y tipo de materiales empleados. Su mayor inconveniente es la necesidad de un seguimiento exhaustivo de los posibles huecos en la estructura y de la recogida de los animales en los pitfalls, trampas o colectores que debe realizarse entre dos y tres veces al día, para evitar su muerte por frío, desecación o predación. El fondo de las trampas (pitfalls) debe perforarse para evitar su inundación. Para anfibios es conveniente colocar en el fondo esponjas u hojarasca húmeda que evite la desecación de los individuos que caigan; en este caso una medida adicional es introducir un palito rugoso que permita el escape de los micromamíferos y lacértidos, pero si los anfibios que se capturan son urodelos, estos escaparán también. La valla debe ser opaca y estar recurvada hacia la dirección de entrada unos 15 cm para evitar que trepen. El mejor diseño es en zig-zag con trampas en los vértices interiores.

REFERENCIAS: Carsignol, J. (1985), CODA (1992), Corbett, K.F. (1989), Grossenbacher (1981), Jackson, S.D. y Tynning, T.F. (1989), Langton, T. (1986 y 1989), Meinig, H. (1989), Ryser, J. (1985 y 1989).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 1.1)

FICHA: 1.2

TIPO: Corte y/o señalización del tráfico de vehículos.

GRUPOS FAUNISTICOS: Anfibios.

MATERIALES: Señal tráfico con dispositivo intermitente opcional para los casos de corte de tráfico.

EFFECTIVIDAD: Buena, dependiente del conocimiento que se tenga sobre las 6 ocas reproductoras y las rutas migratorias de las distintas especies. Un corte de tráfico, o una reducción del número de carriles transitables aumenta considerablemente la posibilidad de los animales de cruzar la vía, por lo que debe aplicarse en casos de especial gravedad. Los periodos críticos se reducen a unas horas en la madrugada de lo o 15 días al año.

COSTE: Muy bajo.

COMENTARIOS: Los cortes temporales de tráfico son una de las medidas transitorias más utilizadas en Europa antes de instalar un diseño corrector definitivo, suelen ser gestionados por los Ayuntamientos o asociaciones locales. Con un coste bajo en material necesita, sin embargo, un esfuerzo humano previo de control de atropellos y

de información al usuario de la vía para que pueda elegir rutas alternativas. Durante el periodo de corte de la vía es necesaria también la presencia de algunos operarios en la zona, tanto para informar como para controlar a los animales. El corte total de la vía puede ser evitado reduciendo el número de carriles que circulan y/o recogiendo los anfibios que inician el acercamiento a la vía. La máxima efectividad se consigue conociendo los "puntos negros" de atropello, las especies implicadas y los periodos críticos. El uso continuo de señales que avisan al conductor de la existencia de una zona con riesgo de atropello no suele tener efecto alguno, por lo que el uso de este tipo de señalización debe restringirse a los periodos de migración. Las especies más comunes de la Península que realizan migraciones masivas son el sapo común, el corredor, el de espuelas y en ciertos puntos del Noroeste también hay "puntos negros" para tritones. Aunque las condiciones meteorológicas locales son el factor primordial para producir una migración (noches lluviosas) la época reproductora suele abarcar de mediados de enero a finales de abril, para la mayoría de especies.

REFERENCIAS: CODA (1992), Feldman, R. y Geiger, A. (1987 y 1989), Grossenbacher, K. (1981), Podloucky, R. (1989), Verkehrsministerium (1987).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 1.2)

FICHA: 1.3

TIPO: Aterrazado de taludes.

GRUPOS FAUNISTICOS: Vertebrados pequeños y medianos.

MATERIALES: Piedra, tierra vegetal, plantaciones, cerramientos y vallas directoras.

EFFECTIVIDAD: Buena, si el objetivo perseguido es solamente aumentar la aceptación de las áreas de desmonte y terraplén. Si además se quiere conseguir la permeabilidad de la vía, es necesario canalizar la fauna hacia los pasos.

COSTE: Alto.

COMENTARIOS: La realización de bermas en los taludes de gran tamaño permiten la provisión de hábitat a pequeños y medianos vertebrados así como la creación de rutas de desplazamiento. Las terrazas de piedra son más apetecibles para la fauna que las de obra, sobre todo si se lleva a cabo un recubrimiento de suelo y muro con vegetación. De cara a la fauna son preferibles las plantaciones no regulares, con apantallamientos entre la calzada y los puntos de entrada y salida de los pasos subterráneos o drenajes habilitados.

El sistema de cerramiento más adecuado es el de doble vallado. El primer cerramiento debe impedir el paso de mamíferos grandes al propio aterrazamiento, y el segundo vallado debe tener un fin canalizador, localizándose junto a la calzada y dirigiendo a los vertebrados hacia los pasos, preferiblemente bidireccionales.

Este conjunto de medidas es especialmente útil cuando la obra genere perfiles en trinchera de grandes dimensiones e interrumpa un área bien conservada y no se considere viable la instalación de pasos superiores.

REFERENCIAS: Diseño propio (J.M. Velasco).

(FOTO CORRESPONDIENTE A LA FICHA 1.3)

FICHA: 2. 1

TIPO: Solera para evitar la erosión en salidas de drenaje.

GRUPOS FAUNISTICOS: Vertebrados pequeños y medianos.

MATERIALES: Cemento.

EFECTIVIDAD: Alta en aquellos drenajes que reúnan buenas condiciones para el paso de fauna, pero en los que este no se da por haber un escalón de erosión a su salida.

COSTE: Muy bajo.

COMENTARIOS: Los drenajes son puntos preferentes de paso para los vertebrados terrestres, utilizándose en mayor o menor medida en función de sus dimensiones, la vía considerada, los grupos animales implicados y el grado de conservación de las áreas que circundan la entrada y salida. Una de las causas que pueden imposibilitar el acceso a los túneles que cruzan la vía es que el agua al salir de ellos cree un pequeño barranco. Esto se puede atenuar (i) colocando las salidas de drenaje coincidiendo con el flujo de escorrentía natural, (ii) eligiendo puntos de salida con escasa pendiente y (iii) revegetando en cualquier caso con especies freatofíticas (olmo, chopo, álamo, sauce, fresno, etc.). Cuando sea necesario, la instalación sobre una pequeña superficie a la salida del paso de una cubierta de cemento aleja el área de erosión de la embocadura y hace perder intensidad al proceso erosivo, permitiendo el acceso de la fauna al túnel por los laterales de la cubierta.

REFERENCIAS: Carsignol (1985), CODA (1992), Corrales, J.M. y Hernández S. (1992).

(FOTO CORRESPONDIENTE A LA FICHA 2.1)

FICHA: 2. 2

TIPO: Modificación de areneros y sifones.

GRUPOS FAUNISTICOS: Todos los vertebrados hasta el tamaño de un conejo.

MATERIALES: Cemento.

EFECTIVIDAD: Alta, evita la muerte a los vertebrados que penetran en los drenajes y les permiten completar el paso o escapar.

COSTE: Bajo.

COMENTARIOS: El esquema que acompaña a esta ficha representa dos estructuras que aparecen con mucha frecuencia en los sistemas de drenaje y que tienen un efecto desastroso sobre la fauna que intenta atravesarlos: se trata de las arquetas o areneros y los sifones que habitualmente se utilizan para decantar los materiales que el agua arrastra y salvar el desnivel entre distintos túneles. Los animales que circulan por el drenaje caen con frecuencia en estas estructuras, de forma accidental o atraídos por la presencia de agua y/o materia orgánica. La solución propuesta es la instalación de rampas de escape que permitan trepar a los animales. Esto reduce la capacidad de la arqueta que, para seguir cumpliendo su función, debería ser ampliada. La totalidad de un sistema de drenaje (canales laterales, arquetas, drenajes de mediana, sifones, entradas y salidas) debe ser considerado como un paso bidireccional de fauna, y por lo tanto, desprovisto de estructuras de caída vertical que impidan el retorno. El ángulo máximo por el que puede trepar un animal pequeño varía entre los 30° y 60° dependiendo mucho de la especie y de la rugosidad del material, por ello el escape se facilita si la superficie de estas rampas es rugosa.

REFERENCIAS: Diseño propio (J.M. Velasco).

(FOTO CORRESPONDIENTE A LA FICHA 2.2)

FICHA: 2. 3

TIPO: Rampas de escape de drenajes laterales.

GRUPOS FAUNISTICOS: Todos los vertebrados hasta el tamaño de un erizo.

MATERIALES: Cemento.

EFECTIVIDAD: Alta.

COSTE: Muy bajo.

COMENTARIOS: Todo el sistema de canales que drenan los lados de la carretera puede funcionar como una trampa para los vertebrados pequeños que tratan de atravesarlos, para ello basta con que las paredes de dichos drenajes tengan una superficie vertical o de inclinación muy acusada y acaben en una arqueta también vertical. El sistema corrector propuesto consiste en la adecuación de pequeñas rampas de escape de cemento rugoso colocadas a intervalos de unos 50 metros en toda la extensión de los drenajes laterales. Si el tráfico es muy reducido pueden instalarse rampas hacia la propia calzada, pero preferiblemente deben estar orientadas al área adyacente. Cuando estos sistemas laterales desembocan en un túnel de características adecuadas para el paso de la fauna, el sistema funciona permitiendo la movilidad entre ambos lados de la vía, y entonces nunca deben instalarse las rampas que permiten el acceso a la calzada.

REFERENCIAS: Diseño propio (J.M. Velasco).

(FOTO CORRESPONDIENTE A LA FICHA 2.3)

FICHA: 2. 4

TIPO: Adecuación de medianas para la fauna.

GRUPOS FAUNISTICOS: Todos los grupos.

MATERIALES: Sistemas de cerramiento, plantaciones y pasos.

EFECTIVIDAD: Alta para la consecución de un hábitat complementario y mejora de la permeabilidad de la vía.

COSTE: Medio.

COMENTARIOS: Si la extensión del área entre calzadas es lo suficientemente grande para albergar vertebrados silvestres de forma permanente o estacional, es muy conveniente mejorar la permeabilidad entre ambos lados de las infraestructuras en estos tramos. Para ello es necesario acondicionar los drenajes para el paso de fauna, incluso sobredimensionándolos, o instalar pasos de fauna propiamente dichos. Otras medidas correctoras complementarias son la reducción en lo posible del impacto visual y sonoro de la calzada mediante el uso de pantallas y el cierre de todo el perímetro de la mediana.

Estas áreas pueden llegar a funcionar como zonas de paso, de refugio, alimentación e incluso cría, dependiendo de su extensión, las especies implicadas y las condiciones de las áreas adyacentes. Quizás el efecto más valorado por la fauna es la creación de un refugio paradójicamente protegido de la actividad humana. No es recomendable enfocar las medidas hacia los ungulados, aunque puedan hacer uso esporádico de este área; en cambio son de gran utilidad para los medianos y pequeños vertebrados.

REFERENCIAS: Diseño propio (J.M. Velasco).

(FOTO CORRESPONDIENTE A LA FICHA 2.4)

FICHA: 3. 1

TIPO: Charca de reproducción para anfibios: esquema.

GRUPOS FAUNISTICOS: Anfibios.

MATERIALES: Para la cubeta ninguno si el sustrato es poco permeable, si lo es arcilla prensada o materiales plásticos.

EFFECTIVIDAD: Alta para anfibios en general como lugar de reproducción. Su uso aumenta con el tiempo a medida que las plantaciones incrementan su cobertura y se instalan los macrófitos acuáticos. Este aumento de efectividad también es debido a la filopatría que sienten los anfibios por su charca natal.

COSTE: Bajo a medio según dimensiones obra.

COMENTARIOS: El eje mayor de charca debe estar preferentemente orientado en dirección E-0, y su contorno y fondos ser irregulares, con una profundidad máxima entre 1 y 1.5 m. El área mínima recomendada es de 100 m² y al menos una de las orillas debe tener poca pendiente. Preferiblemente debe estar surtida por aguas subterráneas (en caso contrario es necesario un seguimiento frecuente) y emprenderse plantaciones de helófitos lo antes posible, reservando una banda cercana a la carretera para la instalación de especies leñosas que sirvan de pantalla. Sin posible uso agrícola, ganadero, cinegético o recreativo, siendo altamente indeseable la introducción de peces. Es preferible el uso de arcilla como capa superior de impermeabilizante. Debe vigilarse una excesiva colonización por los helófitos, realizando siegas periódicas de los mismos si fuera necesario.

Se trata de una solución muy adecuada cuando el trazado de la infraestructura destruyera áreas encharcables en las inmediaciones, o cuando se haya intersectado un

flujo importante de anfibios hacia áreas de reproducción. Dependiendo de la cercanía a la carretera, normalmente es necesario instalar sistemas de túneles para la fauna. Una medida complementaria de buenos resultados, es inocular la nueva, charca con lodos de la antigua, lo que favorece la rápida instalación de helófitos y además la captura y traslado del mayor contingente posible de las larvas de anfibios presentes.

REFERENCIAS: Podloucky, R. (1989), SETRA (1987 y 1989).

(FOTO CORRESPONDIENTE A LA FICHA 3.1)

FICHA: 3. 2

TIPO: Charca de reproducción para anfibios: diseño general.

GRUPOS FAUNISTICOS: Anfibios.

MATERIALES: Los de los sistemas de vallado, túneles y la charca de reproducción (ver fichas correspondientes).

EFFECTIVIDAD: Este tipo de diseño general se ha revelado como el más efectivo de cara a garantizar la estabilidad de las poblaciones de anfibios en un área concreta. Se aumenta la efectividad con un correcto

mantenimiento de la estructura encaminado a corregir deficiencias en el sistema de vallas y/o canales directores, aceptación de los túneles y condiciones de la charca de reproducción.

COSTE: Alto. Dependiente de la longitud total de vía a vallar y las condiciones del terreno.

COMENTARIOS: El mayor factor limitante para el desarrollo de la comunidad de anfibios, al menos en el ámbito mediterráneo, suele ser el hábitat reproductor, separado en ocasiones por amplias distancias del resto de territorio utilizado. Por este motivo cuando dicho hábitat se destruye o el acceso a él se ve dificultado, las poblaciones de anfibios disminuyen rápidamente. El diseño general propuesto incluye un sistema de túneles unidireccionales y canales o vallas directoras que permiten el acceso al lugar de reproducción cuando la ruta normal de desplazamiento se ve interrumpida por una vía de transporte.

Las distancias óptimas entre entradas de túneles son de 50 m y la distancia total del sistema colector oscila entre 300 y 1000 m.

En el esquema adjunto se muestra la sección de una charca de reproducción ideal, con perfil sumamente irregular que permite el asentamiento de diversos macrófitos acuáticos y helófitos que servirán de refugio y alimentación para larvas y adultos de anfibios. El nivel de estas charcas puede oscilar bastante a lo largo del año pero los lugares con profundidad máxima no deben tener menos de 1 m de profundidad. En caso de lagunas artificiales, el programa de seguimiento debe contemplar el control de una hipotética proliferación de helófitos.

REFERENCIAS: Carsignol, J. (1985), Langton, T. E. S (1989), Meinig, H. (1989), Podloucky, R. (1989), SETRA (1987 y 1989), Sinsch, U. (1989), Verkehrsministerium (1987).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 3.2)

FICHA: 3.3

TIPO: Majano de piedra. Refugio.

GRUPOS FAUNISTICOS: Vertebrados pequeños y medianos.

MATERIALES: Piedra, tierra vegetal y plantaciones.

EFECTIVIDAD: Alta, mejora sustancialmente con el tiempo a medida que el majano se va cubriendo de vegetación.

COSTE: Bajo.

COMENTARIOS: Uno de los factores que influyen más decisivamente a la hora de convertir una vía de transporte en barrera para la fauna de pequeño tamaño es la ausencia de refugios en las bandas de terreno aledañas a la propia calzada. El refugio propuesto es sencillamente un acúmulo de piedra, con dimensiones variables entre 3 y 6 metros de diámetro y 1 a 2 de altura. Antes de colocar la piedra puede ser conveniente abrir una cavidad de unos 30 o 40 cm de profundidad y un diámetro superior en un metro al que vaya a tener el majano, para rellenarlo posteriormente con tierra vegetal. Esta tierra va a ser el sustrato de las plantaciones de leñosas trepadoras o de porte subarbóreo, preferiblemente espinosas (zarzamora, zarzaparrillas, rosales silvestres, majuelo, coscoja, etc). La instalación de majanos es conveniente que se haga en combinación con vallas directoras y, en cualquier caso, su localización debe ser cercana a la embocadura de drenajes o pasos que reúnan las condiciones necesarias para una fluidez faunística entre ambos lados de la calzada. La utilización por parte de micromamíferos y reptiles suele ser bastante rápida, los anfibios tienden a utilizar estos refugios durante la época estival y el periodo de hibernada.

REFERENCIAS: Diseño propio (J.M. Velasco).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 3.3)

FICHA: 4.1

TIPO: Vallas de madera para vertebrados pequeños y medianos.

GRUPOS FAUNISTICOS: Anfibios, reptiles y mamíferos hasta el tamaño de un conejo.

MATERIALES: Tablones y piquetas madera.

EFFECTIVIDAD: Alta.

COSTE: Bajo, según dimensiones obra.

COMENTARIOS: Este sistema de vallas directoras de madera está diseñado originariamente para anfibios pero sirve para canalizar hacia el sistema de túneles a la casi totalidad de reptiles y mamíferos de mediano y pequeño tamaño. La madera es relativamente percedera en comparación con otros materiales, pero presenta ventajas en su papel como pantalla acústica y luminosa. Su relativa naturalidad, además, facilita una mayor integración paisajística. La madera ha de ser tratada con algún tipo de recubrimiento o barniz para alargar la vida útil de la estructura. El sistema de vallado completo debe revisarse periódicamente, al menos dos veces al año y, como en cualquier otra estructura de este tipo, inicialmente debe comprobarse que no existen efectos secundarios desfavorables para los animales (p.e. un incremento notable en la mortalidad por predación). El listón inclinado en la parte superior de la valla evita que puedan trepar buena parte de los animales a los que va dirigido, pero para permitir el acceso desde la parte opuesta de la valla es necesario adosar rampas de tierra de la misma altura cada 50 m que permitan el escape de los animales que se vean atrapados accidentalmente entre el sistema de vallado y la vía.

REFERENCIAS: Grossenbacher, K. (1981).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 4.1)

FICHA: 4.2

TIPO: Vallas metálicas para vertebrados medianos y grandes.

GRUPOS FAUNISTICOS: Mamíferos de tamaño superior a un erizo.

MATERIALES: Tela metálica, postes y refuerzos.

EFFECTIVIDAD: Alta, muy eficaz para impedir el paso de la mayoría de los vertebrados de tamaño medio y grande. No obstante la inexistencia de pasos adecuados hace que los animales tiendan a eludirlas (saltando, excavando o buscando un hueco) para pasar al otro lado de la vía.

COSTE: Medio, dependiente de la longitud total de vía a cerrar y el tipo de material empleado.

COMENTARIOS: Los cerramientos contribuyen a potenciar el efecto barrera de la infraestructura tanto o más que la propia vía, pero frecuentemente son indispensables para prevenir accidentes producidos por grandes animales. En

cualquier caso, a la hora de elegir un cerramiento debe seleccionarse al mismo tiempo los sistemas que permitirán a la fauna franquearlo sin peligro. La elección de la malla metálica es un factor decisivo a la hora de hacer impermeable a la fauna un determinado tramo de vía. El cerramiento progresivo descendente, con una separación final de alambres de 2 cm impide el paso a la práctica totalidad de vertebrados mayores que un ratón. La malla debe ser enterrada unos 30 cm y reforzada en su parte inferior con una barra metálica o cable si en la zona hay presencia de jabalíes. La distancia recomendada entre postes es de tres metros y de dos si hay jabalíes. La altura mínima puede cifrarse entre 1.2 y 1.4 m en ausencia de cérvidos, 1.6 a 1.8 m si solo hay corzo y de 2.6 a 2.8 m si en la zona se presentan gamo y/o ciervo. Estas alturas mínimas deben medirse a 50 cm de la propia valla desde el lado con máxima pendiente, en previsión de saltos desde puntos favorables. Es muy desaconsejable el empleo de alambre de espino.

REFERENCIAS: Rusch, D.R. (1985) SETRA (1985, 1987 y 1990), Van Lierop (1988), Van Haaften (1985), Waechter, A. y Schirmer, R. (1987).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 2.2)

FICHA: 4.3

TIPO: Rampa para escape del sistema de vallado.

GRUPOS FAUNISTICOS: Vertebrados de mediano y gran tamaño.

MATERIALES: Malla metálica, tierra, piedra y troncos.

EFFECTIVIDAD: Alta. La posible reticencia del animal a saltar desde lo alto de la rampa al otro lado puede evitarse instalando un falso escalón a media altura de la caída vertical. Dicho escalón puede consistir en una repisa que permita bajar en dos tiempos pero a la que un animal no pueda subir fácilmente desde el otro lado.

COSTE: Bajo.

COMENTARIOS: Buena parte de los animales que penetran en la franja entre cerramientos no son atropellados inmediatamente sino que suelen deambular pegados a la valla buscando una salida durante cierto tiempo. La rampa propuesta permite el escape de estos animales. Para tener una buena aceptación su altura total debe ser unos 50 cm menor que la de la valla y estar recubierto en su parte superior de tierra o cemento rugoso. La distancia recomendada entre rampas para cada lado de la vía es de 500 m (procurando colocarlas alternadas a cada lado cada 250 m). En áreas de especial conflictividad debe disminuirse la distancia entre rampas. En caso de existir un paso elevado o subterráneo para fauna grande es necesario instalar cuatro de estas rampas, dos a cada lado, en el cerramiento cercano a la entrada y salida. También deben instalarse estructuras de este tipo en los tramos cuya cuneta sea reducida por pasos elevados, puentes, etc. y obligue a los animales a acercarse a la zona de tráfico. Esta medida es adecuada en tramos de vías cercadas en los que se halla constatado una mortalidad elevada de animales medianos y grandes, siempre que no se disponga del presupuesto necesario para la instalación de pasos de fauna evitando la vía o en combinación con estos.

REFERENCIAS: Reed, D.F. y Ward, A.L. (1989), Van Lierop (1988).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 4.3)

FICHA: 4.4

TIPO: Puerta basculante para escape de mamíferos grandes.

GRUPOS FAUNISTICOS: Principalmente carnívoros grandes y ungulados.

MATERIALES: Puerta con malla, refuerzos y cerco metálicos.

EFFECTIVIDAD: Alta, aunque solo permite el escape a vertebrados de cierto tamaño. Su efectividad mejora al darse forma de embudo al cerramiento ocupando la puerta la parte más alejada de la vía.

COSTE: Bajo.

COMENTARIOS: La utilidad de esta puerta basculante es, al igual que la rampa propuesta en la ficha 4.3, permitir la huida de animales que hayan penetrado entre ambos cerramientos y evitar su atropello. De cara a rebajar su coste y mejorar la efectividad, es preferible realizar su instalación al mismo tiempo que se instala el cerramiento. La distancia entre puertas y su distribución sigue los mismos criterios que para las rampas de escape. El tope que frena la puerta en su caída debe ser preferiblemente de madera para producir el menor ruido posible. El marco y los barrotes de la puerta deben ser pintados con colores crípticos. Las dimensiones del modelo original son de 90 x 150 cm para la puerta basculante, con un cerco metálico de la misma anchura y altura igual a la del cerramiento. La profundidad de la caja de malla donde penetra el animal antes de tocar la puerta es, aproximadamente, de 150 cm. El seguimiento de estas puertas es necesario cada cierto tiempo para comprobar que se deslizan hacia arriba con suavidad, sin requerir una excesiva presión del animal y que vuelven a bajar luego hasta el tope sin dejar resquicios.

REFERENCIAS: SETRA (1989).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 4.4)

FICHA: 4.5

TIPO: Puerta de varillas flexibles para escape de ungulados.

GRUPOS FAUNISTICOS: Ungulados.

MATERIALES: Marco metálico de puerta de 95 x 125 cm, varillas flexibles de distinta longitud dirigidas hacia el exterior.

EFFECTIVIDAD: Alta para las especies objeto de estudio en Estados Unidos. Es previsible su utilización por parte de los ungulados ibéricos.

COSTE: Bajo.

COMENTARIOS: Su utilidad y forma de instalación responden al mismo criterio que el de las medidas expuestas en las fichas 4.3 y 4.4. Al igual que en la puerta basculante se mejora su aceptación si se instala en el vértice de un embudo dirigido hacia la parte externa y se eliminan los arbustos frente a la entrada para facilitar su localización. La separación entre varillas puede permitir la entrada desde la zona adyacente a mamíferos medianos por lo que es necesario valorar este riesgo a la hora de elegir esta medida.

REFERENCIAS: Reed, D.F. et al. (1974), Reed, D.F. et al. (1975), Reed, D.F. y Ward, A.L.(1989), SETRA (1985), Ward, A.L. et al. (1980).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 4.5)

FICHA: 4.6

TIPO: Portillo de escape para mamíferos medianos.

GRUPOS FAUNISTICOS: Vertebrados mayores que un conejo, principalmente carnívoros.

MATERIALES: Portillo basculante de madera o metal liviano con marco metálico. Pantalla de material opaco.

EFECTIVIDAD: Alta, probada con tejón y zorro que la utilizan regularmente.

COSTE: Bajo.

COMENTARIOS: Especialmente diseñada para permitir el escape de los tejones del interior de la zona cercada, se ha revelado también útil para zorros, gatos y perros. El funcionamiento es similar al de las otras medidas descritas con este fin: el animal recorre el cerramiento hasta encontrar una irregularidad en él que le permita escapar. La huida se facilita por la pantalla situada enfrente y que le hace dirigirse perpendicularmente a la entrada. Es deseable su instalación a priori en áreas con elevada densidad de mamíferos carnívoros y, posteriormente, en aquellos tramos donde se detecte una mortalidad apreciable de este grupo. Es necesario un seguimiento encaminado a comprobar el correcto funcionamiento del portillo, que debe girar hacia fuera con suavidad y volver a cerrarse sin dejar huecos por los que pueda penetrar fauna desde el exterior. Sus dimensiones más adecuadas son de 0.8 x 0.4 m para el portillo y 1 x 2 m para la pantalla directora.

REFERENCIAS: Van Lierop (1988).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 4.6)

FICHA: 4.7

TIPO: Colectores para vertebrados pequeños en hormigón.

GRUPOS FAUNISTICOS: Especialmente adecuados para anfibios, aunque válidos para otros vertebrados de pequeño tamaño.

MATERIALES: Piezas prefabricadas de hormigón generalmente de un metro de longitud.

EFECTIVIDAD: Buena. Su correcta instalación en el terreno y su revisión para detectar puntos de escape la incrementan.

COSTE: Bajo a medio, dependiente de la longitud de vía a cubrir.

COMENTARIOS: Los sistemas directores son elementos que se incluyen en los pasos subterráneos para anfibios con el fin de canalizar masivamente a los animales durante su migración y retorno. La elección de un sistema director u otro se realiza en base a las características del terreno y las especies implicadas. Para terrenos en pendiente es conveniente la instalación de los elementos en "T" invertida y "L larga" mientras que para terrenos relativamente llanos se aconseja la "L corta". El canal colector en "U" es muy eficaz para la canalización de los anfibios pero ha de ser dotado, cada 10 m aproximadamente, de zonas abiertas de escape para permitir la salida del mismo de aquellos animales que no deseen moverse en la dirección de los túneles. La rugosidad del hormigón permite trepar a los lacerados y algunos micromamíferos. El tiempo que permanecen los animales recorriendo un sistema como este debe ser reducido en lo posible, ello puede lograrse con un diseño en zig-zag, disponiendo las entradas de los túneles en los vértices más cercanos a la vía.

REFERENCIAS: Carsignol, J. (1985), SETRA (1987 y 1989).

FICHA: 4.8

TIPO: Muros colectores para vertebrados pequeños y medianos.

GRUPOS FAUNISTICOS: Todos hasta el tamaño de un zorro.

MATERIALES: Piedra o ladrillos y cemento.

EFECTIVIDAD: Alta, además de la canalización de los animales, cumple un efecto de pantalla acústica y visual.

COSTE: Medio a alto, dependiendo del tipo y longitud de calzada a cubrir.

COMENTARIOS: Las vallas pueden realizarse por opilación de piedras o de obra. Las primeras presentan la ventaja de su mayor integración paisajística y permiten, asimismo, su utilización como hábitat por pequeños lacértidos y micromamíferos. Ambas, pero especialmente la segunda, generan una buena impermeabilidad para casi todos los grupos y un apreciable efecto de pantalla acústica y visual, canalizando la fauna hacia las áreas de paso. Sus inconvenientes principales son su coste, que puede resultar elevado, y su peligrosidad en los accidentes de tráfico. El primer diseño, con una altura de 50 cm, tiene un reborde en su parte superior que impide coronarlo trepando a la mayoría de los vertebrados pequeños. El segundo diseño, con una altura de 1 m, puede ser adaptado a taludes con fuerte pendiente, rebajando esta y dejando un pasillo llano por el que circule la fauna hasta llegar a las embocaduras de los túneles.

Es recomendable, antes de instalar la piedra, abrir una zanja poco profunda y rellenarla con tierra vegetal que favorecerá el desarrollo de las plantas que cubrirán el muro. La revegetación posterior debe llevarse a cabo con especies autóctonas (ver ficha 3.3).

Asimismo es deseable la instalación de portillos de paso unidireccional, para facilitar la huida' de animales desde la calzada (ver fichas 4.3-4.6).

REFERENCIAS: SETRA (1989).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 4.8)

FICHA: 4.9

TIPO: Valla plástica ACO para anfibios.

GRUPOS FAUNISTICOS: Anfibios y otros pequeños vertebrados.

MATERIALES: Prefabricados. Cada metro de cercado consta de: 1 segmento de valla, 2 postes, 1 piqueta y 1 clavo pequeño.

EFECTIVIDAD: Alta para anfibios adultos, insuficientemente conocida en recién metamorfoseados y otros vertebrados.

COSTE: Medio.

COMENTARIOS: El material empleado para la valla es plástico reciclado de color negro. Se trata de una estructura no permanente (5 a 10 años de vida operativa) que requiere, como la mayoría de sistemas de vallado, una correcta instalación y un seguimiento para detectar vías de escape. En el diseño corrector completo la valla da paso a una estructura de entrada que ajusta perfectamente con la embocadura de un túnel también de elementos prefabricados. Sus ventajas son la facilidad de emplazamiento y el relativamente bajo coste del material. La disposición del vallado es en zig-zag, con las entradas de los túneles en los vértices más cercanos a la vía. El perfil curvado de la valla es muy útil para direccionar a los anfibios adultos hacia los pasos y facilitar su huida (y el de los juveniles) del área de calzada. El refugio proporcionado por estas estructuras es apreciado por el resto de la fauna, y es previsible su uso por vertebrados hasta el tamaño de un erizo. La parte inferior de la valla, al estar protegida y ser una zona de paso, puede ser aprovechada por predadores no deseados, por lo que es necesario valorar en cada caso este tipo de incidencia.

REFERENCIAS: Brehm (1989).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 4.9)

FICHA: 4.10

TIPO: Reja con escape para carreteras secundarias.

GRUPOS FAUNISTICOS: Mamíferos medianos y grandes.

MATERIALES: Reja metálica con barras de 2-3 cm de diámetro, foso de 1 m y túnel de escape de 30 cm de ancho.

EFFECTIVIDAD: Alta, también dependiente de la correcta instalación del cerramiento.

COSTE: Bajo.

COMENTARIOS: Uno de los puntos principales de acceso de fauna a la calzada son las vías secundarias, generalmente sin cerramiento. La reja propuesta impide el paso a los animales en estos puntos. Presenta el inconveniente de que los pequeños animales pueden caer al foso inferior y perecer en él. Esto puede solucionarse dando forma de rampa a una pared del foso, o conectando galerías de escape de unos 30 cm de diámetro y con suficiente pendiente como para que puedan escapar por ellas animales de escasa movilidad.

La separación entre rejas es de 5 a 7 cm, unidas entre sí por otras de igual o mayor grosor en previsión de tráfico pesado. El cerramiento debe hallarse muy ajustado a la reja para impedir que los animales la bordeen.

REFERENCIAS: SETRA (1985), Van Lierop (1988).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 4.10)

FICHA: 5.1

TIPO: Falso túnel.

GRUPOS FAUNISTICOS: Todos.

MATERIALES: Hormigón recubierto de suelo artificial, plantaciones, sistemas de vallas directoras y pantallas.

EFFECTIVIDAD: Muy alta.

COSTE: Muy alto.

COMENTARIOS: Los falsos túneles revegetados en su parte superior suponen una de las mejores soluciones del efecto barrera en grandes animales. Las plantaciones a realizar cumplen una función de pantalla, atracción y refugio. Estas estructuras siempre deben quedar al mismo nivel que el relieve circundante, siendo la capa mínima de tierra vegetal recomendada de 1 m. En el plan de seguimiento y control se deben incluir, según las zonas, riegos, abonados, siembras y reposición de marras en los primeros tres años. El apantallamiento de los bordes, para ocultar la vía a los animales y evitar iluminación y ruidos se consigue con obras de hasta 2 m en cemento o madera, acompañadas de especies vegetales del entorno. El efecto de pantalla respecto a la vía se potencia dando un perfil cóncavo a los movimientos de tierra en las zonas cercanas a los bordes. En general, el aporte de sal en bloques, comederos y bebederos favorecen su rápida aceptación por los ungulados.

Como medidas preventivas debe restringirse el paso de personas, animales domésticos y vehículos (aunque puede habilitarse un pequeño camino forestal, no es recomendable) y, sobre todo, ejercerse un severo control sobre las actividades cinegéticas en las zonas adyacentes.

REFERENCIAS: Carsignol (1988 y 1991), C.E.T.E de 1' Est (1991), Schulz (1985), SETRA (1985), Van Lierop (1988).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 5.1)

FICHA:5.2

TIPO: Paso elevado para ungulados.

GRUPOS FAUNISTICOS: Todos.

MATERIALES: Hormigón, tierra vegetal, plantaciones y sistemas, de cerramiento.

EFFECTIVIDAD: Alta, dependiente de su correcta ubicación en las rutas habituales de paso de ungulados.

COSTE: Muy alto.

COMENTARIOS: Este tipo de paso superior es el que con más frecuencia se adopta en Europa, cuando no es factible la creación de falsos túneles o trazados viarios subterráneos. Su forma general es de "diábolo", situado al mismo nivel que el terreno natural circundante y con prolongaciones en forma de embudos vallados con vegetación hacia las áreas adyacentes. Una parte del diseño que resulta crucial son las revegetaciones, que han de tender en conjunto a disminuir el campo visual del animal a medida que se aproxima al centro. Las recomendaciones respecto a sustratos, plantaciones, cerramientos y usos son las mismas que en el caso de los falsos túneles. La zona central debe quedar despejada de vegetación en el área destinada al paso de animales.

La relación mínima anchura/longitud es 1/10, siendo 8 m la anchura mínima de la zona destinada a paso de animales, sin contar la distancia que ocupan pantalla y cerramiento. Las entradas deben tener la mayor anchura posible pero nunca por debajo de 30 m.

REFERENCIAS: Carsignol (1988 y 1991), C.E.T.E de 1' Est (1991), SETRA (1985), Van Lierop (1988).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 5.2)

FICHA: 5.3

TIPO: Sustrato para pasos elevados.

GRUPOS FAUNISTICOS: Todos.

MATERIALES: Básicamente una capa superior de tierra vegetal y otra inferior que actúe como drenaje, el resto según casos.

EFFECTIVIDAD: Alta.

COSTE: Alto, dependiente de la extensión del paso.

COMENTARIOS: En estas estructuras es necesario aportar todo el sustrato y realizar plantaciones de pantalla y atractivas para la fauna en toda la longitud del voladizo, así como en las áreas de embocadura. La importancia de la calidad del sustrato aportado radica en el interés de reducir al mínimo las tareas posteriores de seguimiento, control y reposición de marras.

El diseño del perfil de suelo apropiado para cada caso debe ser estudiado por un técnico competente. En cualquier caso hay una serie de efectos indeseables como el encharcamiento, congelación, erosión, compactación por pisoteo, agotamiento de elementos nutricios y pérdida de la cobertura. Buena parte de estos efectos se suprimen limitando todo lo posible el tránsito de ganados, vehículos y personas, dando un espesor adecuado a la capa vegetal y llevando a cabo riegos y abonados cuando se crea necesario.

En el modelo adjunto se expone un perfil complejo de suelo artificial pero se puede recurrir a sistemas más simples, eliminando capas de aislamiento y protección, si las condiciones de la obra y las especies empleadas en la plantación lo permiten.

REFERENCIAS: Schulz (1985), Rivas (1989).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 5.3)

FICHA: 6.1

TIPO: Dispositivos reflectantes. Instalación.

GRUPOS FAUNISTICOS: Mamíferos grandes, principalmente ungulados.

MATERIALES: Postes con dispositivos de prismas Swareflex.

EFFECTIVIDAD: Controvertida. Muy variable en función de los casos de estudio y de la correcta selección de los tramos de instalación. Los estudios más serios parecen mostrar una progresiva habituación de los animales. No son útiles para prevenir atropellos diurnos.

COSTE: Bajo.

COMENTARIOS: Los dispositivos reflectantes son una solución de compromiso para aquellos tramos en los que no se considere viable la instalación de pasos para fauna de gran tamaño (p. e. por tratarse de carreteras comarcales o locales de escaso tráfico), y sea contraproducente la instalación de cerramientos. Estos reflectantes constan de un pie o soporte en cuya parte superior hay un prisma que refleja la luz de los faros de los coches de forma perpendicular a la vía y formando unos conos de luz roja. Cada uno de estos prismas debe ser orientado de manera individual, en función de la topografía de las cunetas y áreas adyacente (ver dibujo), cubriendo un área efectiva que puede cifrarse en torno a los 25 m a cada lado, por lo tanto para que las áreas iluminadas se solapen adecuadamente, la distancia óptima entre reflectantes es de 50 m. si el terreno es irregular o tiene mucha cobertura, esta distancia

puede reducirse. El seguimiento de estructuras de este tipo debe ir encaminado a comprobar la perfecta reflexión de la luz, reponiéndose aquellos prismas rotos o no funcionales.

REFERENCIAS: Schafer (1983 y 1985), Van Lierop (1988), Zacks (1985).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 6.1)

FICHA: 6.2

TIPO: Dispositivos reflectantes. Diseño corrector general.

GRUPOS FAUNISTICOS: Mamíferos grandes, principalmente ungulados.

MATERIALES: Dispositivos reflejantes, bandas sonoras, señalizaciones y, en ciertos casos, cerramientos.

EFFECTIVIDAD: Controvertida, existen una serie de limitaciones ya expuestas en la ficha 6.1. La efectividad aumenta de adaptarse medidas complementarias para reducir la velocidad del tráfico.

COSTE: Bajo a medio, según la extensión de los tramos a cubrir.

COMENTARIOS: La adopción de esta medida supone un conocimiento previo bastante amplio de las zonas habituales de desplazamiento de grandes mamíferos. Estas rutas suelen conectar manchas de monte bien conservadas, entre sí o con zonas de pastos y cultivos en las que los animales se alimentan por la noche. Otras zonas preferentes de paso son aquellos puntos en los que la vía se sitúa a la misma altura que el terreno circundante, mientras que en el resto del tramo predominan desmontes y terraplenes.

Una medida interesante complementaria a la instalación de dispositivos reflectantes es la reducción obligatoria de velocidad a 40-60 km/h, lo que se consigue, aparte de las señalizaciones pertinentes, con la instalación de bandas sonoras. Las señales que advierten del paso de animales, por si solas, no suelen tener ningún resultado efectivo en la reducción de la velocidad del tráfico. como se indicaba en la ficha 6.1. es necesario un mantenimiento de los reflectantes.

REFERENCIAS: Schafer (1983 y 1985), Van Lierop (1988), Zacks (1985).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 6.2)

FICHA: 7.1

TIPO: Entrada túnel de 2 direcciones para vertebrados pequeños.

GRUPOS FAUNISTICOS: Anfibios, reptiles y micromamíferos.

MATERIALES: Cemento, ladrillo, valla directora y drenaje.

EFFECTIVIDAD: Alta, asociada a la eficacia del sistema director.

COSTE: Bajo.

COMENTARIOS: Este tipo de entrada permite la utilización de un mismo túnel en ambos sentidos, esto supone

una considerable disminución del coste de obra respecto a los sistemas de túneles unidireccionales, que deben ser duplicados. Pero el criterio para la selección de un tipo u otro de entrada se refiere sobre todo al tipo de fauna que previsiblemente la utilizará. En concreto esta entrada es apropiada para anfibios urodelos, reptiles y mamíferos hasta el tamaño de un conejo en sus movimientos diarios. Si se prevé su utilización por anfibios anuros durante las migraciones reproductoras y de regreso, es preferible la instalación de sistemas unidireccionales. En el área inmediatamente frente a la entrada debe instalarse un sistema de drenaje consistente en grava recubierto de arena gruesa, en previsión de un posible encharcamiento. Esta estructura debe desligarse por completo del sistema de drenaje de la vía. La anchura de la entrada es la misma que la del túnel o ligeramente mayor, y debe estar al mismo nivel que el terreno circundante. El diámetro mínimo recomendado es de 30 cm. Algunos problemas comunes a todos los túneles para fauna pequeña son la obstrucción por basuras, inundación en periodos de lluvias fuertes y calentamiento del túnel cuando transcurre a poca profundidad bajo el asfalto de la vía.

REFERENCIAS: Henry y Epain-Henry (1989), Jackson y Tynning (1989), Langton (1987), Ryser (1985).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 7.1)

FICHA: 7.2

TIPO: Entrada túnel de 1 dirección y canal colector de anfibios.

GRUPOS FAUNISTICOS: Anfibios (sobre todo anuros), reptiles y micromamíferos.

MATERIALES: Entrada cuadrada de 40 cm que conecta con canal colector en U de igual tamaño, rampa de cemento, drenaje.

EFFECTIVIDAD: Muy alta.

COSTE: Bajo.

COMENTARIOS: Los canales colectores en U y las entradas verticales canalizan en una sola dirección a la fauna que cae en ellos y reducen bastante el tiempo de permanencia de los animales en el paso. El tiempo de estancia también se reduce restando luminosidad a la entrada, lo que se puede conseguir con una pequeña plancha opaca colocada encima del orificio y sostenida por cuatro pequeños pivotes, de modo que no pueda ser usada como pasarela por encima del canal en U. La rampa debe tener una altura de unos 40 cm y una inclinación de 45° para amortiguar la caída, que no debe exceder en ningún caso de 1 m hasta el fondo del túnel. En la base de la rampa se coloca un drenaje consistente en grava recubierto de arena gruesa y perforando la sección correspondiente del túnel en los casos en que no se pueda dar una ligera pendiente (en torno al 2%) al mismo. Las dimensiones óptimas del túnel están entre los 40 y 60 cm, y debe ser preferiblemente de sección cuadrada.

El diseño expuesto debe repetirse en el lado opuesto de la calzada para permitir el retorno.

REFERENCIAS: Brehm (1989).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 7.2)

FICHA: 7.3

TIPO: Entrada y túnel ACO 2 direcciones con valla.

GRUPOS FAUNISTICOS: Anfibios, reptiles y micromamíferos.

MATERIALES: Entrada, vallas y túnel 20 cm de diámetro, barrera frontal de 10 cm de alto. Prefabricados.

EFFECTIVIDAD: Alta para anfibios anuros.

COSTE: Medio.

COMENTARIOS: Este tipo de entrada consiste en una pieza de plástico reciclado que ajusta a ambos lados con el sistema de vallado y con un túnel de polímeros en su parte posterior (ver ficha 4.10). Todas las estructuras se sirven en piezas prefabricadas. El túnel está perforado en su parte superior y en contacto con la superficie destinada al tránsito de vehículos, lo que supone una serie de inconvenientes: (i) alcanza la misma temperatura que la calzada, (ii) capta las aguas procedentes del lavado de esta., (iii) los animales están sometidos al ruido y la vibración causados por el tráfico, lo que aumenta el tiempo de paso a través del túnel y (iv) su escaso diámetro, 20 cm. mientras que las recomendaciones para este tipo de túneles es de un mínimo de 30. La valla lateral se describe en la ficha 4.10. La barrera frontal, en forma de cola de milano y dirigida hacia la entrada, canaliza más rápidamente a los anfibios que deambulan en las cercanías de la entrada, su altura es de unos 10-15 cm y está recubierto de tierra. Este sistema de entrada, vallado y túnel, por su rápida instalación, es útil en aquellos tramos de vías en funcionamiento en los que se registra una mortalidad periódica de anfibios y en los que no habiendo pasos específicos, ni drenajes apropiados para habilitarse como tales, se pueden instalar estas estructuras.

REFERENCIAS: Brehm (1989).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 7.3)

FICHA: 7.4

TIPO: Entrada túnel 1 dirección anfibios con registro.

GRUPOS FAUNISTICOS: Anfibios, reptiles y micromamíferos.

MATERIALES: Entrada circular 40 cm diámetro, túnel cuadrado 60 cm, foso de registro 80 cm diámetro.

EFFECTIVIDAD: Alta, asociada a la del sistema de vallas directoras.

COSTE: Medio.

COMENTARIOS: Este diseño de entrada ofrece una serie de ventajas respecto a los de caída vertical en lo referente a mantenimiento, drenaje y seguridad para la fauna que lo utiliza. La estructura de entrada es un tobogán de PVC negro, con una inclinación mínima de 45 %, adosado a la valla directora. Los pequeños vertebrados y en concreto los anfibios aceptan fácilmente este tipo de entrada. Una alternativa es situarla en el fondo de un canal director en U, ocupando todo el fondo del mismo. Algunos autores recomiendan colocar en la parte superior una pieza de PVC en forma de embudo. Una ventaja adicional radica en la posibilidad de salvar fuertes desniveles entre la entrada y la salida, ya que el tobogán de PVC no daña a los animales, mientras que en los otros tipos de entrada, la caída vertical no debe superar el metro de altura. El túnel al que va conectada la entrada es de sección cuadrada, con una anchura mínima de 60 cm.

El lugar de caída tiene un drenaje consistente en grava recubierto de arena gruesa, instalándose en este punto un registro que facilita las tareas posteriores de limpieza, control de animales y mantenimiento.

REFERENCIAS: Verkehrsministerium (1987).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 7.4)

FICHA: 7.5

TIPO: Túneles 1 dirección anfibios. Diseño unitario.

GRUPOS FAUNISTICOS: Anfibios y esporádicamente otros vertebrados pequeños.

MATERIALES: Sistemas directores de vallas y/o canales en U, escapes,, entradas y túneles de sección circular o cuadrada.

EFECTIVIDAD: Muy alta para anfibios anuros.

COSTE: Medio, dependiente del tipo de materiales empleados y de la longitud de los túneles.

COMENTARIOS: Los distintos elementos de este tipo de sistemas se describen con detalle en las fichas correspondientes, pero hay una serie de consideraciones importantes para el diseño general como son: (i) las entradas deben estar perfectamente adosadas a la valla u ocupando todo el fondo del canal director; (ii) la altura de caída en vertical nunca debe rebasar 1 m, algo más de emplear la entrada con tobogán de PVC (ficha 7.4); (iii) el punto de caída debe estar drenado adecuadamente para lo que hay que eliminar el suelo del túnel en ese área; (iv) las vías de escape de los canales colectores deben tener la pendiente y rugosidad necesarias para permitir su función; (v) a lo largo de los colectores en U y las entradas es conveniente colocar "sombreaderos" para evitar la desecación de los animales que permanezcan algún tiempo en el sistema; (vi) es recomendable recubrir de arena o tierra el fondo del túnel para evitar el recelo causado por un suelo artificial.

La relación óptima entre longitud y diámetro del túnel es:

Longitud Diámetro

5-8 m 30-40 cm

9-19 m 50-60 cm

20-32 m 70-80 cm

33-52 m 100 cm

REFERENCIAS: SETRA (1987), De Pedro (1992).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 7.5)

FICHA: 7.6

TIPO: Sistema de túneles y vallas para anfibios. Diseño general.

GRUPOS FAUNISTICOS: Anfibios y esporádicamente otros vertebrados pequeños

MATERIALES: Cerramientos, túneles y canales con rejilla en las carreteras secundarias.

EFECTIVIDAD: Muy alta.

COSTE: Alto, dependiente del trazo de vía a cubrir y el tipo de material empleado

COMENTARIOS: La ubicación del conjunto de sistemas de túneles unidireccionales dentro del tramo de vía debe seguir una serie de criterios: (i) eludir terraplenes y desmontes; (ii) desligar los pasos del sistema de drenaje, cuando sea económicamente factible; (iii) disponer el sistema director en forma de zig-zag; (iv) situar las embocaduras

siempre en los vértices interiores del zig-zag; (v) situar la entrada y salida de cada par de túneles a una distancia mínima de tres metros; (vi) instalar los sistemas entrada-salida a una distancia máxima entre 50 y 80 m., según autores.

Una técnica empleada frecuentemente para detectar anomalías de funcionamiento en las primeras temporadas reproductoras, es marcar individuos con etiquetas inocuas para su posterior registro al otro lado del sistema. De esta forma es posible conocer la aceptación del diseño por parte de los animales y corregir muy rápidamente las anomalías detectadas.

REFERENCIAS: Verkehrsministerium (1987).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 7.6)

FICHA: 7.7

TIPO: Drenajes con pasos para vertebrados pequeños y medianos.

GRUPOS FAUNISTICOS: Vertebrados pequeños y medianos.

MATERIALES: Túneles de distinta sección y sistemas de vallado.

EFFECTIVIDAD: Alta, asociada a la del sistema de vallado.

COSTE: Medio, dependiente del tipo de túnel empleado y la longitud del mismo.

COMENTARIOS: Es frecuente que los puntos preferentes de paso de vertebrados medianos y pequeños a través de la vía coincidan con los cursos de agua o las líneas de escorrentía naturales. En estos casos es conveniente instalar drenajes de función mixta; para ello es necesario sobredimensionar el drenaje dejando una parte central con menor altura destinada al flujo de agua y unos laterales más elevados para el paso de fauna.

En el gráfico adjunto se exponen tres modelos de este tipo de pasos. El túnel de sección cuadrada es más adecuado cuando se dé prioridad al paso de mamíferos, y el elíptico para anfibios y reptiles. El tercer diseño, con tres túneles circulares, es apropiado para puntos con un elevado flujo de aguas en los que no es posible dar una función mixta al túnel sin causar un serio peligro a la fauna.

Una medida adicional consiste en adecuar las salidas del drenaje de forma que no se erosionen y acaben formando una cárcava que dificulte el paso de los animales (ver ficha 2.1). En caso de no instalarse un sistema de vallas directoras específico para fauna, al menos debe procurarse que las entradas y salidas queden en la parte externa del cerramiento de la vía.

REFERENCIAS: López (1992), Verkehrsministerium (1987).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 7.7)

FICHA: 7.8

TIPO: Drenaje con pasos para vertebrados grandes.

GRUPOS FAUNISTICOS: Mamíferos carnívoros y ungulados.

MATERIALES: Cemento, plantaciones de pantalla, vallas directoras.

EFECTIVIDAD: Alta.

COSTE: Medio a alto, dependiendo de la longitud de la obra y su luz.

COMENTARIOS: Como sucede con los vertebrados de menor tamaño, cuando haya una coincidencia en los puntos de drenaje y paso de ungulados, es necesario sobredimensionar estos últimos en función de la fauna que previsiblemente utilizará la estructura. El drenaje con un solo paso de fauna es preferible cuando sea atravesado por un curso esporádico y de poco caudal, mientras que el segundo es mejor para cursos permanentes. Las proporciones mínimas recomendadas para este tipo de obras están en función de las especies presentes. Estas son:

Ciervo: $h_{\min} > 4 \text{ m}$ y además $h \times 1 / L > 1$

Corzo: $h_{\min} > 3 \text{ m}$ y además $h \times 1 / L > 0.5$

Jabalí: $h_{\min} > 2.5 \text{ m}$ y además $h \times 1 / L > 0.3$

(h = altura, 1 = anchura y L = longitud)

Algunas medidas complementarias desinterés son: cubrir de tierra vegetal la zona destinada al paso de fauna, elegir un cerramiento adecuado, apantallar las zonas de entrada y salida, respetar en lo posible el cauce natural minimizando los tramos canalizados o dragados y controlar las actividades cinegéticas en las cercanías del paso.

REFERENCIAS: SETRA (1987).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 7.8)

FICHA: 7.9

TIPO: Paso inferior para ungulados.

GRUPOS FAUNISTICOS: Mamíferos carnívoros y ungulados.

MATERIALES: Cemento, plantaciones de pantalla, atractivas y vallas directoras.

EFECTIVIDAD: Alta, dependiente de las plantaciones y la eficacia del sistema director.

COSTE: Muy alto.

COMENTARIOS: Las relaciones luz/longitud y las consideraciones referentes a medidas complementarias son las mismas que en la ficha 7.8. Los pasos desligados de la red de drenaje como el propuesto presentan la ventaja de que se pueden revegetar más fácilmente con especies atractivas y de acompañamiento, lo que aumenta su efectividad.

Algunos problemas de aceptación asociados a estas estructuras se deben (i) a las molestias por tránsito de personas, ganados y vehículos y (ii) a un mal diseño del paso, ya sea por medidas inadecuadas, plantaciones insuficientes o instalación en zonas no empleadas como rutas de desplazamiento. En relación a este último factor, indicar que es indeseable la presencia de cualquier tipo de aberturas en el techo así como discontinuidades en las paredes, suelo y techo del túnel.

REFERENCIAS: Carsignol (1988 y 1991), C.E.M.A.G.R.E.F. (1984), C.E.T.E. (1984 y 1991), SETRA (1987)

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 7.9)

FICHA: 7.10

TIPO: Puentes. Diseño general.

GRUPOS FAUNISTICOS: Todos.

MATERIALES: Cemento, cerramientos, pantallas de obra y vegetales.

EFECTIVIDAD: Muy alta.

COSTE: Alto.

COMENTARIOS: Los valles de los ríos y los propios cauces fluviales son rutas preferentes de paso para la mayoría de las especies, por lo que la superficie bajo los puentes es utilizada con frecuencia por la fauna. Esta utilización aumenta cuanto mayores sean la altura y longitud del puente, y menor el espacio ocupado por los pilares. Cuando la infraestructura atraviese un bosque de ribera debe procurarse en la fase de obras alterar lo menos posible la vegetación riparia y reducir las obras que afecten al propio cauce. En los casos en que por fuerza deba alterarse ' este son preferibles las obras de escollera a las de gavión o canalización de cemento. Dichas escolleras deberán ser de piedra grande con juntas de tierra, fácilmente colonizables por la vegetación y bien aceptadas por la fauna. Es aconsejable el empleo de pantallas visuales junto a la vía, de vegetación en las cunetas de entrada y salida del puente, y de madera o cemento con una altura entre 1 y 1.5 m. a lo largo de este.

REFERENCIAS: Schulz (1985), Van Lierop (1989).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 7.10)

FICHA: 7.11

TIPO: Canal con rejilla para anfibios.

GRUPOS FAUNISTICOS: Anfibios y resto de pequeños vertebrados.

MATERIALES: Piezas de hormigón con sección en U, con rejilla protectora.

EFECTIVIDAD: Alta.

COSTE: Muy bajo

COMENTARIOS: Esta estructura se instala perpendicularmente a la vía en carreteras secundarias que interrumpen un sistema director para anfibios. Su objetivo es interceptar a los animales que previamente han recorrido la valla e impedir que accedan a la vía principal. Las dimensiones recomendadas para el ancho de malla de la rejilla son 7-10 x 30-40 cm, y el grosor de las barras que la componen se elige en función del tráfico previsto para ella, siendo preferible una sección circular. La anchura total de la rejilla no debe ser menor de 50 cm y la profundidad máxima del canal en U de 1 m. El sistema director debe ajustarse perfectamente al lateral de la rejilla.

Si la mortalidad de anfibios se traslada a la vía secundaria es necesario instalar el mismo tipo de valla directora a ambos lados de la calzada y en una longitud de al menos 50 m. Tanto la rejilla como los laterales del canal en U se obstruyen con facilidad por lo que es necesaria una revisión periódica de los mismos.

REFERENCIAS: Langton (1986), López (1992), Podloucky (1989).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 7.11)

FICHA: 7.12

TIPO: Canal lateral para vertebrados pequeños y medianos.

GRUPOS FAUNISTICOS: Anfibios, reptiles y mamíferos hasta el tamaño de un erizo.

MATERIALES: Piezas de hormigón con sección en U, L, 6 T invertida de 40 cm, entrada bidireccional y túnel.

EFFECTIVIDAD: Alta, sobre todo para los grupos con escasa movilidad.

COSTE: Medio, dependiente de la longitud de los tramos a cubrir.

COMENTARIOS: Los elementos de este sistema director se instalan de forma paralela a la vía, socavando ligeramente los laterales de las cunetas. Los elementos en U son los que ofrecen una mayor protección a la fauna, se instalan con la parte abierta hacia la dirección de entrada de los animales y no hacia arriba como cuando funcionan como canales colectores. Las entradas de los túneles se instalan en una pequeña concavidad en el sistema director dando paso a un túnel con una sección mínima de 30 cm. La distancia mínima recomendable entre calzada y canales directores es de 5 m. En el tramo de instalación debe haber señalizaciones que adviertan al conductor de la presencia de un escalón lateral. Es muy deseable la revegetación en las áreas próximas para ofrecer una protección adicional. El mantenimiento debe ir encaminado a retirar cuerpos extraños y comprobar que no hay puntos de acceso a la calzada, como son las pequeñas rampas de tierra que pueden formarse en la parte superior.

REFERENCIAS: López (1992).

(FOTO CORRESPONDIENTE A FICHA 7.12)