

I JORNADAS
INTERNACIONALES
SOBRE
PAISAJISMO

SANTIAGO DE COMPOSTELA, 4-8 NOVIEMBRE 1991

INFLUENCIA DE LAS OBRAS LINEALES (CARRETERAS, VIAS FERREAS Y LINEAS ELECTRICAS) SOBRE EL PAISAJE

SANTIAGO HERNANDEZ FERNANDEZ

Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Ecólogo. Profesor de Doctorado en la E.T.S. de Ingenieros de Caminos de Madrid sobre «El Impacto Ecológico de los Proyectos»

1. Las obras lineales

Dentro del amplio conjunto de obras de ingeniería concebibles existen profundas diferencias, si nos atenemos a sus posibles efectos sobre el entorno. Suelen calificarse de obras lineales aquellas en las que su longitud supera de modo notorio a su ancho o su profundidad. Es el caso de las autopistas, carreteras, caminos, ferrocarriles, canales, canalizaciones, conducciones de agua o alcantarillado, tendidos eléctricos, oleoductos, gasoductos, etc. Nosotros nos vamos a referir aquí a las carreteras, ferrocarriles y líneas eléctricas.

El gran aumento que ha experimentado el intercambio de viajeros y mercancías entre las distintas ciudades, países y continentes, ha generado una gran diversidad y complejidad en los medios empleados para satisfacer estas demandas. De los primitivos caminos y «cañadas ganaderas» hemos pasado a las grandes autopistas y rápidas redes ferroviarias, pasando por los sistemas de transporte aéreos, marítimos, fluviales y funiculares o teleféricos. Es evidente que el transporte es un sector de suma importancia para la sociedad actual; pero es igualmente cierto que debe ser regulado de forma más exigente de lo que

en general se hace, para reducir las interferencias negativas que produce sobre el medio ambiente.

De forma prioritaria, nos referiremos a los efectos producidos en las zonas «interurbanas»; pues es en ellas donde las alteraciones del paisaje van más directamente unidas al deterioro del equilibrio biológico y afectan, por tanto, a la conservación de los ecosistemas atravesados.

2. El paisaje vive

En primer lugar, parece necesario recordar que «el paisaje», independientemente de su mayor o menor afección por las actividades humanas, está formado por un complejo mosaico de unidades físicas, que conforman unos determinados «microbiotipos»; sobre ellos se desarrollan unas complejísimas comunidades formadas por plantas gimnospermas, angiospermas, helechos, musgos, hepáticas, hongos, algas, líquenes y mixomicetos, entre las que sobreviven bacterias, protozoos, anélidos, insectos, colémbolos, cardadores, ciempiés, arañas, crustáceos y... los más conocidos vertebrados.

Sirva este repaso, somero y general, al único fin de centrar nuestra atención sobre la complejísima trama que forman las relaciones entre los verdaderos protagonistas de todas las consideraciones: los seres vivos (la «biocenosis») del ecosistema implicado.

Ellos son los que reciben directamente los efectos de las obras y, por lo tanto, los que sufren las consecuencias. Ellos son, y ellos crean, «el paisaje».

Como los efectos sobre la biocenosis no siempre son evidentes para el profano, y en la mayor parte de los casos el ingeniero puede ser considerado un perfecto profano en esta materia, es frecuente que nos olvidemos de estos protagonistas y no los tengamos en cuenta.

Razones no faltan para ello: tradicionalmente la biocenosis no ha sido considerada casi nunca, por los ingenieros, como elemento constituyente del proyecto; tampoco hemos recibido, en nuestra formación académica, enseñanzas técnicas sobre ecología; en cam-

bio, ¡sí! hemos sido educados en la creencia de que la solución «técnica» es irrefutable y tan sólo puede opinar sobre ella el ingeniero; y, además, pensamos que todo lo que no afecte a la estabilidad, o a la resistencia, no existe. En definitiva, hemos operado con una escala de valores que, sustentada por la tremenda falacia de que todo desarrollo supone un beneficio para el hombre, no dejaba lugar para nada que no sea hormigón, acero y asfalto.

Afortunadamente esta falsa coartada ha sido descubierta. El mundo científico especializado y las múltiples investigaciones internacionales realizadas en las últimas décadas, han puesto de manifiesto las terribles consecuencias que se derivan de la manipulación de los ecosistemas y los ciclos terrestres. Sus efectos son patentes y graves, no ya sólo a escala local sino también a escala planetaria, y están modificando apreciablemente el equilibrio general del Planeta Tierra.

Parece razonable, por tanto, compatibilizar el progreso y el desarrollo con la conservación de los ecosistemas terrestres y de los flujos y ciclos de los elementos de la biosfera y, en nuestro caso particular, proyectar y construir las diferentes obras de infraestructura con las necesarias cortapisas para que su incorporación a los ecosistemas afectados se realice con las mínimas interferencias.

3. Elementos del paisaje

A los efectos que nos proponemos, podemos destacar del paisaje los siguientes elementos:

- El clima.
- El cielo.
- La topografía.
- La roca madre (litosuelos).
- El suelo (con su edafofauna).
- El agua (superficial y subterránea).
- La fauna (microorganismos, invertebrados y vertebrados).
- La flora (herbácea, arbustiva y arbórea).

—Los usos del suelo (agrícola, ganadero, forestal...)

—Y, las construcciones humanas (casas, industrias, presas...)

Ciertamente existen numerosas interconexiones entre ellos y no es posible tratarlos separadamente, pero su individualización tiene justificación por la facilidad que representa para comprender mejor los efectos que, sobre cada uno de ellos, pueden producir las obras de ingeniería.

4. ¿Muere el paisaje?

Fernando González Bernáldez, referencia obligada en todo estudio de paisaje, dice en el prefacio de su libro «Ecología y Paisaje»: «el paisaje es fundamentalmente información que el hombre recibe de su entorno». Y en otra parte del mismo libro puede leerse: «El reconocimiento de las cualidades estéticas y emocionales de un paisaje está ligado al conocimiento que poseemos de él».

No vamos a entrar en consideraciones sobre el valor de un paisaje o sobre las posibilidades de comparación de varios; tan sólo intentamos hacer patente, con las frases que hemos tomado de mi admirado amigo Fernando, que un paisaje puede suministrar gran cantidad de información y desencadenar múltiples reacciones en el observador; pero, que tanto aquella como éstas, dependerán en gran medida de factores subjetivos y culturales.

Pero sí vamos a analizar las modificaciones que las obras lineales pueden producir sobre los elementos del paisaje que hemos relacionado en el punto anterior.

En este sentido debo advertir que tiendo a dogmatizar, afirmando que un paisaje se degrada cuando aceleramos los flujos de los elementos minerales que lo atraviesan o cuando reducimos el número de especies de su biocenosis. Pido perdón por esta licencia, nada científica, producto de mi intuición, mediada por mi preocupación «conservacionista» y alentada por mi larga experiencia «ecologista».

Si hacemos que un águila real o un lince abandonen un valle por construir una carretera,

estamos degradando el paisaje, pues modificamos la distribución de las especies, en este caso el equilibrio entre fitófagos y carnívoros, y esto afectará a la vegetación y al suelo (el proceso es, obviamente, mucho más complejo pero el esquema puede ser válido).

Hay que tener presente que el paisaje es también el canto de los pájaros, el vuelo del buitre, el sonido del viento entre las ramas de los árboles, el olor del pasto húmedo o el zumbido del tábano.

Una fotografía o un cuadro pueden ser la representación instantánea de un paisaje, interpretado subjetivamente y resaltando algunos de sus componentes. E incluso éstos producen también emociones diferentes en quien los contempla.

Pero el paisaje no sólo se mira, sino que se penetra, se siente, se oye, se huele, se palpa; tiene calor o frío, es seco y húmedo, con viento o en calma... y todo ello llega a nuestros sentidos y, alcanzando nuestro subconsciente, produce sentimientos variados.

Cuando un bosque pierde el canto de los pájaros, parte del paisaje muere un poco. Cuando un arroyo pierde la calidad de sus aguas, el paisaje muere un poco. Cuando un valle es cruzado por una carretera, el paisaje muere un poco. Cuando una sierra es cruzada por un tendido eléctrico, el paisaje muere un poco... Cuando el hombre deja su huella sobre la naturaleza, el paisaje, y ésta, mueren un poco.

Frente a esto, hay quienes defienden que un valle mejora con un puente colgante o con una carretera y que además se hace visitable. Es claro que no ven en el valle lo que hemos esquematizado anteriormente y que sólo piensan desde el plano humano y a corto plazo.

En todo caso la respuesta correcta a la pregunta: ¿queremos mantener algunos reducidos, aunque sean mínimos, de los ecosistemas naturales existentes en el planeta? Debe ser categóricamente ¡sí!

Y precisamente pensando en la propia especie humana, que dejaría de serlo sin el acom-



El vertido, ladera abajo, de las tierras procedentes de los desmontes, produce considerables problemas ecológicos.

pañamiento de los seres y los ambientes en los que surgimos.

5. Los efectos de las obras lineales

Veamos algunos aspectos de las operaciones que es necesario realizar para conseguir una autopista o una línea ferroviaria.

5.1. LOS MOVIMIENTOS DE TIERRAS

La construcción de las modernas carreteras, autopistas o vías férreas, impone al trazado unas condiciones de rigidez, tanto en planta como en perfil, que suponen ineludiblemente unos considerables movimientos de tierra. Esto quiere decir:

- Eliminación de la vegetación natural existente en toda la planta del trazado.
- Desmontes, afectando a capas, más o menos profundas.
- Terraplenes, ocultando suelos, antes superficiales, y modificando la topografía natural.
- Préstamos, para obtener los materiales precisos.

— Caballeros, para depositar las tierras sobrantes.

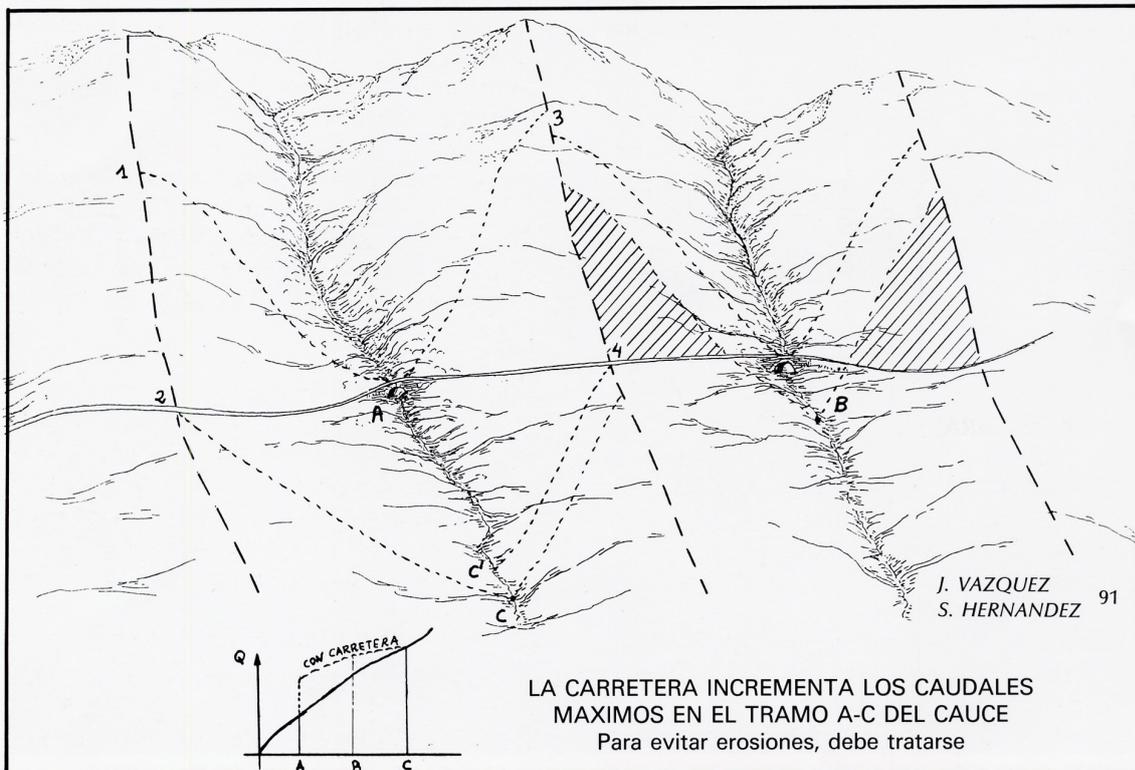
Las consecuencias inmediatas que se derivan de esto son:

- Surgen planos, franjas y líneas, en superficies antes redondeadas por la erosión natural.
- Desaparecen elementos variados del relieve o de las formaciones vegetales.
- Aparecen superficies expuestas a la erosión, por tener pendientes superiores a las naturales y no poseer, al menos al comienzo, una vegetación protectora.

5.2. EL DRENAJE DE LAS AGUAS

Junto a esto, como consecuencia obvia de la construcción de la propia plataforma de la carretera o ferrocarril, hay que señalar que el trazado afecta directamente a los flujos de aguas, superficiales y subterráneas, de las cuencas que atraviesa. Así:

- Produce un drenaje a media ladera de las aguas infiltradas en el terreno hasta la profundidad de los desmontes.



—Concentra, en los puntos previstos para el paso de aguas, aquellas que, procedentes de las precipitaciones, son recogidas a media ladera, por las cunetas situadas en los desmontes o en los pies de terraplenes. Así, afecta el equilibrio de un tramo del cauce.

—Modifica los coeficientes de escorrentía, que aumentan, al disminuir la capacidad de retención y filtración de agua, en las superficies de desmontes y terraplenes y en las plataformas y firmes.

Y como consecuencia de todo esto pueden producirse algunos, o dependiendo de las circunstancias todos, de los siguientes efectos:

—Modificaciones en el flujo y en el balance hídrico de las microcuencas afectadas que, por disminuir la cantidad de agua retenida, hace descender los niveles freáticos.

—Los pozos y las fuentes se secan más fácilmente, la vegetación tiene dificultades para sobrevivir en los períodos secos y las explotaciones agroganaderas y el entorno lo sufren.

—Incremento de los caudales punta en los pasos para agua, de los arroyos que desaguan las microcuencas afectadas, al reducirse el tiempo de concentración y aumentar los coeficientes de escorrentía.

—Cauces, antes en equilibrio, pueden iniciar un proceso erosivo al quedar sometidos frecuentemente a «riadas» extraordinarias.

—Aparición de cárcavas en desmontes y terraplenes, de difícil corrección una vez iniciadas, que aterran drenes y desagües.

5.3. LAS OBRAS DE FABRICA

Las obras de fábrica tienen también una gran importancia como modificadoras de las condiciones biológicas y, directamente, visuales del entorno.

Los *túneles* tienen un escaso impacto sobre el paisaje, limitado a las áreas de entrada y salida, lo que puede representar un factor decisivo, en ocasiones; no implican una ocupación de terreno, cosa importante en zonas

urbanas o de gran productividad agropecuaria; y no crean una frontera infranqueable para las especies de animales terrestres.

Pero por el contrario constituyen un foco de producción de abundantes materiales producto de la excavación del mismo. La elección adecuada de los caballeros y el tratamiento de regeneración posterior determinarán la magnitud del impacto.

Los *puentes* y *viaductos* ocasionan un fuerte impacto sobre el paisaje, difícil de evitar en general. Su estética y adecuación al entorno suele ser controvertida y siempre discutible.

Su presencia sobre los ríos, o arroyos, puede crear graves problemas por el efecto frontera. Debe prestarse especial atención al diseño. Los proyectados con pilares esbeltos y con grandes luces, reducen su efecto en el río, aunque no necesariamente el visual.

5.4. LAS PLANTAS DE HORMIGONADO, DE AGLOMERADOS ASFALTICOS, ETC.

Las instalaciones que son necesarias en las grandes obras lineales constituyen, en sí mismas, nuevas fuentes de impactos a estudiar. Las instalaciones de machaqueo de áridos, canteras, hormigonado, aglomerados, maquinaria, talleres, laboratorios, oficinas, servicios, etc., pueden ser tan preocupantes como las propias obras de infraestructura.

Es claro que, aunque pueden ser consideradas todas ellas como instalaciones temporales, no siempre lo son en realidad. En todo caso en determinadas condiciones y lugares, la provisionalidad tampoco será excusa suficiente.

Es el momento de señalar que incluso los caminos «provisionales» de obra deben ser estudiados con los mismos criterios. En todo caso debemos ser conscientes de que el polvo, el humo, el ruido, las sirenas y los mismos vehículos son, en términos generales, fuertes intrusos en un paisaje.

5.5. LA EXPLOTACION DE LAS VIAS DE COMUNICACION

Una vez que la vía de comunicación es puesta en uso, produce otros efectos, dignos de

ser reseñados por su importancia, con diferente incidencia para el caso de la carretera que para el de los ferrocarriles.

5.5.1. La influencia de los usuarios

En el caso de carreteras, el viajero puede producir unas consecuencias verdaderamente nefastas para los ecosistemas que resulten afectados, como desgraciadamente tenemos ocasión de confirmar cada verano; nos referimos a la posibilidad de, queriendo o sin querer, *incendiar el monte*.

No es necesario insistir en los graves daños ecológicos que los incendios producen al acelerar el proceso de erosión del suelo, que, tras el incendio, queda totalmente desprotegido frente a los arrastres pluviales. En cuanto a los efectos paisajísticos, son evidentes.

Ante esto, debemos considerar seriamente la importancia de controlar los puntos de detención de los vehículos a lo largo de la carretera, dotándolos, incluso, de los adecuados lugares para hacer una hoguera para cocinar sin peligro.

Pero la *llegada masiva de visitantes* produce otros efectos sobre la biocenosis (arranque de flores, recolección de hongos, pisoteo del suelo, formación de veredas, eliminación de leña y arbustos, caza de aves o destrucción de nidos o pollos, selección artificial de las especies de la zona en función de su capacidad para soportar la presencia humana, vertido de basuras, contaminación acústica, etc.) que no siempre puede soportar sin problemas el ecosistema.

Ante estos problemas, que la llegada de incontrolados visitantes puede desencadenar, es preciso considerar el estudio de alternativas distintas para el trazado de la carretera si la zona atravesada es un enclave faunístico o botánico de gran valor ecológico; ya que las consecuencias pueden conducir a la destrucción del enclave.

5.5.2. Influencia de los vehículos

Empleo de *productos, para eliminar el hielo* de las calzadas, constituye un peligro. Son utilizados fundentes, entre los cuales tenemos

ureas, glicoles, cloruro cálcico, cloruro de magnesio, cloruro sódico (el más usado), sulfatos, nitrato amónico, etc.

Evidentemente estas sustancias son arrastradas por las aguas de lluvia, o por las procedentes del deshielo, y quedan depositadas junto a las cunetas o son conducidas a los cauces fluviales y embalses.

Los problemas causados a la vegetación y a los procesos edáficos, por los *gases de combustión* de los motores, son suficientemente conocidos. Los motores de los vehículos lanzan a la atmósfera gases que contienen dióxido de azufre (que daña con niveles superiores a 0,1 ppm las hojas, reduce las cosechas, impide el crecimiento normal de las coníferas y líquenes, etc.) y plomo (que en la vegetación cercana a las carreteras puede presentarse en proporciones de hasta 500 ppm, lo que las hace inadecuadas para la alimentación animal y humana), además de los conocidos hidrocarburos y óxidos de nitrógeno.

El ruido causa también una molestia directa a la fauna, alejando a las especies más sensibles, y los herbicidas con que suelen tratarse las cunetas afectan drásticamente a la vegetación.

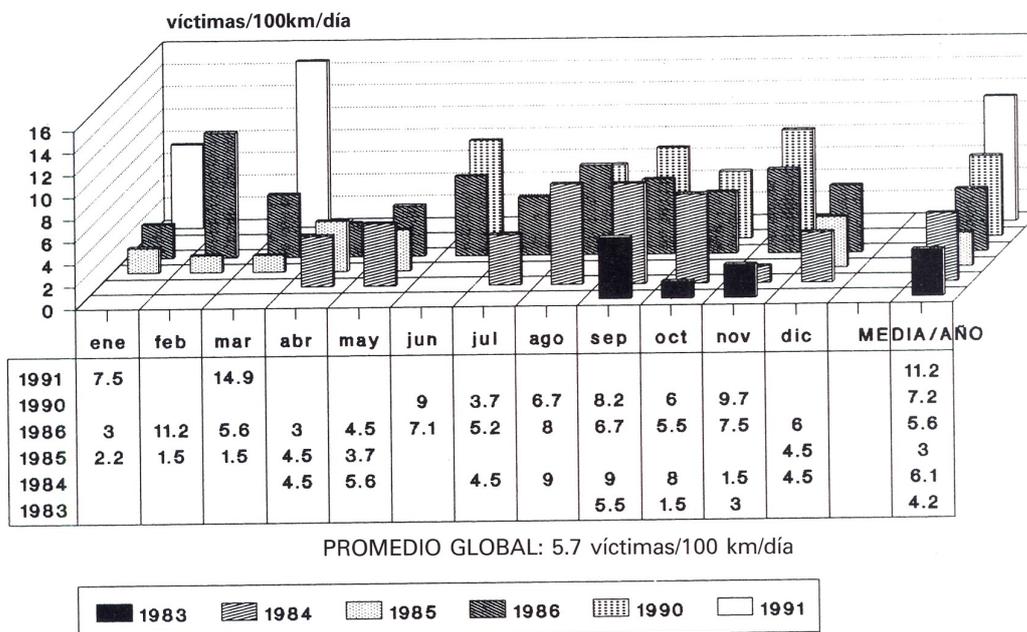
Por otra parte, la posibilidad de que se produzcan vertidos de *productos tóxicos*, por negligencias o accidentes, a los cauces fluviales desde los vehículos de transporte, es cada vez mayor por el incremento del tráfico.

Finalmente mencionaremos que la proliferación de *estaciones de servicio* y de abastecimiento de combustibles, de talleres, de aparcamientos, de cementerios de vehículos viejos, etc., comienzan a alterar profundamente el paisaje en toda la geografía nacional. Sin que podamos olvidar la cantidad de «*anuncios*», señales de tráfico, indicaciones informativas, etc., que jalonan las carreteras.

5.5.3. Animales atropellados en carretera

Es claro que la propia carretera actúa como barrera infranqueable para muchos animales «efecto frontera» (en autopistas con cerramiento ocurre con casi todas las especies terrestres) y, para los que pueden cruzarla, presenta el peligro de ser atropellados.

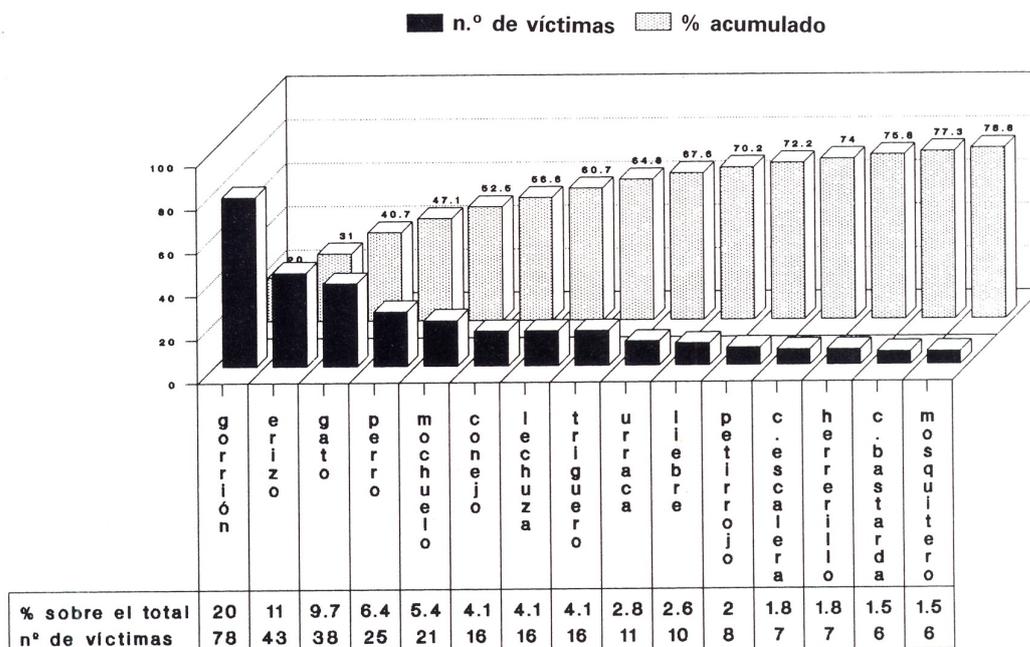
ANIMALES MUERTOS EN CARRETERA (83-91) Evolución de las medias mensuales



Total censos: 79. Total víctimas: 304
Carretera: N-630. Tramo: Cáceres-Mérida.

Santiago Hdez Fdez (91)
(muercas2m)

ANIMALES MUERTOS EN CARRETERA Especies más frecuentes (1983-91)



Censadas 392 víctimas de 54 especies

Santiago Hdez Fdez (91)
(muercas2m)

El resultado, para un elevado número de especies, suele ser la limitación en la capacidad de movimientos en el entorno de la carretera o la muerte al intentar cruzarla; lo que, en áreas de alto valor ecológico, puede afectar la supervivencia de las especies en peligro de extinción.

No podemos olvidar, en este sentido, que la carretera se comporta como un «depredador inespecífico» y que, introducida bruscamente en un ecosistema, puede alterar apreciablemente el equilibrio de su biocenosis.

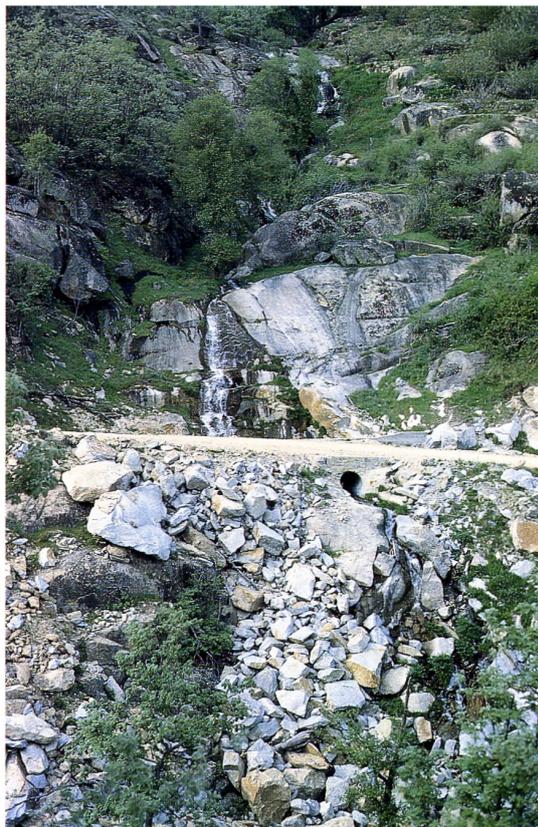
Incluimos algunos resultados de los estudios que venimos realizando sobre la muerte de vertebrados por el tráfico de vehículos en las carreteras extremeñas. Como puede verse la media para la carretera N-630, en el tramo Cáceres-Mérida, resulta ser de 5,7 animales muertos por cada 100 km de carretera y día. Es claro que depende de muchos factores (fundamentalmente de la intensidad de tráfico y densidad de animales), pero las cifras son alarmantes.

El segundo gráfico pone de manifiesto que tan sólo 15 especies acumulan el 80% de las víctimas y, desafortunadamente, aparecen algunas rapaces entre las más frecuentes. Como el número de las rapaces es muy inferior al de otras especies, ponemos en peligro la supervivencia de éstas por este nuevo factor, de incidencia creciente.

5.6. EFECTOS SOBRE LOS CAUCES FLUVIALES

Los ríos constituyen unos ecosistemas de características sumamente importantes y, en ocasiones, forman verdaderos ecosistemas lineales en fuerte contraste con las áreas circundantes. Obviamente, el factor determinante es la existencia de un flujo de agua, tanto superficial como subválveo. Y la consecuencia es existencia de una característica vegetación llamada «soto fluvial», capaz de soportar una rica fauna.

Podemos resumir indicando que estos ecosistemas naturales poseen: cascadas, remansos, rápidos, pozas, zonas de sol y sombra, cuevas, fondos de arena, de cieno, de grava o de roca, que proporcionan infinidad de posibilidades de variantes al paisaje.



Esta actuación en el curso fluvial es un grave atentado ecológico.

Las zonas en que el trazado de las vías de comunicación cruzan con los cauces fluviales constituyen puntos muy críticos. En ellas, tanto el impacto visual directo, como los efectos sobre la fauna y la flora de los sotos y cauces, pueden ser intensos. Es claro que la modificación de estas «cintas de frescor» transforma radicalmente el entorno.

De modo resumido, relacionamos a continuación los principales efectos posibles:

- * Efecto frontera para toda la fauna.
- * Efecto frontera para la escorrentía.
- * Aterramientos de márgenes.
- * Aporte de elementos en suspensión al río.
- * Alteraciones del cauce.
- * Eliminación de vegetación.
- * Contaminaciones de grasas y otros.

Es evidente que la solución que se adopte puede minimizar de forma considerable estos efectos.

5.7. LOS TENDIDOS ELECTRICOS

El impacto negativo que los tendidos eléctricos presentan para el ecosistema que atraviesan, puede concretarse en dos puntos: deterioro del paisaje y agresiones a la avifauna.

Especial mención debe hacerse del impacto causado en el paisaje por las líneas eléctricas o telefónicas, que los condicionantes económicos tienden a situar a lo largo de las carreteras. Su impacto en los lugares de alto interés paisajístico, como: desfiladeros, puertos de montaña, cabeceras de valles, vegas de los ríos, etc., es grande y distorsionante. Incluso para el propio usuario de la carretera supone un importante obstáculo que se antepone a todo paisaje, o panorámica, visible desde la carretera o sus inmediaciones: siempre, un primer plano con cables y postes transformados en monótonos e inevitables intrusos.

El estudio de trazados alternativos, junto con el diseño de tramos con cables enterrados, debe considerarse en todo proyecto de redes

para el transporte de energía eléctrica, de telégrafos o de teléfonos, que afecte, o pueda afectar, a áreas de interés ecológico.

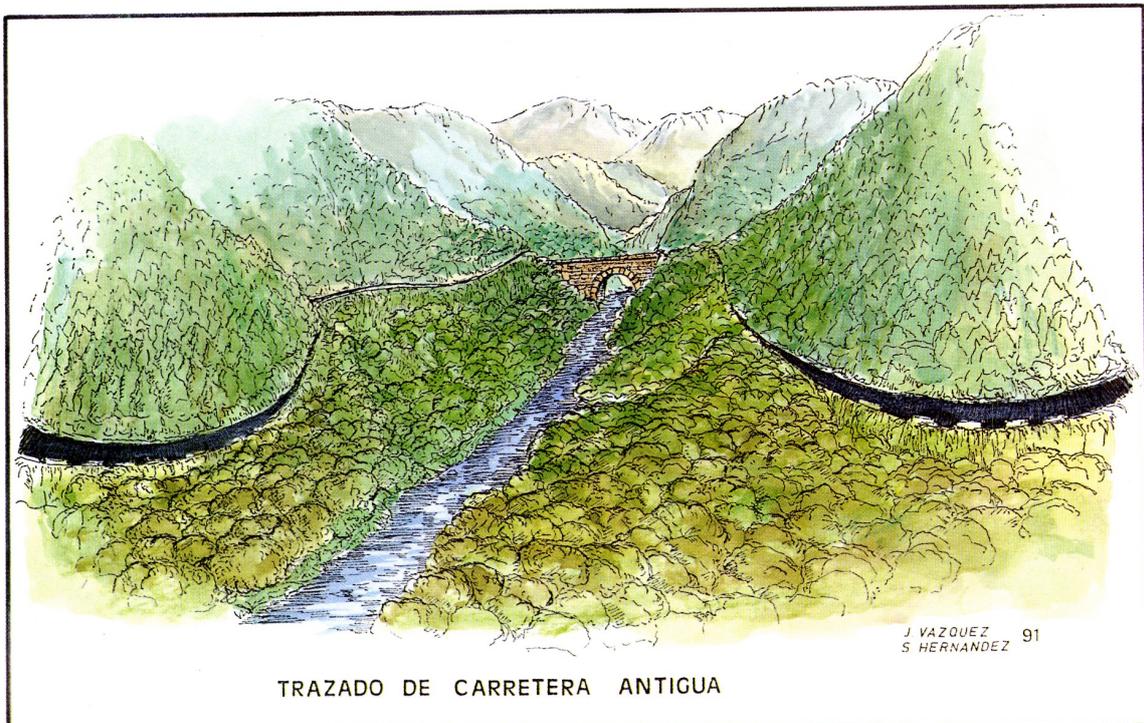
Por supuesto, un similar tratamiento debe seguirse en el caso de instalaciones para antenas de radio, parabólicas de teléfonos, repetidores de TV, etc.

Aparte de las desagradables y molestas influencias que los tendidos eléctricos producen en el paisaje, ocasionan miles de muertes al año por electrocución o por impacto entre diferentes especies de aves, y desgraciadamente con una gran frecuencia en aquellas que tienen mayores problemas de supervivencia por otras causas.

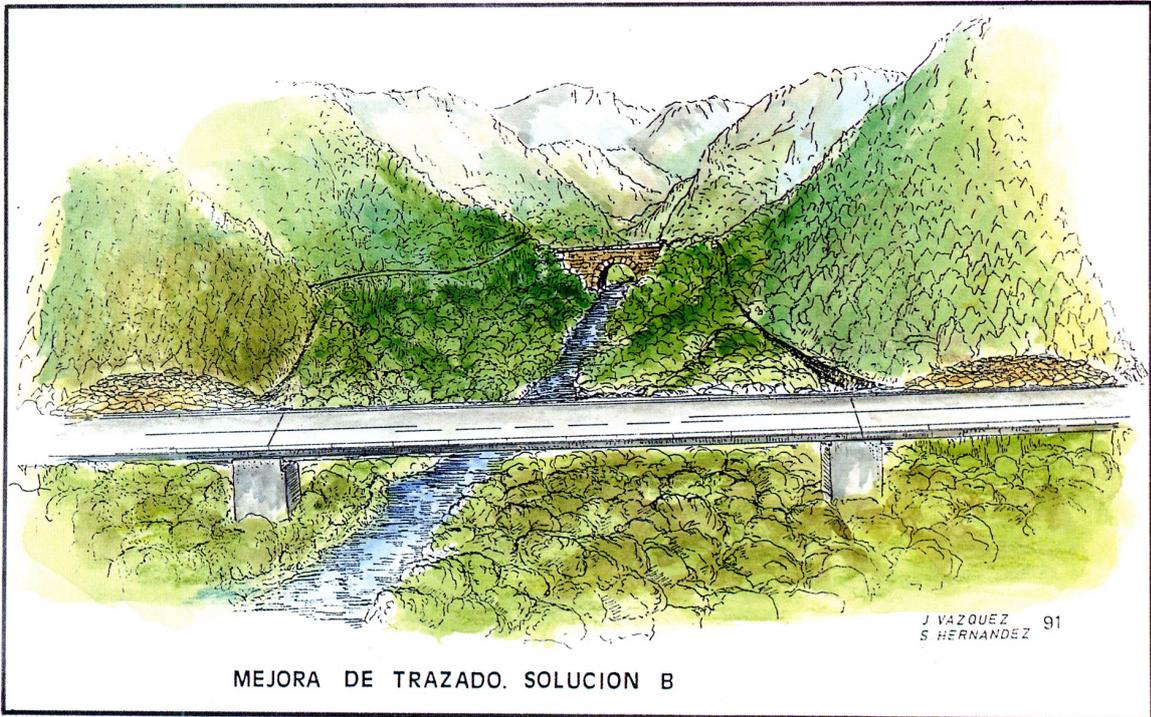
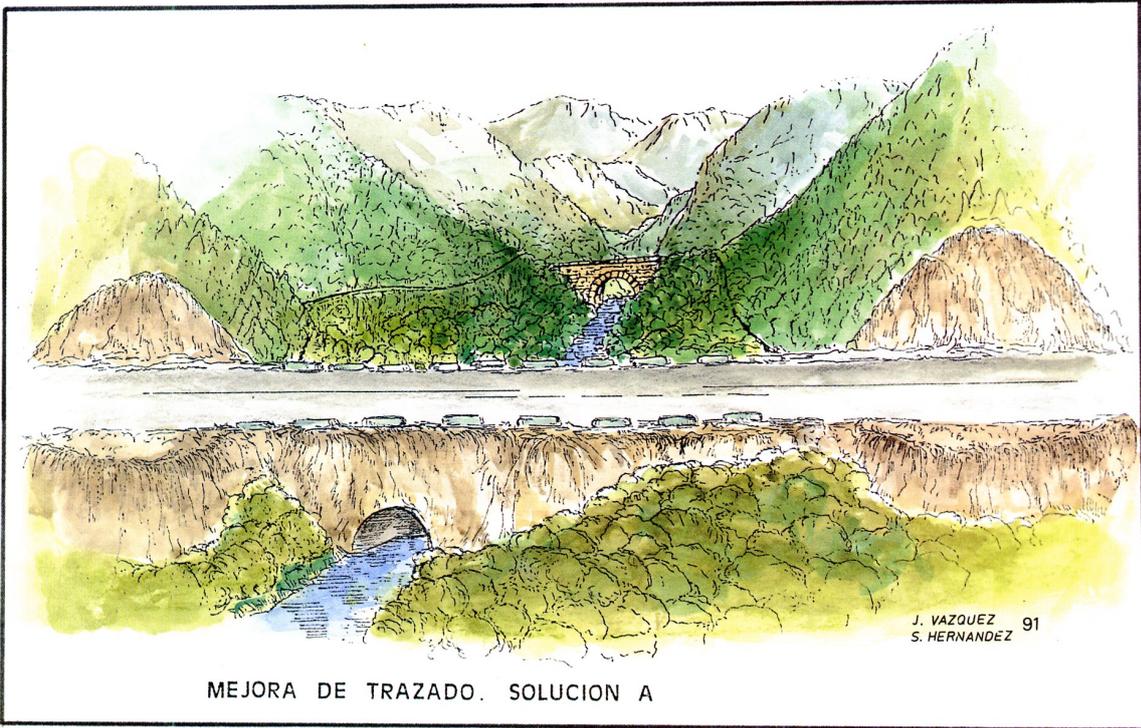
Las soluciones que se van adoptando para evitar las electrocuciones y choques de las aves incrementan generalmente los efectos visuales de los propios cables.

6. Comparación carretera - ferrocarril

Asumiendo el riesgo de insuficiencia conceptual que supone la generalización, la simplificación y el obligado dogmatismo sintáctico que impone la brevedad, vamos a repasar algunos de los más importantes factores afectados.



TRAZADO DE CARRETERA ANTIGUA



EL TRAZADO. Favorable a la carretera. Pues tiene ventaja el medio de transporte que pueda más fácilmente adaptarse al terreno. En es-

te sentido tanto en pendientes como en radios de curvas y transiciones, es más exigente el trazado ferroviario.

IMPACTO PAISAJISTICO. Variable. Resulta muy difícil la comparación al intervenir: la geometría del trazado (favorable a la carretera), la sección y ocupación consiguiente de suelo (favorable al ferrocarril) y los elementos verticales (favorable a la carretera en líneas electrificadas).

OCUPACION DE SUELO. Favorable al ferrocarril. El transporte en vehículos particulares en zonas urbanas ocupa 13 veces más espacio que el tren, para el mismo número de viajeros (Deutsche Bundesbahn). La sección de una vía doble electrificada (13,70 m) es equivalente a una autopista de tres carriles a cada lado (37,50 m).

CONTAMINACION ACUSTICA. Favorable al ferrocarril. El ruido ferroviario es entre 5 y 10 dB menor que el de la carretera, en igualdad de tráfico, y los efectos más fáciles de reducir (mediante pantallas muy ajustadas al gálibo).

MOVIMIENTO DE TIERRAS. Variable. Será favorable al ferrocarril cuando el condicionante diferencial sea la sección y a la carretera cuando lo sea el trazado.

MODIFICACION DE LA RED DE DRENAJE. Favorable al ferrocarril. En general produce menos alteraciones al tener menor sección; al mismo tiempo los coeficientes de escorrentía se incrementan menos en las infraestructuras ferroviarias.

FRONTERA FISICA. Algo favorable al ferrocarril. Parece que la distribución del tráfico y su sección la hagan menos importante en el ferrocarril, aunque el hecho «físico» pueda ser igual en ambos.

MUERTE DE ANIMALES POR ARROLLAMIENTO. Favorable al ferrocarril. Ciertamente por el perfil de la sección, la frecuencia de paso de vehículos y la altura de éstos, las posibilidades de atropello aumentan en la carretera.

VIBRACIONES. Favorable a la carretera. Las cargas más pesadas y la propia naturaleza del material ferroviario y su infraestructura así lo condicionan, siendo especialmente importantes en las inmediaciones.

IMPACTO DE LOS USUARIOS. Favorable al ferrocarril, ya que no permite paradas fuera

de las estaciones y por tanto no da acceso a las zonas del trayecto; los incendios fortuitos y otras molestias a la flora y fauna de las zonas de paso, son así evitados.

Dejamos a un lado otros factores claramente favorables al ferrocarril como son: el menor índice de accidentes con víctimas humanas, la supresión de atascos en horas y días puntas, el menor consumo energético, su escasa emisión de gases contaminantes, etc., por ser más conocidos y frecuentemente utilizados en otros foros. Aunque hay que reseñar el mayor impacto que producen las torretas y los cables de las catenarias en las líneas electrificadas.

7. Un proyecto y una dirección de obra sensibles

Aunque es claro que la elección del trazado constituye uno de los factores determinantes de los impactos ambientales que puede causar la obra, hay que reconocer que no se puede dar por zanjado el tema con la selección de una buena solución para éste.

Es necesario un descenso al detalle minucioso, una aproximación al terreno, una descripción muy precisa en el diseño de taludes, obras de paso de agua, encaje con los cauces naturales, estudio «ecológico» de las luces más adecuadas para los puentes y pontones, trazado de las rutas de la maquinaria, elección concreta de préstamos y caballeros, épocas del año menos perjudiciales ecológicamente, etc.

La ocupación de suelo, los efectos erosivos, el impacto visual, el efecto frontera, las molestias a la fauna, etc., dependen, en gran medida, de la sensibilidad en la dirección de obra.

8. ¿Carreteras y ferrocarriles con árboles?

¿Por qué no? Además, su coste es insignificante respecto del total de las obras.

Como incitación a la práctica de tales pretensiones, vamos a relacionar simplemente algunas de las ventajas que el establecimiento de



Los muros de mampostería resuelven infinidad de problemas (erosión, deslizamientos, estéticos, drenaje...) y generan mano de obra local.

vegetación arbórea, arbustiva o herbácea puede tener para las vías de comunicación, su entorno o sus usuarios. La vegetación:

- Crea un microclima que reduce las puntas térmicas.
- Actúa de pantalla contra el viento evitando los golpes en los vehículos al salir de desmontes.
- Actúan igualmente como pantallas aislantes ante el ruido.
- Proporcionan mayor estabilidad a los desmontes y terraplenes.
- La disposición de arbustos resistentes puede proporcionar seguridad a los conductores que pierdan la dirección en medianas o curvas.
- Contribuye a mejorar el efecto estético sobre el paisaje.
- Configura un microbiotipo lineal capaz de

soportar diversas especies animales, desde insectos a rapaces.

- Constituye una franja, no alterada por los cultivos y labores agrícolas, que puede permitir en zonas de poca contaminación la supervivencia de especies vegetales escasas.
- Protege de los molestos efectos del sol al amanecer y al anochecer, reduciendo el riesgo de accidentes.
- Representa un nuevo motivo de creación artística, mediante la conjugación de volúmenes, formas y colores, en el seno del entorno.

Ciertamente deben guardarse las distancias de los árboles a la calzada, o de éstos a las líneas electrificadas, para evitar reducción de la capacidad en la vía o accidentes.

9. Últimas consideraciones

¿Qué impacto produce un estornudo en una sala de conciertos durante la interpretación

de la 5.^a Sinfonía de Beethoven? ¿Qué impacto produce el mismo estornudo en las gradas de un campo de fútbol? ¿Son comparables? ¿Son iguales para el melómano que para el hincha?

¿Podríamos disfrutar de un concierto sin aislar el local de los ruidos del exterior? ¿Podría establecerse el ajuste, la matización, la armonía y el equilibrio, que hacen del concierto una obra de arte, entre los miles de notas de cada uno de los instrumentos, sin cortar las interferencias agresivas del entorno?

Pues bien, infinitamente más complejo es el concierto que la naturaleza desarrolla cada segundo de su existencia, independientemente de que sea, o no, disfrutado por una persona. Y su ajuste depende, en gran parte de los casos, de un suficiente aislamiento. Además, su existencia es única, irrepetible e insustituible. Representa el producto de una larga evolución, atesorada en forma de complejísima códigos genéticos.

La conservación de tales «paisajes» depende, en gran medida, de nuestra actuación como técnicos. Somos los más directos responsables de ello, como depositarios sociales del «saber» y de la «ciencia». Y debemos tener presente que (frente a todas las valoraciones subjetivas y cambiantes, con los tiempos y costumbres, que puedan hacerse de un determinado paisaje) existe una realidad que nos obliga, como personas cultas y civilizadas, a reconocer en el patrimonio natural el máspreciado tesoro que posee la humanidad. Conservarlo, por encima de cualquier interés engañoso y temporal, es la consecuencia lógica.

