

Recomendaciones

técnicas para el diseño y
ejecución de sistemas viarios
en medios sensibles



Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de
sistemas viarios en medios sensibles

Sevilla, 2006

© JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejería de Obras Públicas y Transportes.
Gestión de Infraestructuras de Andalucía

DIRECCIÓN TÉCNICA
Gestión de Infraestructuras de Andalucía

COORDINACIÓN DE LA EDICIÓN
Dirección General de Planificación. Servicio de Publicaciones.

DISEÑO Y MAQUETACIÓN
Habermas Comunicación

FOTOGRAFÍAS
Archivo de Gestión de Infraestructuras de Andalucía - Fernando Alda

IMPRESIÓN
Escandón Impresores

NUMERO DE REGISTRO
JAOP/GIASA - 03-2006

DEPÓSITO LEGAL

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios
en medios sensibles

Sevilla, 2006



Índice

1. INTRODUCCIÓN	08
1.1. La necesidad de la planificación	09
2. ANTECEDENTES Y BASES TÉCNICAS	14
3. OBJETIVOS GENERALES	18
3.1. Ámbito de aplicación	18
3.2. Infraestructuras viarias	19
4. METODOLOGÍA DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EXPLOTACIÓN	24
4.1. Estudios informativos y análisis de alternativas	25
4.2. Proyectos	26
4.2.1. ESTUDIO AMBIENTAL	26
4.2.2. DISEÑO BÁSICO DE LA INFRAESTRUCTURA	28
4.2.2.1. Trazado	
4.2.2.2. Optimización del Trazado	
4.2.2.3. Sección Transversal	
4.2.2.4. Drenaje	
4.2.2.5. Estructuras de Contención	
4.2.2.6. Firmes	
4.2.2.7. Señalización vertical	
4.2.2.8. Señalización horizontal	
4.2.2.9. Defensas	
4.2.2.10. Superficies y pendientes	
4.2.2.11. Balance de tierras	
4.2.2.12. Reposiciones y equipamientos	
4.2.3. DEFINICIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS	42
4.2.3.1. Medidas de protección de la calidad del aire	
4.2.3.2. Pantallas acústicas	
4.2.3.3. Medidas de protección del sistema hidrológico superficial y subterráneo	
4.2.3.4. Medidas de protección del suelo y la geomorfología	
4.2.3.5. Medidas de protección de los usos del suelo	
4.2.3.6. Medidas de protección sobre la vegetación	
4.2.3.7. Medidas de protección de la fauna	
4.2.3.8. Medidas relacionadas con el paisaje	
4.2.3.9. Medidas de protección del medio sociocultural	
4.2.3.10. Medidas de protección del medio socioeconómico	
4.2.3.11. Medidas adicionales para viarios en zonas sensibles	
4.2.3.12. Medidas positivas de integración de la carretera	
4.2.4. VALORACIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS	68
4.2.5. PROGRAMA DE VIGILANCIA Y CONTROL MEDIOAMBIENTAL	68
4.3. Ejecución de las obras	69
4.4. Explotación de la infraestructura	71



El desarrollo de un municipio o una comarca andaluza depende, en gran parte, de las infraestructuras. La Junta de Andalucía fomenta un modelo de crecimiento social y económico compatible con la riqueza natural y los valores medioambientales que están presentes en nuestra región.

Por esto, es importante establecer las normas básicas para que las infraestructuras viarias, necesarias para el crecimiento de Andalucía, se lleven a cabo con el mayor respeto al territorio por el que discurren y a las poblaciones que pretenden beneficiar. Los sistemas viarios que se enmarcan en espacios protegidos deben actuar como elementos de potenciación de una comarca, teniendo en cuenta que el valor medioambiental debe convertirse en uno de los principales motores económicos de la zona.

Las medidas preventivas y protectoras que aparecen en este manual de RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA EL DISEÑO Y EJECUCIÓN DE SISTEMAS VIARIOS EN MEDIOS SENSIBLES deben aplicarse tanto en el diseño de los proyectos como en la posterior ejecución de las carreteras, se construyan tanto en espacios naturales protegidos como, en general, en medios que posean valores naturales, culturales o paisajísticos.

Además de servir como elemento potenciador del desarrollo socioeconómico de las comarcas, las infraestructuras pueden llegar a tener un valor añadido, actuando como elemento de interpretación y divulgación del medioambiente. Los ciudadanos toman conciencia de los valores singulares que conservan el territorio andaluz precisamente a través de estos corredores.

Un ejemplo es el acondicionamiento que la Consejería de Obras Públicas y Transportes está llevando a cabo en la carretera A-369 de Ronda a Gaucín, donde la carretera forma parte del paisaje natural por el que discurre.

También en el Parque Nacional de Doñana, de un alto valor ecológico en nuestra Comunidad, las intervenciones llevadas a cabo en las carreteras HF-6248, de Almonte a Los Cabezudos, y A-484, de Hinojos a Villamanrique, han tenido características específicas, con el objetivo de garantizar el desarrollo sostenible en el entorno de Doñana.

Sin olvidar la infraestructura viaria más emblemática desde el punto de vista medioambiental por su gran envergadura, la Autovía A-381 de Jerez a Los Barrios. Denominada Autovía Ecológica por la gran cantidad de medidas correctoras y medidas compensatorias que han condicionado su diseño, construcción y puesta en servicio, atravesando el Parque Natural de Los Alcornocales. El diseño de su trazado, la construcción de puentes verdes y pasos de fauna, o las medidas compensatorias aplicadas a las especies singulares del Parque, son sólo ejemplos de medidas medioambientales que los habitantes de la comarca le deben a la Autovía Ecológica, gracias a la cual el desarrollo socioeconómico de esta comarca y su entorno está garantizado, siendo compatible con la conservación de los valores naturales.

Concepción Gutiérrez

Consejera de Obras Públicas y Transportes

JUNTA DE ANDALUCÍA



1. INTRODUCCIÓN

1.1. La necesidad de la planificación

1. Introducción

El medio ambiente constituye actualmente uno de los pilares básicos de nuestra sociedad. La incorporación de los aspectos medioambientales en los procesos de desarrollo económico y social implica una modificación y adecuación de las pautas de producción, distribución y consumo, para hacerlas sustentables en el tiempo. Se trata, por consiguiente, de crear un modelo de desarrollo que permita la viabilidad demográfica, económica, social y cultural de las regiones, preservando los recursos y valores del medio y potenciándolos para generaciones futuras, es decir, el Desarrollo Sostenible.

La definición e implantación de estrategias y políticas orientadas por la sostenibilidad ha permitido la incorporación de distintos mecanismos de prevención y control de los recursos del territorio en relación con el conjunto de actividades humanas que se desarrollan sobre él, estableciéndose procedimientos de protección y conservación del medio y sus valores.

La aplicación de estas estrategias en el sector específico de las infraestructuras de transporte adquiere una relevancia especial. Las redes de infraestructuras viarias se definen para permitir la accesibilidad a las regiones y garantizar la cohesión territorial, actuando como elementos estructurales básicos para el crecimiento económico y el desarrollo social. Sin embargo, su implantación sobre un medio físico caracterizado por unos valores medioambientales y socioculturales y por unos recursos naturales, puede ocasionar incidencias que deberán evitarse o minorarse para garantizar la viabilidad de la actuación.

La aplicación de los objetivos derivados del desarrollo sostenible adquiere una significación y magnitud especial en Andalucía. El territorio andaluz está considerado como uno de los enclaves mejor conservados y de mayor riqueza y biodiversidad del conjunto de la Unión Europea, con una red de espacios naturales protegidos que abarca una superficie superior al 18% de la Comunidad Autónoma. Con la definitiva implantación de la Red Natura 2000 de la Unión Europea y la incorporación de los Lugares de Interés Comunitario, la superficie objeto de protección en Andalucía se aproximará al 30%, de la cual más de un 90% corresponde a territorios con escasa dotación de infraestructuras.

Ante esta caracterización territorial, la administración andaluza ha establecido directrices que posibiliten la conciliación entre el desarrollo de las infraestructuras necesarias y la conservación de los valores naturales y culturales del territorio, articulando un completo desarrollo normativo de protección medioambiental (Ley 7/94 de Protección Ambiental) y patrimonial (Ley de Patrimonio Histórico de Andalucía,

Ley Forestal de Andalucía, Reglamento de Vías Pecuarias....). Además, considerando el valor especial de los espacios protegidos, se ha desarrollado un marco legislativo de normas de protección y conservación de estos espacios, con sus correspondientes planes de uso y gestión y de ordenación de los recursos naturales, que se complementa con la legislación relacionada con la protección de hábitats y de la flora y la fauna silvestre.

Este marco legislativo, particularizado en función de las características propias del territorio andaluz, se debe implementar con una adecuación de criterios técnicos y de procesos metodológicos que permita definir y proyectar infraestructuras ajustadas a los valores del territorio por el que discurre y de la sociedad para la que se define, estableciendo una tipología de sistemas viarios en espacios protegidos que actúen como unidades de vertebración y potenciación del territorio sin alterar sus valores, considerando al medio ambiente como uno de los principales motores económicos de la región.

Para dar respuesta a esta necesidad de adecuación, la Junta de Andalucía, en colaboración con otras instituciones y organismos, ha acometido los trabajos de identificación de los criterios y bases técnicas para la planificación, diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles.

En este proceso de definición destaca la celebración, en enero de 2004, de las I Jornadas sobre Infraestructuras Viarias y Espacios Naturales Protegidos, organizadas por la Junta de Andalucía (Consejería de Medio Ambiente y Consejería de Obras Públicas y Transportes), con la participación de personal técnico y de entidades e instituciones vinculadas con el proceso de planificación, definición y ejecución de la Red de Infraestructuras Viarias, y con la conservación y protección de la Red de Espacios Naturales Protegidos Andaluces (RENPA). Estas jornadas han permitido establecer las bases y mecanismos necesarios para armonizar y optimizar el desarrollo equilibrado de ambas redes, componentes fundamentales para el desarrollo económico y social de Andalucía, posibilitando que la red de infraestructuras viarias se integre y articule con las redes naturales y culturales (flujos naturales y movimientos biológicos, red hidrológica, paisaje, flujos económicos, migratorios, vías pecuarias, etc.).

1.1. La necesidad de la planificación

Aunque el manual se centra en las fases de diseño y ejecución, es necesario destacar que el planeamiento de una infraestructura, tanto si es de nuevo trazado como de acondicionamiento de la carretera existente, es la fase donde las soluciones adoptadas

permiten con una mayor eficacia, garantizar una adecuada definición de los parámetros técnicos de un sistema viario, adaptado al medio por el que deberá discurrir y ajustado en su funcionalidad a los requeridos de la sociedad a la que dará servicio.

En este sentido, adquieren especial significación las evaluaciones ambientales estratégicas de planes y programas de infraestructuras que posibiliten la participación de los distintos organismos posibilitando obtener una visión global de los diversos factores y condicionantes que intervienen en la decisión de realizar o no la actuación.

Se trata de abordar un paso posterior a los Planes de Ordenación del Territorio, que permita analizar las características de la actuación que deberá desarrollarse al nivel de estudio y proyecto, e identificar los condicionantes básicos y la tipología del sistema viario que mejor se adapte a los requerimientos del terreno, de la sociedad, y de los objetivos de desarrollo sostenible.

La planificación de estas intervenciones que afectan a espacios naturales con valores singulares debe realizarse con una visión coordinada y de futuro que permita adecuar la actuación a los requerimientos actuales y futuros, consiguiendo con ello minimizar la perturbación que se genera sobre el medio por reiteradas actuaciones en materia de infraestructura, comunicaciones y servicios.



2. Antecedentes y bases técnicas

La Consejería de Obras Públicas y Transportes inició en 1996 la implantación de un modelo de gestión de la obra pública, basado en el desarrollo de procedimientos de gestión específicos, en los que destaca la gestión medioambiental de infraestructuras.

La aplicación de estos procedimientos y criterios ha permitido mejorar la integración de las actuaciones en Carreteras, posibilitando el estricto cumplimiento de la legislación ambiental, y la determinación de medidas adicionales de prevención y protección de los valores naturales, paisajísticos, culturales y socioeconómicos del territorio andaluz.

Considerando las experiencias acumuladas en los primeros años de aplicación del modelo y la identificación de determinados procesos susceptibles de mejora, entre los que destacaba la ejecución de obras en enclaves ambientalmente sensibles, se consideró necesario iniciar la redacción de un manual que identificara soluciones ambientales específicas para carreteras que atravesaran este tipo de enclaves, facilitando el trabajo de ingeniería.

En este sentido, adquieren especial relevancia las actuaciones en dos carreteras del Entorno de Doñana: _ El acondicionamiento de la carretera HF-6248. Tramo: Intersección A-483 (Almonte) al PK. 1,200 de la HF-6245 (Los Cabezudos) y el acondicionamiento de la A-484- Tramo: Hinojos - Villamarique, del P.K. 0,000 al 5,400.

Paralelamente se iniciaron los estudios de caracterización del sistema viario existente en el entorno de Doñana, a los efectos de establecer propuestas concretas de actuación para disminuir las incidencias ambientales generadas por la red de carreteras en este medio sensible y programar las actuaciones específicas que deberían acometerse para garantizar el desarrollo sostenible de la comarca.



_ El acondicionamiento de la carretera HF-6248. Tramo: Intersección A-483 (Almonte) al PK. 1,200 de la HF-6245 (Los Cabezudos).

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios
en medios sensibles

Antecedentes y bases técnicas

Con la experiencia adquirida en estos estudios y obras, se acordó crear un equipo pluridisciplinar que iniciara la definición del Manual, formado por técnicos y científicos. Durante su redacción, se han incorporando soluciones técnicas que se han aplicado en actuaciones de especial relevancia en Andalucía, como la Autovía A-381 (Jerez-Los Barrios), la Autovía A-92, y carreteras de la red Comarcal y Local en Sierra Morena y en la Serranía de Ronda.

Tras la celebración de las Primeras Jornadas sobre Infraestructuras Viarias y Espacios Naturales Protegidos, Sevilla-2004, se decidió concluir el Manual y publicarlo como Recomendaciones Técnicas de la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía.



3. OBJETIVOS GENERALES

3.1. **Ámbito de aplicación**

3.2. **Infraestructuras viarias**

3. Objetivos generales

El manual para el diseño de sistemas viarios en medios sensibles propone soluciones y criterios técnicos de mayor sensibilización ambiental para prevenir o minorar las afecciones sobre los valores del entorno, permitiendo cumplir como objetivo básico la mejor integración de la vía en su entorno, apoyándose en los procedimientos regulados por la legislación vigente de protección y conservación.

Pero además se pretende dotar a la infraestructura de un valor añadido que permita al sistema viario actuar como un elemento de interpretación y de divulgación de los recursos del medio en relación con los usuarios que utilizan la propia vía.

Los objetivos específicos que se plantean pueden sintetizarse en los siguientes apartados:

_Identificar una tipología de infraestructuras viarias en zonas sensibles para que las actuaciones sean acordes con el medio y con la sociedad que las recibe, de manera que actúen como elementos potenciadores de su desarrollo económico y de sus recursos naturales, paisajísticos y socioculturales. Esta tipología viaria requiere de la aplicación de medidas preventivas y correctoras en el diseño y posterior ejecución de la carretera orientadas por las singulares características del medio sobre el que se proyecta.

_Conciliar el cumplimiento de la normativa técnica aplicable en el sector de las infraestructuras con la legislación de protección y conservación del medio.

_Introducir elementos que permitan la modificación del comportamiento de los usuarios de las infraestructuras que se realizan sobre medios sensibles. La propia infraestructura puede actuar como elemento informativo y educativo de los valores del entorno y de sus usos sostenibles, mediante el adecuado diseño y localización de miradores, áreas de descanso, señalización....

_Verificar la aplicación de estas medidas en la fase de ejecución y de explotación de la infraestructura, analizando de manera específica su viabilidad y funcionalidad, así como su coordinación con otras políticas sectoriales de carácter medioambiental. El seguimiento ambiental se constituye como la única herramienta capaz de garantizar un conocimiento adecuado del medio y de su capacidad de respuesta.

3.1. Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación del manual es el conjunto de medios sensibles existentes en la Comunidad Autónoma Andaluza.

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Objetivos generales

En este sentido se consideran medios sensibles todos aquellos enclaves que poseen alguna característica diferencial desde el punto de vista ecológico, paisajístico, cultural y social. Entre otros, son medios sensibles los Espacios Naturales Protegidos existentes en la Comunidad Autónoma y Lugares de Interés Comunitario:

- _Parques Nacionales.
- _Parques Naturales.
- _Parajes Naturales.
- _Reservas Naturales.
- _Lugares de interés comunitario no incluidos en las anteriores figuras.
- _Monumentos Naturales y Parques Periurbanos.

Estos espacios están incluidos en la propuesta andaluza para la Red Natura 2000, incorporando además sus corredores o pasillos de conexión (Ver Anejo nº1. Propuesta de Lugares de Interés Comunitario en Andalucía). Así mismo quedan incluidos en la relación de medios sensibles los Bienes de Interés Cultural y los enclaves con declaración patrimonial. Adicionalmente podrán incluirse en la catalogación de medios sensibles aquellos enclaves que sin disponer de figura de protección específica, sí presenten unos valores o recursos excepcionales desde el punto de vista natural, paisajístico, cultural o social. En estos ámbitos destacan las áreas metropolitanas por su incidencia sobre el factor sociocultural.

3.2. Infraestructuras viarias

La ejecución de una vía de comunicación sobre cualquier territorio tiene la potencialidad de generar afecciones sobre los componentes que definen el medio. La consideración de la variable ambiental debe estar implícita en cualquier actuación viaria, pero debe aplicarse con una mayor sensibilización cuando la infraestructura se realiza sobre un medio que conserva valores singulares y vulnerables.

Atendiendo a la clasificación de sistemas viarios existente en Andalucía, se reconoce la siguiente tipología:

- _Red Autonómica, constituida por la Red Básica, la Red Intercomarcal y la Red Complementaria.
- _Red Provincial, donde se incluye la Red Comarcal y la Red Local.

En Andalucía, las infraestructuras viarias que tienen mayor potencialidad de generar mayores incidencias sobre los medios sensibles quedan incluidas en la Red Provincial, y las carreteras de la Red Intercomarcal y la Red Complementaria.

Los ejes de gran capacidad se diseñan a través de los corredores naturales, utilizados históricamente para la configuración viaria y el desarrollo social de Andalucía. Salvo

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Objetivos generales

excepciones, estos corredores se localizan fuera de los ámbitos territoriales correspondientes a los medios sensibles, y cuando afectan a algunos de estos enclaves discurren por ubicaciones alteradas en mayor o menor medida por la acción antrópica. De otra parte deben considerarse las características constructivas y funcionales de las vías de gran capacidad, que deben permitir una conducción cómoda y segura a velocidades elevadas.

Por consiguiente, las recomendaciones técnicas conducentes a posibilitar la adecuación de estos sistemas viarios cuando discurren por medios sensibles quedan modificadas en función de sus parámetros técnicos y constructivos, orientándose principalmente a la fase de planificación territorial y posterior diseño de la actuación, con la aplicación de las oportunas medidas preventivas y correctoras de los impactos ambientales y culturales, complementadas con determinadas medidas de interpretación medioambiental con el entorno.

El resto de sistemas viarios se catalogan como las vías de comunicación que pueden generar mayores incidencias sobre los medios sensibles, en función de su capacidad de organización y vertebración territorial, articulando la accesibilidad y la conexión de estas zonas con el resto de centros locales, comarcales y regionales. Sus parámetros y elementos constructivos son menos estrictos que los prescritos para los ejes de gran capacidad, por lo que tienen mayor potencialidad de adecuación, cumpliendo la normativa sectorial vigente, para adaptar las características particulares del sistema viario en función de los valores singulares existentes en el entorno.



4. METODOLOGÍA DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EXPLOTACIÓN

4.1. Estudios informativos y análisis de alternativas

4.2. Proyectos

4.2.1. ESTUDIO AMBIENTAL

4.2.2. DISEÑO BÁSICO DE LA INFRAESTRUCTURA.

4.2.2.1. Trazado.

4.2.2.2. Optimización del Trazado

4.2.2.3. Sección Transversal.

4.2.2.4. Drenaje.

4.2.2.5. Estructuras de Contención.

4.2.2.6. Firmes.

4.2.2.7. Señalización vertical

4.2.2.8. Señalización horizontal

4.2.2.9. Defensas

4.2.2.10. Superficies y pendientes.

4.2.2.11. Balance de Tierras

4.2.2.12. Reposiciones y equipamientos

4.2.3. DEFINICIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

4.2.2.1. Medidas de protección de la calidad del aire.

4.2.2.2. Pantallas acústicas

4.2.2.3. Medidas de protección del sistema hidrológico superficial y subterráneo.

4.2.2.4. Medidas de protección del suelo y la geomorfología

4.2.2.5. Medidas de protección de los usos del suelo.

4.2.2.6. Medidas de protección sobre la vegetación.

4.2.2.7. Medidas de protección de la fauna

4.2.2.8. Medidas relacionadas con el paisaje

4.2.2.9. Medidas de protección del medio sociocultural.

4.2.2.10. Medidas de protección del medio socioeconómico.

4.2.2.11. Medidas adicionales para viarios en zonas sensibles.

4.2.2.12. Medidas positivas de integración de la carretera.

4.2.4. VALORACIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

4.2.5. PROGRAMA DE VIGILANCIA Y CONTROL MEDIOAMBIENTAL.

4.3. Ejecución de las obras

4.4. Explotación de la infraestructura

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

4. Metodología de diseño, construcción y explotación

La estrategia para planificar, definir y ejecutar sistemas viarios en medios sensibles pasa inexcusablemente por un adecuado conocimiento del medio receptor de la infraestructura, y por la aplicación de criterios de definición y ejecución de la obra ajustados a la realidad de territorio y orientados por la conservación de los valores y por la potenciación de los recursos.

Se trata, en suma, de evitar incidencias no deseadas aplicando en primer lugar medidas preventivas y, posteriormente, medidas correctoras, para finalmente implantar medidas adicionales que doten a la infraestructura de un valor añadido de carácter medioambiental y cultural, acorde con el medio que la acoge.

Esta metodología tiene carácter integral, y resulta aplicable en cada una de las fases de planificación, definición y ejecución de la infraestructura, desde los estudios previos de carácter medioambiental hasta la fase de explotación de la obra construida.

En todo caso, el manual recopila un conjunto de recomendaciones técnicas de carácter general que resultarán de aplicación para cada intervención específica en función de las características del entorno y de la tipología de la infraestructura a realizar, dando cumplimiento en todo caso a las instrucciones técnicas vigentes en el sector de la carretera.

La identificación de los distintos criterios técnicos que se desarrollan en el proceso metodológico de diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles se realiza en función de las diferentes fases de gestión de las obras de infraestructuras:

1. Estudios previos y proyectos.

_Estudios de caracterización medioambiental. Establecimiento de condicionantes ambientales.

_Diseño básico de la infraestructura.

_Optimización ambiental del trazado y aplicación de medidas preventivas específicas.

_Definición constructiva de la actuación.

_Establecimiento de medidas correctoras.

_Redacción de Proyecto de Construcción y Proyecto de Restauración Paisajística.

2. Ejecución de obras.

_Ejecución de la infraestructura, aplicando las correspondientes medidas preventivas y correctoras con rigor técnico.

_Seguimiento ambiental y cultural de la ejecución de las obras por parte de la Dirección Ambiental. Elaboración de informes de seguimiento.

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

_Análisis y resolución de imprevistos durante la ejecución de las obras.
_Aplicación de la restauración paisajística de la actuación. Programación y coordinación con la obra civil.

3. Explotación de la infraestructura.

_Aplicación del programa de vigilancia medioambiental durante la explotación.
_Ejecución de los trabajos de conservación y mantenimiento de la restauración paisajística.

Una vez delimitadas las acciones a desarrollar en cada una de estas fases, se establecen los criterios técnicos específicos sobre los distintos parámetros constructivos de la actuación, y sobre los factores ambientales previsiblemente afectados que requerirán de la aplicación de medidas preventivas y correctoras.

4.1. Estudios informativos y análisis de alternativas

Ante la realización de cualquier obra de infraestructura, para la definición de la actuación habrá que delimitar en primer lugar "por dónde pasar", para culminar la definición del proyecto estableciendo "cómo pasar". Por consiguiente, esta secuencia deberá iniciarse con un análisis exhaustivo del territorio y de la vulnerabilidad de los factores que confluyen en él, para poder analizar la capacidad de acogida del medio y su planificación territorial a los efectos de establecer las alternativas viables de trazado.

El análisis y diseño de las alternativas de trazado debe contar desde el principio con la variable ambiental, como un factor decisivo en el análisis multicriterio para la selección de la alternativa óptima.

Esta fase es además la idónea para realizar los trámites de prevención ambiental previstos en la Legislación, con objeto de poder incorporar en las fases posteriores los condicionados que en su caso determine el órgano ambiental en su Resolución de Declaración de Impacto o Informe Ambiental.

Los estudios deben partir de la información bibliográfica y cartográfica existente, permitiendo elaborar una serie de planos temáticos a escala adecuada, valorados de acuerdo con distintos niveles de restricción a la infraestructura. El objetivo es obtener un plano síntesis global, que nos indique la mayor o menor capacidad del territorio para soportar una infraestructura del tipo de la que se estudia, y sobre este plano definir todos los corredores posibles por aquellos pasillos que tras la caracterización del territorio sean viables.

Sobre las alternativas inicialmente seleccionadas, debe realizarse una evaluación de impacto con la metodología adecuada que permita identificar, predecir y valorar el impacto. Para ello se utilizará una selección de indicadores ambientales, que permitan mediante modelos de predicción obtener la magnitud de impacto para cada factor.

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

Para cada alternativa, debe obtenerse mediante la utilización de matrices un valor de impacto global que determine su idoneidad ambiental.

Las alternativas a analizar se valorarán y compararán mediante una técnica multicriterio, que permita seleccionar desde diferentes criterios, incluida la variable ambiental, la alternativa idónea.

4.2. Proyectos

Normalmente los Proyectos de Construcción de una infraestructura se desarrollan a partir de un Estudio Informativo previo, incorporando las medidas identificadas en los estudios de impacto o estudios ambientales previos y, en su caso, los condicionados y prescripciones ambientales especificados por el Organismo Ambiental en la Declaración de Impacto Ambiental, en el Informe Ambiental, o en la autorización que resulte de aplicación. Sin embargo, el hecho de disminuir la escala de trabajo y desarrollar el proyecto al nivel constructivo deberá posibilitar un mayor conocimiento de las características específicas de la infraestructura y su afección al medio, permitiendo la definición específica de las medidas preventivas y correctoras del impacto ambiental y de las acciones complementarias de los sistemas viarios en medios sensibles.

Se inicia así la definición constructiva de la infraestructura, en la que se deben identificar y aplicar las soluciones técnicas concretas que permitan compatibilizar la funcionalidad de la infraestructura con la menor afección al entorno. Éstas deben incidir primero en el diseño básico de la infraestructura (trazado, sección, firmes, señalización), para posteriormente desarrollar medidas específicas sobre factores del medio concretos. Como punto de partida, es imprescindible realizar un estudio ambiental de detalle.

4.2.1. Estudio ambiental

Los estudios ambientales de los proyectos de carreteras, ajustados a lo que determina la normativa técnica y la legislación ambiental vigente, han de analizar el alcance del proyecto, describir y valorar el medio, y establecer relaciones causa-efecto entre ambos, identificando y valorando los impactos. Ello permitirá determinar las medidas preventivas y correctoras necesarias.

El nivel de definición que debe aportar un estudio medioambiental realizado para un proyecto de trazado o de construcción ha de ser muy superior al de un estudio informativo o de viabilidad, puesto que la escala de trabajo es sensiblemente inferior y el alcance final de la actuación queda perfectamente delimitado. En cualquier caso, debe erradicarse la tendencia de aportar datos básicos que no llegan a caracterizar la realidad del entorno y su relación intrínseca con la infraestructura proyectada.

De esta manera, el contenido del estudio deberá aportar la máxima información posible, que tras su obtención bibliográfica o por medios acreditados, deberá ser

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

contrastada "in situ" por el especialista correspondiente, tomando datos directamente en el campo. Los especialistas ambientales deben trabajar en coordinación con el resto del equipo técnico que redacta el proyecto.

Un estudio de carácter medioambiental elaborado para una infraestructura debe siempre aportar un análisis específico del medio, con el objetivo de caracterizar detalladamente los distintos factores y variables que lo definen, y que previsiblemente pueden resultar afectados por las acciones que se contemplan en la construcción de la infraestructura, tanto directas como indirectas.

Esta caracterización, en combinación con el resto de estudios técnicos de la fase preoperacional, debe ser la base sobre la que se defina la actuación. Específicamente permitirá seleccionar el conjunto de actuaciones tendentes a minorar su incidencia ambiental, adoptando primero las medidas preventivas que eviten en origen los impactos y, seguidamente, identificando las medidas correctoras específicas que permitan la corrección o minimización de los impactos residuales.

Este desarrollo ambiental, integrado plenamente en las restantes fases de elaboración de los estudios informativos y los proyectos, debe contar con la oportuna coherencia con los restantes documentos del estudio y/o proyecto, definiendo y valorando estas medidas con el nivel de detalle requerido en cada fase para su correcta interpretación y ejecución.

Como primera medida, lo más eficaz es evitar que los impactos se produzcan, y para ello es necesario el análisis previo de las características del territorio (medio ambiente, geología y geotecnia, hidrología, etc.) y la valoración de los mismos, definiendo y situando aquellos elementos singulares que no deban afectarse. Para desarrollar este trabajo de caracterización medioambiental del territorio resultan de gran utilidad los ortofotoplanos, puesto que ofrecen una imagen muy detallada de la realidad física y natural del medio que previsiblemente resultará afectado por la actuación. Una vez obtenida esta información, el trazado se determina a escala de detalle, buscando una solución técnicamente viable que ambiental y económicamente sea asumible. Se adecuará la tipología de la vía y sus parámetros de diseño a las características del territorio.

Una vez inventariado el medio y analizados los distintos factores medioambientales que confluyen en el entorno es el momento de acometer las restantes fases del estudio o proyecto.

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación



4.2.2. Diseño básico de la infraestructura

El correcto diseño de las obras de infraestructuras en general, y especialmente en aquellos supuestos en los que se afecta a medios sensibles, pasa inexorablemente por la realización de estudios previos medioambientales de calidad, y por su incorporación integral en la fase de definición de los proyectos de infraestructuras.

Al nivel de diseño, se deberá interpretar adecuadamente la caracterización territorial efectuada, y acometer la definición básica de la actuación en cada uno de sus parámetros estructurales, adecuando las características de la vía al medio que atraviesa.

El diseño deberá además incorporar una previsión de futuro, dimensionando

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

adecuadamente los parámetros y servicios que integran la infraestructura para que la actuación tenga una durabilidad que permita disminuir las intervenciones a corto plazo sobre el medio.

4.2.2.1. Trazado

Uno de los aspectos más importantes para definir un sistema viario en un medio sensible radica en el acierto en conjugar las dos geometrías que interaccionan: la geometría de la carretera con la geometría del territorio sobre el que se desarrolla. Como elemento clave para posibilitar este acierto destaca la elección de los parámetros básicos de la carretera: sección, radio mínimo y rampa o pendiente máxima. El objetivo final radica en conseguir que la carretera se adapte al territorio y no al contrario.

Cuando las geometrías son “irreconciliables”, como es el caso de vías rápidas o autovías que discurren por enclaves de orografía accidentada, se hace preciso estudiar la realización de obras especiales como son los grandes viaductos o túneles, que conllevan un incremento de coste extraordinario.

La elección de la categoría de la vía se puede objetivar, realizando un análisis coste-beneficio en el que por un lado se evalúen los incrementos de coste al aumentar la categoría de la vía y por otro se evalúen cuales son los beneficios por menor tiempo de recorrido, mayor seguridad, menor consumo energético, etc.

Pero, además, en esta evaluación de costes hay que considerar el coste medioambiental de la actuación. En el diseño de la tipología de la carretera y de su trazado deberá tenerse en cuenta que las afecciones ambientales no son algo a corregir al final, cuando ya está resuelto el proyecto, sino que constituyen un condicionante de primer orden para la definición de éste, por lo que deben considerarse desde el principio. A la hora de establecer medidas preventivas y correctoras sobre un proyecto para reducir o eliminar los impactos siempre es mejor no producirlos que establecer estas medidas correctoras sobre el conjunto de factores ambientales afectados directa e indirectamente por las obras y actuaciones complementarias o auxiliares. De ahí que en el diseño del trazado y de la tipología de la vía deben tenerse en cuenta en sus análisis iniciales incidencias medioambientales clave, como son:

_El balance de tierras que permita la compensación de materiales del proceso constructivo.

_La fragmentación de hábitats y el efecto barrera para la fauna o para áreas próximas de población.

_Los fenómenos de erosión y/o inestabilidad en los taludes.

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

_Protección del sistema hidrológico, de la fauna y flora, de la contaminación del aire y afección acústica, de los yacimientos arqueológicos, etc.

_Posibilidades de recuperación de la cubierta vegetal de los taludes.

_Integración y recuperación del entorno afectado por la actuación.

_Estética interna de la carretera.

La tipología de los sistemas viarios a definir sobre medios sensibles se corresponderá, por lo general, con carreteras de la red provincial y carreteras intercomarcales, que favorecen la vertebración del territorio sin soportar grandes flujos o densidades de tráfico. De esta manera, estos sistemas viarios tendrán usos compatibles con la interpretación y disfrute del medio por el que discurren, por lo que resultan aplicables criterios de diseño que posibiliten esta adecuación, al tiempo que fomentan un cambio en la actitud en los usuarios de estas vías en relación con el conocimiento y respeto del entorno.

Entre las medidas que se proponen para ajustar las características de estos viarios se incluyen:

_El ajuste del trazado a las características orográficas del entorno, posibilitando una conducción armónica y cómoda, que permita al mismo tiempo disfrutar del paisaje global sin interferir en la seguridad vial.

_La instalación de elementos limitadores de la velocidad: sucesión de curvas y cambios de rasante acordes a la reducción de velocidad deseada; instalación de bandas sonoras; glorietas, etc. Estos criterios resultan fundamentales en carreteras que discurren por zona de relieve suave.

_La instalación de señalización informativa vertical y horizontal, relativa a los valores del medio.

_La puesta en valor de elementos externos a la carretera, como restos arqueológicos, especies vegetales singulares, vías pecuarias, senderos y rutas verdes, etc.

El diseño del trazado de las carreteras que discurren por espacios naturales protegidos o con valores singulares deberá cumplir lo especificado en la Norma 3.1.-I.C. "Trazado". No obstante, podrá justificarse una disminución de las características geométricas, siempre que se mantengan las condiciones necesarias de seguridad en la circulación y cuando quede justificado por la disminución de posibles afecciones al medio natural, cultural y social, atendiendo a lo indicado en el apartado 1.2.- "Objeto y Ámbito de Aplicación" de la citada Norma, que dice textualmente:

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

“En proyectos de carreteras urbanas, de carreteras de montaña y de carreteras que discurren por espacios naturales de elevado interés ambiental o acusada fragilidad, y de mejoras locales en carreteras existentes, podrán disminuirse las características exigidas en la presente Norma justificándose adecuadamente.”

Adicionalmente, la Ley 8/2001, de Carreteras de Andalucía, establece en su Artículo 32:

“Los estudios actuaciones de carreteras que discurran en los espacios naturales protegidos adecuarán su redacción a su entorno mediante su especial tratamiento paisajístico.”

Por consiguiente, la Orden de iniciación del estudio, emitida por la administración competente, determinará la tipología de la infraestructura a estudiar y proyectar en función del medio afectado por su trazado, especificando los parámetros de diseño y las instrucciones especiales que deberán considerarse en la fase de proyecto.

En el diseño de carreteras situadas en espacios naturales donde exista un uso turístico predominante, se debe procurar que el trazado sea lo más homogéneo posible, empleando para ello alineaciones con velocidades específicas similares.

TIPO C-60	
Velocidad de proyecto	60 Km/h
Radio mínimo en planta	130 m
Longitud mínima en recta entre curvas en S	83 m
Longitud mínima en recta resto casos	167 m
Longitud máxima de recta	500 m
Curva de transición mínima en planta	3.1 I.C.
Peralte máximo	7%
Pendiente máxima	6%
Pendiente máxima excepcional	8%
Acuerdos verticales	3.1 I.C.

TIPO C-40	
Velocidad de proyecto	40 Km/h
Radio mínimo en planta	50 m
Longitud mínima en recta entre curvas en S	56 m
Longitud mínima en recta resto casos	111 m
Longitud máxima de recta	300 m
Curva de transición mínima en planta	3.1 I.C.
Peralte máximo	7%
Pendiente máxima	7%
Pendiente máxima excepcional	10%
Acuerdos verticales	3.1 I.C.

Parámetros para el diseño de carreteras tipo C-60 y C-40, según lo especificado en la Norma 3.1.-I.C.- "Trazado".

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación



Trazado de la Autovía A-381

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

En el diseño del trazado de la vía se tendrá en cuenta la existencia de elementos medioambientales o culturales, no sólo a los efectos de evitar su afección, sino con el objetivo de posibilitar su integración en la infraestructura, otorgando a la misma un valor adicional. Éste es el caso de elementos vegetales singulares, bien por su porte o por su especificidad, y de restos arqueológicos.

4.2.2.2. Optimización del Trazado

En la fase de Estudio Informativo de una infraestructura, mediante la aplicación de un análisis multicriterio, se selecciona la alternativa óptima, bajo las diversas variables consideradas, entre las que figuran el menor impacto ambiental, mayor vertebración del territorio, mejor índice coste-beneficio, así como parámetros técnicos más adecuados en cuanto a seguridad, trazado y funcionalidad. Sin embargo, la escala de trabajo implica que la selección se efectúa sobre un corredor básico, sobre el que se pueden producir correcciones de detalle para obtener el trazado definitivo. En el diseño de la infraestructura, cuando se atraviesan medios sensibles o con características ambientales y culturales singulares, la primera medida preventiva a adoptar será la Optimización Ambiental del Trazado, que tiene como objetivo analizar a menor escala las variables ambientales afectadas por el viario, y prevenir la aparición de los impactos mediante modificaciones del trazado en planta o en alzado, compatibles con otros parámetros, como la seguridad.

Para realizar esta optimización, se debe caracterizar el territorio y sus factores ambientales mediante un exhaustivo trabajo de recopilación de información y posterior verificación en el campo, identificando los condicionantes detectados sobre ortofotoplanos o documentación gráfica de detalle, a los efectos de proponer las acciones y correcciones oportunas mediante ajustes de trazado que eviten el impacto o minoren su alcance.

De esta manera, aplicando el principio de prevención, se consigue optimizar el trazado de la vía, lo que repercute finalmente en una disminución de las afecciones que se generan sobre el entorno.

4.2.2.3. Sección Transversal

Considerando la tipología de la vía en el ámbito de un medio sensible, la sección transversal de la carretera deberá analizar las soluciones técnicas necesarias para disminuir la afección al territorio, considerando además el posible uso turístico de la vía. Una de las recomendaciones que se desarrollan en este documento es la creación de carriles-bici y senderos ecológicos paralelos o adyacentes a la vía, complementados con la instalación de miradores y zonas de descanso y de recreo.

En todo caso, para la definición de la sección transversal de la infraestructura deberá considerarse el incremento del tráfico y los posibles usos complementarios que puede tener la vía internamente o que se desarrollen paralelamente a la misma (vías pecuarias,

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

rutas de senderismo, etc), adoptando soluciones que permitan a corto y medio plazo evitar nuevas afecciones sobre el territorio. En el caso particular de los ejes de gran capacidad, el diseño de la sección transversal analizará que las posibles ampliaciones que pueda requerir la infraestructura en el futuro se realicen en el dominio público viario.

La sección transversal cumplirá lo especificado en la Norma 3.1.-I.C.- "Trazado".

4.2.2.4. Drenaje

Las obras de drenaje transversal y longitudinal se definen para permitir una dinámica y un flujo adecuado del sistema hidrológico, permitiendo la continuidad de los cauces temporales o permanentes que resulten afectados por el trazado y la adecuada evacuación de las aguas desde la carretera y sus superficies adyacentes hasta los cauces naturales.

Las nuevas obras de drenaje transversal se proyectarán siguiendo las especificaciones de la Instrucción 5.2.-I.C.- "Drenaje Superficial", adoptando como caudal de cálculo el correspondiente a un periodo de retorno de 500 años. Cuando se proyecte el acondicionamiento de una carretera existente en la que las obras de drenaje transversal se encuentren en buen estado de conservación, se comprobará el régimen hidráulico de funcionamiento de dichas obras, a fin de proyectar la ampliación o sustitución de las mismas.

Las obras de drenaje desempeñan un papel fundamental para garantizar la permeabilidad transversal de la infraestructura para la fauna. Por ello, con independencia de que se habiliten pasos de fauna específicos en los corredores interceptados, las obras de



Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

drenaje transversal se diseñarán para permitir el paso de invertebrados y de pequeños mamíferos, realizando la adecuación de las arquetas y estructuras con rampas de escape en posibles tramos conflictivos.

En los casos de medios con una importancia faunística significativa, se proyectarán mediante marcos de hormigón armado o prefabricados, adaptándose a la pendiente natural del terreno, y evitando obras circulares. Es importante adecuar la entrada y salida de estas obras, mediante la protección adecuada, para evitar la formación de cárcavas por erosión. Para animales de mayor tamaño las obras de drenaje deberán disponer de una orilla seca que pueda ser utilizada por la fauna como paso en condiciones de régimen hidráulico normal.

Desde el punto de vista paisajístico se adoptarán medidas que minimicen el posible impacto de las cunetas laterales, bajantes y canalizaciones, empleando revestimientos de mampostería, escollera con materiales del lugar, hormigón impreso o tintado, y cualquier otra técnica que posibilite su adecuada integración en el medio.

4.2.2.5. Estructuras de Contención

Estos elementos constructivos desempeñan un papel muy importante en los procesos de estabilización de superficies y para disminuir altura de desmontes y terraplenes.

En obras localizadas en el ámbito de medios sensibles se procurará utilizar preferentemente muros de mampostería o muros de contención de escollera colocada u hormigonada, en lugar de muros de hormigón. En caso de ser necesario el empleo de muros de hormigón, se cuidará el aspecto estético de su terminación, revistiéndolos con piedras de la zona o utilizándose técnicas de acabado en hormigón impreso.

Si se proyectan muros de tierra armada, se emplearán acabados de aspecto de piedra o materiales similares a los existentes en el entorno en color y textura.

4.2.2.6. Firmes

El firme es, junto con los desmontes y terraplenes de la carretera, uno de los elementos que aporta una caracterización más directa de la carretera al usuario, a través de su apariencia, de su regularidad y de su sonoridad.

El diseño estructural del paquete de las capas del firme se deberá calcular para los tramos de nueva planta de acuerdo con la "Instrucción para el Diseño de Firmes de la Red de Carreteras de Andalucía", realizándose los cálculos con el programa ICAFIR, de la Dirección General de Carreteras. Para los tramos de refuerzo sobre carreteras existentes se aplicará la "Instrucción de Carreteras 6.3.- I.C.- "Refuerzos de Firme".

En los casos de acondicionamiento o refuerzos de firme se estudiará la viabilidad de aplicar técnicas de reciclado "in situ", tanto de las capas bituminosas como de las capas

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

granulares, al objeto de evitar en lo posible el empleo de zonas de préstamo y vertederos de materiales.

En aquellos tramos de calzada en los que se puedan generar incidencias por contaminación acústica debido a la rodadura de los vehículos se recomienda la utilización de mezclas porosas, que disminuyen la superficie de contacto con el neumático y reducen los niveles sónicos, mejorando además el confort de la conducción bajo la lluvia.

En relación con los firmes especiales resultan de gran interés los firmes coloreados por su capacidad para integrarse en el paisaje e inducir un cambio de apreciación, por lo que pueden ser utilizados para favorecer la adecuación de la conducta de los usuarios que atraviesan un territorio singular.

Los firmes especiales contribuyen además a diferenciar la funcionalidad de la calzada. Así, cuando se atraviesa a nivel una vía pecuaria, la transición de firme en el ancho de la vía pecuaria permite diferenciar el predominio de la vía pecuaria sobre la carretera. En todo caso, la adopción de estas medidas deberá garantizar la seguridad vial de la carretera y de los usuarios de la vía pecuaria, evitando siempre la incorporación de materiales que puedan resultar deslizantes.



Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

Así mismo, en la fabricación de ligantes y productos bituminosos se estudiará la aplicación de materiales reciclados, como son el caucho procedente de neumáticos y otros materiales de similares características.

En relación con los tramos de calzada que queden sin uso por construcción de una obra nueva o por acondicionamiento de su trazado, se analizará la posibilidad de acometer una adecuación de estos tramos para su uso como carril bici o como corredor ecológico, siempre que la longitud y la funcionalidad de la calzada antigua sea la requerida.

En el supuesto de pequeños tramos de calzada que no den servicio a parcelas y colindantes, y tampoco reúnan las características para carril bici o corredor verde, se estudiará la posibilidad de implantar áreas recreativas, miradores u otras instalaciones de carácter medioambiental, o bien se procederá a su recuperación medioambiental mediante retirada del paquete de firme y traslado a vertedero autorizado, aporte de tierra vegetal y posterior restauración paisajística.

4.2.2.7. Señalización vertical

La señalización se constituye como uno de los equipamientos del sistema viario que aporta mayor información al usuario, por lo que su adecuación permitirá una mayor caracterización de esta tipología de viario.

Cualquier tipo de señalización vertical que se implante en el ámbito de la carretera siempre deberá dar cumplimiento a la Instrucción de Carreteras Norma 8.1-I.C. de "Señalización Vertical".

4.2.2.8. Señalización horizontal

La señalización horizontal deberá adecuarse a la Norma de Carreteras 8.2-I.C. de Marcas Viales.

En cuanto a los materiales a aplicar, existen en el mercado pinturas para la señalización horizontal de base ecológica cuya utilización resulta especialmente indicada en medios con valores singulares.

4.2.2.9. Defensas

Resulta indudable que las barreras de seguridad son elementos susceptibles de ser adecuados en medios sensibles para posibilitar su integración en el entorno, aumentando además el carácter estético de la vía sin disminuir su funcionalidad. De este modo se utilizarán, entre otras, barreras de seguridad mixtas de metal-madera, cumpliendo en todo caso la normativa sectorial vigente.

Otra alternativa que cumple todos los requisitos de seguridad vial es la utilización de barreras de seguridad convencionales, según los modelos existentes, revestidas con

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

planchas de madera. Esta alternativa ha sido utilizada en las obras de ornamentación, principalmente en zonas urbanas.

En los casos más desfavorables por la velocidad de la vía o por los índices medios de vehículos existe la posibilidad de colocar barrera de seguridad convencional, integrada en el medio mediante la aplicación de tintes cromáticos. El color de la barrera deberá seleccionarse en función de la dominancia cromática existente en el entorno.

En carreteras de montaña, la creación de muretes ejecutados con piedra del lugar es una solución tradicional y útil que permite mejorar la integración de la carretera.

4.2.2.10. Superficies y pendientes

Los estudios geológicos y geotécnicos que se acometen con carácter previo a la definición de una infraestructura permiten identificar los riesgos geológicos existentes en el entorno y determinar las pendientes estables para taludes de desmonte y terraplén, así como cimentaciones, medidas técnicas para estabilizar taludes, etc.

En carreteras en medios sensibles, el diseño de los taludes y las soluciones técnicas que se aplican sobre los mismos deberán tener en cuenta las características del medio, reproduciendo en la medida de lo posible las pendientes del terreno natural, y generando superficies que posibiliten su integración paisajística mediante la aplicación de plantaciones, siembras y otras técnicas de revegetación.

En cualquier caso resulta imprescindible evitar la creación de superficies de talud con grandes dimensiones, por lo que se adoptarán soluciones técnicas para disminuir la altura del talud, como son el ajuste de la rasante, muros de tierra armada, hormigón impreso o acabado en mampostería, escollera, etc. Cuando ésta supere los 15 m. se analizarán otras soluciones, como la utilización de viaductos y estructuras en sustitución de los terraplenes, y falsos túneles, modificación de la rasante o creación de bermas en desmontes.

En los supuestos de fuertes pendientes se adoptarán medidas que posibiliten su integración, entre las que destacan la utilización de muros verdes, geomallas, gunitado ecológico, etc.

El tendido de los taludes es una medida que favorece la restauración vegetal, pero aumenta la superficie ocupada y alterada, por lo que su adopción como medida correctora en el diseño de la carretera debe analizarse según el valor de las superficies que afectaría.

4.2.2.11. Balance de Tierras

En el diseño de la infraestructura se han de aplicar ajustes sucesivos en la definición de la planta y del alzado de la carretera en relación con los condicionantes

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación



Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

medioambientales, con la información geotécnica y con el diagrama de masas, a los efectos de conseguir el objetivo de la compensación de tierras, con incidencia tanto medioambiental como de costes de la infraestructura.

Para ello se habrá de jugar con la planta, con el alzado, con los viaductos, con los taludes, con los materiales de la traza y de fuera de ella.

Con frecuencia la afección al territorio por una infraestructura se debe más a la apertura de canteras, extracción de materiales de préstamos, generación de escombreras y vertederos, que a la propia excavación del trazado. Todas éstas son intervenciones que tienen capacidad de modificar sustancialmente el paisaje circundante a la obra.

Para evitar este efecto, se habrá de intentar obtener el equilibrio de las tierras y materiales dentro de la propia carretera, compensando los tramos de excavación con tramos de aporte. Naturalmente esto no es siempre posible, ya que los materiales de excavación pueden no ser aptos para núcleo de terraplén, lo que determina la necesidad de buscar préstamos y ubicar vertederos de sobrantes. Se recurrirá preferentemente a canteras y vertederos ya existentes y legalizados, que deben quedar identificados en el proyecto. Si es necesario abrir nuevas ubicaciones, se requerirá la oportuna autorización del organismo competente, y según los materiales o la ubicación, un procedimiento de prevención ambiental.

Podrá estudiarse la aplicación de técnicas contrastadas que permitan la reutilización de materiales no aptos en el proceso constructivo mediante procesos de reciclado o de estabilización, generando con esta medida menores incidencias en relación con los requerimientos de material y disminuyendo las distancias de transporte. En el caso de las arcillas expansivas, por ejemplo, pueden utilizarse técnicas de estabilización con cal.

Igualmente, al realizar un desmonte o los ramales de un enlace, pueden quedar unos enclaves aislados o promontorios de reducidas dimensiones que convendrá suprimir, dado que pueden estar interceptando la visión del paisaje.

En el caso de variantes o mejoras de trazado se procurará la supresión de los restos de carretera abandonados que no den servicio a parcelas. Se tratará de aproximar la topografía de estas zonas a la morfología inicial del paisaje, y ello puede implicar rellenar, al menos parcialmente, los desmontes abandonados y suavizar los terraplenes abandonados.

En el análisis del balance de tierras, y a los efectos de posibilitar su compensación, se aplicarán técnicas contrastadas que permitan la reutilización de materiales no aptos en el proceso constructivo mediante procesos de reciclado o de estabilización,

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

generando con esta medida menores incidencias en relación con los requerimientos de material y disminuyendo las distancias de transporte.

Se fomentarán las líneas de actuación que posibiliten la reutilización de residuos, integrándolos en los procesos constructivos al objeto de mejorar el medio ambiente mediante su eliminación, elevando las prestaciones técnicas de la infraestructura. Por otro lado, se propone la utilización de materiales reciclados para la formación de las explanadas y los paquetes de suelo seleccionado. En este caso pueden reciclarse, por machaqueo, las zahorras y los paquetes de firmes provenientes de antiguas calzadas.



Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

4.2.2.12. Reposiciones y equipamientos

El diseño del trazado debe contemplar la reposición de todos los servicios y equipamientos afectados por la construcción de la carretera, incluyendo:

- _Camino agrícolas.
- _Redes de riego y cauces.
- _Vías pecuarias, vías verdes, carriles-bici y senderos ecológicos.
- _Pasos ganaderos.
- _Servicios de telefonía, agua y electricidad.

La reposición debe planificarse con previsión de futuro, incorporando un equipamiento dimensionado para poder realizar ampliaciones que no impliquen necesariamente una nueva intervención constructiva.

4.2.3. Definición de medidas preventivas y correctoras

Las acciones desarrolladas en la fase de diseño previo del trazado y definición de la infraestructura se constituyen como la primera acción preventiva para evitar incidencias sobre el entorno y sus valores, ajustando la infraestructura a las características del medio.

Adicionalmente deberán adoptarse un conjunto de medidas preventivas, orientadas principalmente a evitar la generación de incidencias por actividades inherentes al

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

proceso constructivo, y finalmente las medidas correctoras de las afecciones directas e indirectas que ocasione la infraestructura sobre el medio.

El conjunto de medidas preventivas y correctoras que se incorporan en estas recomendaciones representan únicamente una guía general que el equipo técnico que define la actuación deberá desarrollar hasta el nivel requerido para su ejecución en función de las características particulares que confluyan en cada caso.

4.2.3.1. Medidas de protección de la calidad del aire.

Las medidas de protección de la calidad del aire se aplican para la fase de ejecución de obras y para la fase de explotación. Entre las medidas de carácter general, muchas de ellas generalmente solicitadas en los condicionados del órgano ambiental, destacan:

_Aplicación de riegos periódicos en los viarios de maquinaria y caminos de obra, así como en las instalaciones auxiliares o zonas de movimiento de tierras y de tránsito de vehículos, evitando la generación de polvo y partículas en suspensión. Medida a adoptar en épocas secas.

_Entoldado de las cajas de camiones de obra, cuando transporten material seco y suelto desplazándose fuera de la zona de obras, para evitar emisiones de polvo y partículas en suspensión.

_Optimización de las voladuras de material, escogiendo el momento adecuado para evitar molestias, según parámetros climatológicos como incidencia del viento.

_Evitar trabajos nocturnos que impliquen generación de ruidos en zonas próximas a núcleos de población.

_Seguimiento periódico de las emisiones para garantizar el cumplimiento de la normativa aplicable.

_Creación de pantallas vegetales en las medianas y formaciones de bosquetes en los tramos de calzada en los que puedan presentarse molestias relacionadas con los gases de combustión de los vehículos durante la fase de explotación, siempre que no interfieran en las condiciones de visibilidad.

_Protección acústica de núcleos de población, viviendas aisladas y zonas de especial sensibilidad para la fauna, mediante la instalación de pantallas naturalizadas, y otras medidas de protección como asfalto tipo poroso y limitación de la velocidad, de manera que no superen los parámetros umbral que establece la normativa.

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

4.2.3.2. Pantallas acústicas

Cuando una carretera se diseña sobre un medio sensible y se detectan incidencias relacionadas con la contaminación acústica, es recomendable estudiar otras soluciones alternativas a las pantallas sónicas de tipo estándar. Las pantallas deben evitar producir en un medio sensible o protegido una fragmentación de hábitats por afección a la movilidad de la fauna. Deben además posibilitar la visibilidad del entorno por el que discurre, ya que ello permite la sensibilización al conductor.

Cuando el análisis previo de los datos de tráfico lo determinen, será preciso estudiar soluciones que incidan sobre el diseño básico de la infraestructura como depresión de la rasante, firmes porosos, reducción de la velocidad, etc.. Sólo si no se consiguen los resultados esperados con este tipo de soluciones se proyectarán pantallas que no resulten agresivas al medio, de fácil integración en el entorno, y que presenten una viabilidad técnica contrastada.

Una solución óptima es la creación de caballones de tierra revegetados, que presenta como único inconveniente necesitar generalmente de una superficie adicional de expropiación.

4.2.3.3. Medidas de protección del sistema hidrológico superficial y subterráneo

Las afecciones sobre el medio hídrico inciden sobre la calidad o sobre el flujo de las aguas. La importancia de este factor y su influencia sobre el estado de otros factores relacionados (vegetación, suelos...) aconseja evitar cualquier afección innecesaria a cursos de agua superficial y subterránea, bien por ocupación temporal o permanente, bien por vertidos contaminantes durante las fases de construcción y de explotación. Entre las medidas que pueden aplicarse se encuentran:

_Señalización y balizamiento específico de los cursos de agua, sus márgenes y vegetación asociada, con objeto de limitar el acceso directo de maquinaria, o su afección por acopios de materiales.

_Establecer los desvíos temporales y los caminos de obra fuera de los cauces. Cuando el proceso constructivo requiera la alteración parcial de estos medios se adoptarán las medidas correctoras necesarias para garantizar su recuperación y potenciación. Cuando sea necesario atravesarlos mediante caminos provisionales, se dotarán de tubos que permitan evacuar con suficiencia los caudales.

_Se evitará ubicar parques de maquinaria, acopios de materiales o instalaciones auxiliares en las inmediaciones de cursos de agua, zonas con freático subsuperficial o puntos de recarga.

_Se diseñarán y ejecutarán las medidas necesarias para garantizar la continuidad de los cursos de agua con estructuras y sistemas de drenaje sobredimensionados que

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

permitan su utilización como paso de fauna, de acuerdo con las recomendaciones del apartado 4.2.2.4 de este manual.

_El proyecto contemplará la reposición de canalizaciones de agua y demás servicios afectados.

_Cuando se trate de un medio de elevado valor de conservación y ante la posibilidad de ingreso accidental de contaminantes en el sistema hidrológico, se adoptarán las medidas adecuadas, como balsas de decantación, ubicadas en zonas deprimidas del terreno que no supongan afección a enclaves de elevado valor. La incorporación de estas balsas supondrá asimismo la definición de los trabajos de conservación requeridos durante la fase de explotación.

_Durante la fase de construcción y en la fase de explotación se recomienda el seguimiento analítico de los cauces que alberguen especies vulnerables o en peligro de extinción, para verificar la ausencia de contaminación generada por las obras o por el uso de la vía.

En cauces de gran valor ecológico, con presencia de vegetación de ribera desarrollada, deben estudiarse soluciones constructivas que eviten la afección directa del cauce, por colocación de las pilas en el cauce y sus márgenes, o por la creación de plataformas de tierra para situar las grúas que colocan las vigas.



Construcción de viaducto sobre la Garganta de Juan Ramos, Autovía A-381.

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

4.2.3.4. Medidas de protección del suelo y la geomorfología

La adopción de medidas sobre la capa superior del suelo y sobre la geomorfología tiene una incidencia notable sobre el paisaje y sobre la capacidad de integración de la vía en su entorno.

Una medida indispensable es la retirada selectiva de la cobertura edáfica, o capa superior del suelo, con mayor contenido en materia orgánica, realizando de inmediato su almacenamiento y conservación en zona controlada para su utilización posterior en los procesos de revegetación mediante aporte sobre las superficies a restaurar con un espesor medio entre 20 y 40 cm según pendiente y características de los taludes. Los sobrantes no deben ir nunca a vertedero, pudiéndose reutilizar en obra con capas de mayor espesor en zonas llanas.

En los acopios temporales, la tierra vegetal deberá quedar limpia de piedras de gran tamaño y restos vegetales resultantes de poda o arranque. El acopio puede realizarse en cordones laterales a la traza, o en parcelas de acopio, depositándolas en este caso mediante tongadas de 50 cm. con aporte de materia orgánica en cada capa.

El buen uso y gestión de la tierra vegetal es sin duda uno de los elementos básicos para la correcta integración y revegetación de la carretera.

Medidas eficaces son también aquellas que afectan al diseño y acabado final de los taludes. Como criterios generales a estudiar en cada caso pueden recomendarse, además de las citadas en el apartado 4.2.2.9:

_Redondeo de las aristas de los taludes para evitar la aparición de líneas rectas en el paisaje. Así mismo se cuidará la transición de desmonte a terraplén.

_En terrenos rocosos o con material heterogéneo se evitará dejar la superficie lisa, ya que ello favorece el sostenimiento de la tierra vegetal y la instalación de la vegetación.

Considerando que los medios sensibles presentan valores singulares, con el objetivo de preservar estos recursos del ecosistema, la localización de escombreras y vertederos quedará preferentemente localizada en el exterior de estos espacios, salvo autorización expresa por el órgano ambiental, debiendo trasladar el material y residuos sobrantes hasta zonas legalizadas. Puede ser en cambio favorable la legalización de un vertedero de tierras dentro de un medio sensible cuando se justifique su creación como medida correctora de un impacto medioambiental previo, como puede ser la existencia de una explotación abandonada o de una zona con una fuerte alteración, cuidando su diseño, y evitando en cualquier caso afecciones a los recursos naturales de mayor valor y al paisaje, adoptando las medidas de revegetación e integración oportunas.

Las zonas de extracción de los materiales requeridos para el proceso constructivo

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

(canteras, graveras y préstamos) se ubicarán preferentemente en el exterior de los medios sensibles, salvo que existan explotaciones autorizadas. En cualquier caso, se vigilará el estricto cumplimiento de lo dispuesto en la normativa de protección ambiental y en la legislación sectorial. Se utilizarán preferentemente las explotaciones autorizadas existentes en las proximidades de la obra para reducir la incidencia sobre el tráfico y disminuir los costes de transporte.

4.2.3.5. Medidas de protección de los usos del suelo

Como primera medida sobre los usos del suelo, se debe proceder a la definición, replanteo y balizamiento del área de expropiación y ocupación de terrenos en la fase de obra, evitando cualquier intrusión en las zonas que queden delimitadas externamente al balizamiento.

La ubicación del parque de maquinaria y otras instalaciones auxiliares evitará terrenos de vegetación densa, zonas con cultivos, cursos de agua superficial y subterránea o zonas que puedan generar incidencias sobre la capa freática.

Durante la redacción del proyecto se acometerá un estudio detallado de los viales de acceso, situándolos dentro de las zonas de expropiación, superficies de ocupación temporal o caminos existentes, y evitando los recursos del medio que presenten mayor singularidad. Los caminos que sea necesario abrir serán convenientemente restaurados antes de la finalización de las obras mediante descompactación y revegetación.

Del mismo modo se procederá a la restauración de zonas ocupadas por instalaciones o servicios de las obras, e incluso los tramos de calzada de la antigua carretera que queden sin uso.

4.2.3.6. Medidas de protección sobre la vegetación

En la fase de diseño del trazado se adoptarán las medidas necesarias para garantizar la protección de la vegetación natural y cultivos de especial interés existentes en el entorno, minimizando su afección. Cuando la incidencia no pueda ser eliminada mediante modificaciones de trazado, se adoptarán medidas de transplante de los elementos afectados en otras ubicaciones de la infraestructura. Si técnicamente no fuese viable esta solución por los condicionantes del terreno o por la tipología de la especie, se incluirá la reposición de unidades de vegetación en el proyecto de restauración.

Con carácter previo al inicio de las obras se procederá al replanteo de la zona de obras, delimitando y balizando la zona de afección para evitar incidencias sobre el entorno circundante. Aquellas especies vegetales singulares que queden en las inmediaciones del trazado, dentro de la banda de expropiación, y no queden afectadas directamente por el proceso constructivo, serán balizadas y protegidas a los efectos de incorporarlas como elementos estructurales de la propia carretera, otorgando un valor añadido a la infraestructura.

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

En los supuestos de masas forestales o de vegetación singular se requerirá la correspondiente autorización para tala y desbroce de vegetación, según lo dispuesto en la Legislación Forestal vigente.

Los restos de vegetación procedente de la tala y desbroce serán tratados o eliminados convenientemente, evitando su quema en épocas de riesgos de incendios, según la legislación vigente.

En zonas con formaciones vegetales susceptibles de sufrir incendios se adoptarán las correspondientes medidas preventivas de control de incendios forestales, elaborando y aplicando el correspondiente plan.

Los trabajos de restauración y recuperación ambiental y paisajística de las superficies neoformadas o afectadas por las obras se desarrollarán en un proyecto independiente del proyecto de construcción, el Proyecto de Restauración Paisajística de la infraestructura. En este proyecto se identificarán y describirán las distintas unidades de obra con el nivel requerido para su ejecución, seleccionando prioritariamente elementos autóctonos y técnicas que posibiliten la recuperación de la cubierta vegetal, el tratamiento paisajístico, ecológico y ornamental de la obra y la corrección de procesos erosivos.

En el proyecto de restauración se estudiará la inclusión de la revegetación con especies de ribera de los lechos de los cauces y de terraplenes susceptibles de inundaciones.

4.2.3.7. Medidas de protección de la fauna

Como primera medida de carácter preventivo se procederá a realizar los estudios de

Vallado de cerramiento de paso de fauna con rampa de escape



Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

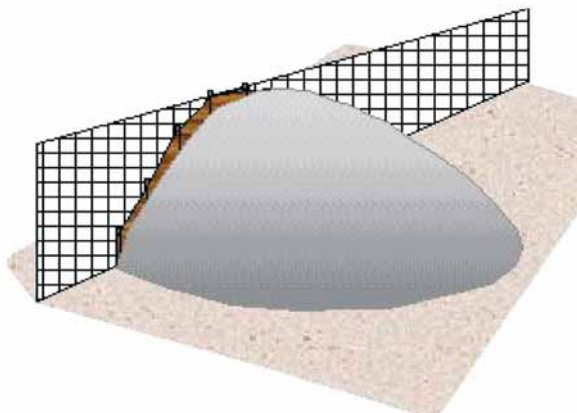
caracterización faunística del territorio, a los efectos de determinar las especies que habitan el hábitat de manera directa o que frecuentan la zona estacionalmente. Esta caracterización permitirá además localizar los corredores o pasillos faunísticos que deberán reponerse para garantizar la permeabilidad de la infraestructura, y determinar la necesidad de aplicar medidas específicas.

Una vez identificados los pasillos faunísticos, y la presencia de especies de interés, se dispondrán las medidas necesarias para garantizar la permeabilidad mediante pasos de fauna al mismo o a distinto nivel, en función de las características del sistema viario, de la fauna que utiliza el corredor, y de las condiciones del trazado y su seguridad vial.

Una medida habitual es la adecuación de las obras de drenaje transversales para su posible utilización como paso de fauna, adaptando las arquetas y obras mediante la colocación de rampas de acceso y escape que permitan la transitabilidad de las mismas. Sin embargo, la aplicación de estas medidas y el diseño específico de las mismas debe estudiarse en cada caso, según las características de la vía y de las especies de fauna a las que están destinadas.

Cuando se afecte a enclaves de elevada importancia faunística por obras de carreteras convencionales, que no correspondan a los ejes de gran capacidad de la red viaria, puede ser necesario adoptar medidas disuasorias para evitar que la fauna pueda atravesar la calzada y evitar riesgos de atropellos. Entre otras, pueden estudiarse medidas de reducción de velocidad en tramos conflictivos con instalación de señales, rotondas y ralentizadores; vallados de la carretera en zonas de tránsito de fauna; adecuación de obras de drenaje y estructuras para favorecer su uso por la fauna; elementos de disuasión para el tránsito de animales en el resto del trazado.

Los vallados deben ser diseñados en función del tipo de fauna que puede ser afectada. En general son recomendables los vallados progresivos, con mallas de luz más pequeñas en la zona inferior, para evitar el acceso de animales pequeños, enterrados en el suelo al menos 20 cms. Para animales como anfibios o camaleones, es útil la instalación de una banda de plástico rígida en la zona inferior y enterrada varios centímetros, colocada en la zona exterior a la carretera.



Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

Para carreteras valladas, en tramos largos, debe estudiarse la necesidad de situar rampas de escape, que permitan que la fauna que entre en la carretera por enlaces o roturas en la valla pueda volver a salir. Las soluciones constructivas pueden ser diversas y han de estudiarse en cada caso.

La ejecución de las obras de construcción o acondicionamiento deberán programarse fuera de las épocas de cría, especialmente cuando se contemplen procesos constructivos que puedan inferir en la reproducción de las especies. Entre otras acciones se coordinarán las actividades que impliquen voladuras o movimientos de tierra en el entorno de comunidades faunísticas de interés durante el período de reproducción y cría de las mismas.

Pasos de fauna

Entre los efectos que las infraestructuras viarias causan sobre la fauna cabe destacar el efecto barrera y el incremento del riesgo de atropello. Con objeto de minimizar estos



Vallado con banda de plástico



Batería de pasos para anfibios en carreteras del entorno de Doñana.

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación



impactos se recomienda la construcción y/o adecuación de pasos de fauna, al ser la fauna uno de los componentes de los sistemas naturales que resulta más directamente afectado cuando se construye una nueva infraestructura.

Un aspecto fundamental en la permeabilización de infraestructuras mediante pasos de fauna es la selección de la ubicación de los pasos. Para ello es imprescindible apoyarse en un estudio faunístico con el nivel de detalle y especificidad requerido, y tener en cuenta los siguientes criterios, establecidos en el Manual "A European Handbook for identifying conflicts and designing solutions (COST 341, Habitat Fragmentation due to transportation infrastructure)":

- _Ubicar pasos en rutas de desplazamiento habituales y zonas de elevada actividad por parte de las especies que los tienen que utilizar.
- _Evitar tramos con grandes desmontes y terraplenes.
- _Evitar sectores con perturbación derivada de actividades humanas.
- _Aprovechar las potencialidades derivadas de la orografía y acondicionar todas las estructuras que crucen fondos de valle.
- _Favorecer la permeabilización en sectores de interés faunístico.

La tipología de los pasos de fauna se definirá con la base de los datos obtenidos en la caracterización faunística temporal o permanente del territorio, adaptando el diseño de los mismos a las características de las especies faunísticas. En cualquier caso, deberán adoptarse tipologías contrastadas técnicamente en otras obras de infraestructura, adecuando en caso necesario los parámetros de diseño de la carretera.

Los pasos estarán debidamente acondicionados, evitando superficies excesivamente artificiales (metal o cemento) o saltos de nivel, mediante el aporte de tierra o arena.

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

El vallado formará un embudo que conduzca hacia el paso de fauna, reforzando el efecto con plantaciones en el entorno.

Durante la fase ejecución de las obras, y posteriormente en los primeros años de explotación, puede ser necesario realizar un seguimiento específico sobre los pasos de fauna y sobre las restantes medidas que pueden tener incidencia directa sobre éstos, a fin de determinar su eficacia.

Asímismo se tendrán en cuenta los siguientes criterios a la hora de permeabilizar las estructuras lineales con pasos de fauna:

_En las obras de drenaje se proyectarán las rampas que permitan su utilización por la fauna, evitando que queden atrapadas en ellas.

_Los pasos inferiores compartidos por fauna y vehículos deberán diferenciar claramente los espacios dedicados a cada uso.

Elementos específicos para reducir la frecuencia de los atropellos de fauna

Las experiencias realizadas sobre fauna, especialmente con cérvidos, por la incidencia de luz roja resultante de la reflexión causada por la incidencia de los faros de los vehículos sobre reflectores laterales colocados en los hitos de arista de la calzada, muestran una reducción aparente de la frecuencia de los accidentes por atropello.

Estos reflectores emiten una luz roja campo adentro, y se crea una barrera óptica de alarma que induce al animal a detenerse o a huir sin atravesar la carretera. En cuanto ha pasado el vehículo, los reflectores dejan de emitir la luz roja y el animal puede cruzar sin peligro.

Una de las ventajas que ofrece este tipo de reflectores es que se ponen en funcionamiento tan sólo cuando se acerca el vehículo, sin embargo su mantenimiento para que resulten efectivos requiere una dedicación especial. Además, está contrastado que algunos animales acaban adaptándose a los reflectores, por lo que éstos pierden



Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

su efectividad después de unos meses de su implantación. Por consiguiente, la adopción de esta medida deberá quedar plenamente justificada a través de los estudios específicos que se realicen, y sólo cuando no existan otras alternativas capaces de garantizar la disminución del riesgo de atropellos.

Para cortos periodos de tiempo se recomienda la utilización de barreras olfativas consistentes en unos líquidos repelentes para determinadas especies que se aplican sobre estacas o árboles situados en los bordes de las carreteras. Los repelentes pierden su efectividad pasados unos días, por lo que hay que renovar la aplicación periódicamente, cada dos o tres semanas, lo que aconseja que su gestión y mantenimiento sea asumido por el personal de Medio Ambiente. En todo caso es un sistema que no permite el paso de la fauna por zonas en las que pueden producirse



Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

atropellos, por lo que se deberá justificar su aplicación cuando existan pasos suficientes para la fauna que garanticen la permeabilidad transversal en cada proyecto específico.

Otra alternativa que deberá estudiarse es la utilización de mezclas asfálticas con mayor índice de generación de ruidos por la rodadura de los vehículos. Esta medida debe cuantificarse y valorarse adecuadamente, puesto que su incidencia sobre el medio radica en una mayor perturbación por contaminación acústica en el entorno, y en un descenso del confort sonoro del usuario de la vía.

Ralentizadores de tráfico

Los ralentizadores de tráfico pueden resultar de gran utilidad en las intersecciones de carreteras con corredores faunísticos. Su función es disminuir la velocidad de los automóviles en zonas de carreteras convencionales donde se constate la presencia de pasillos faunísticos, disminuyendo así el riesgo de atropello. Su colocación en el viario deberá quedar perfectamente señalizada para que no incida en la seguridad vial de la carretera, reforzando su señalización con señales de paso de fauna para que puedan ser correctamente interpretadas por los usuarios de la vía.

Pantallas elevadoras de vuelo

Las carreteras pueden actuar en ocasiones como una barrera para aves que se desplazan cerca del suelo. Con objeto de evitar el atropello de aves pueden adoptarse medidas que obligan a elevar el vuelo mediante la plantación de una pantalla vegetal a ambos lados de la carretera. La instalación de esta medida está particularmente indicada en las intersecciones de cursos fluviales con infraestructuras lineales. Así mismo las pantallas vegetales pueden prevenir el atropello de murciélagos ya que se ha observado que los murciélagos tienden a seguir las estructuras lineales en su vuelo, por lo que dos líneas de árboles separadas entre sí por un pequeño espacio canaliza los desplazamientos de los murciélagos evitando su acceso a la calzada.

4.2.3.8. Medidas relacionadas con el paisaje

La principal acción preventiva para evitar incidencias sobre el paisaje deberá adoptarse en la fase de diseño de la infraestructura, favoreciendo los ajustes del trazado que posibiliten una adecuada adaptación de la infraestructura al territorio, disminuyendo así la huella que genera una intervención de estas características. De igual forma, la sustitución de terraplenes y desmontes de gran altura mediante viaductos y falsos túneles en ubicaciones permiten una mejor integración de la infraestructura en el paisaje.

Para corregir los impactos residuales que aun persistan una vez definida la carretera con coherencia funcional y territorial existen distintas medidas correctoras, entre las que destacan la aplicación de los Proyectos de Restauración Paisajística, y la utilización de soluciones técnicas que permitan la máxima integración, como:

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

_Revegetación de taludes y demás superficies o zonas afectadas o neoformadas.

_Alternancias suaves e integradas entre trincheras y terraplenes, incluyendo el redondeo de aristas en cabecera y pie de talud.

_Adecuación de las pendientes según las formas dominantes en el entorno y las características geotécnicas del medio.

_Empleo generalizado de soluciones integradas en el paisaje: muros verdes, muros de tierra armada, mampostería, hormigón impreso, etc.

_Realización de apantallamientos vegetales para corregir intrusiones visuales no deseadas.

_Empleo de vallas de seguridad integradas cuando las características del medio así lo requieran (zonas con densa vegetación, áreas de recreo y descanso, miradores, etc).

Como variante a las barreras de seguridad con terminación en madera están las biondas cromáticas. En los dos casos se pueden utilizar como medida para reclamar la atención del usuario en relación con las excepcionales características de un enclave territorial.

Restauración paisajística

Los tratamientos de naturalización de los taludes, tanto de desmontes y terraplenes como de intersecciones, isletas e instalaciones auxiliares, cumplen una doble función: de una parte se revegetan las superficies neoformadas o degradadas por las obras de la infraestructura, facilitando su integración en el entorno; de otra, se protege el suelo contra la erosión.

Estos tratamientos son habituales en las obras de infraestructura a través de la ejecución de los Proyectos de Restauración Paisajística. Sin embargo, en los espacios o medios sensibles deben adoptarse soluciones técnicas que faciliten los procesos de revegetación con elementos autóctonos del medio, reproduciendo el paisaje circundante en relación con los valores naturales existentes en el mismo.

La integración paisajística de una infraestructura depende en gran medida de las soluciones técnicas que se adopten en la fase de diseño de la actuación, tanto al nivel del diseño del trazado y de la generación de pendientes suaves, como de la adecuada gestión del sustrato vegetal para su aporte sobre las superficies, y las unidades de restauración que se definan en el proyecto de restauración para posibilitar su adecuada integración en el medio. Todo ello cumplimentado con una adecuada ejecución, con la aplicación de trabajos de conservación y mantenimiento durante al menos dos años, y con el seguimiento y vigilancia de los trabajos para poder verificar el cumplimiento de objetivos ambientales previstos.

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

Entre las soluciones que se suelen adoptar en las obras de infraestructura para garantizar una correcta integración de las mismas en el entorno se encuentran:

_Tendido de taludes para favorecer los procesos de restauración vegetal y la integración de las superficies neoformadas generadas por las obras. El parámetro umbral por encima del cual resulta compleja la implantación de la cubierta vegetal en el talud se establece para pendiente superiores a 1H/1V, si bien existen otras soluciones que pueden adoptarse como muros verdes, muros ecológicos o geotextiles, que pueden permitir la implantación de vegetación.

_Colocación de bermas intermedias en taludes de grandes dimensiones. Esta medida posibilita una integración parcial de la superficie, puesto que queda condicionada por las pendientes de los taludes intercalados entre las bermas.

_Terminación de los taludes aplicando los trabajos de refino y perfilado requeridos para la correcta ejecución del aporte y extendido de la tierra vegetal, y de las siembras y plantaciones.

_Aporte de tierra vegetal sobre las superficies a restaurar. La capa edáfica será extendida eliminando restos de material grosero y aplicando la regularización de superficies.

_Plantación con especies vegetales autóctonas o propias del medio a restaurar. La mejor selección de especies se obtiene con la propia observación del territorio, donde además se definen los marcos de plantación y la sectorización del trazado que deberá acometerse para reproducir el paisaje circundante en los distintos tramos de la carretera.

Los marcos de plantación interpretarán el entorno circundante. En este sentido, se recomiendan:

_Marcos entre 5.000 Uds/Ha y 1.500 Uds/Ha, cuando el entorno corresponda a masas arboladas densas para el primer caso, y masas dispersas arboladas con elementos arbustivos para el segundo.

_Marcos comprendidos entre 1.500 Uds/Ha y 800 Uds/Ha., cuando el predominio corresponda a pastizales con escasos elementos arbóreos y arbustivos. En este caso se deberá complementar el tratamiento de restauración de superficies con las hidrosiembras y siembras que permitan recuperar las superficies herbáceas dominantes.

Las siembras e hidrosiembras perseguirán una doble función: de una parte la implantación rápida de una cubierta vegetal sobre la superficie, de manera que se eviten en parte los procesos erosivos; de otra, la implantación a largo plazo de los elementos vegetales representados en el entorno o con potencialidad de hacerlo. Por consiguiente, la definición de la composición de semillas en estas técnicas jugará un papel fundamental.

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación



Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

En la elección de especies, deben primarse las especies arbustivas, utilizándolas tanto en plantaciones como en siembras.

Es necesaria la conservación y mantenimiento de todas las unidades de restauración ejecutadas, durante al menos dos años. En este apartado se identificarán los trabajos requeridos para poder garantizar la viabilidad de las unidades de restauración acometidas. Considerando que la selección de las especies vegetales y de las técnicas de implantación ya han verificado la idoneidad de las mismas en relación con su capacidad de respuesta al medio, estos trabajos identificarán los cuidados básicos que se requieren para permitir su adecuada aclimatación a la zona. Entre otros, se incluirán riegos de mantenimiento, abonados, escardas y limpieza de alcorques, siegas y rozas de vegetación, reposición continuada de las marras que se produzcan, etc.

4.2.3.9. Medidas de protección del medio sociocultural

El conjunto de medidas que se proponen deberá quedar perfectamente coordinado e integrado en el proceso de definición y ejecución de las obras, dando cumplimiento a la normativa sectorial y a la legislación de protección del patrimonio histórico-cultural vigente. Se adoptarán inicialmente medidas de prevención que eviten afecciones al patrimonio sociocultural, y sólo cuando se requieran específicamente se procederá a la ejecución de las medidas correctoras necesarias para preservar los valores histórico-culturales.

Los estudios de caracterización del medio deben analizar el conjunto de la información disponible sobre la presencia de bienes socioculturales que pudieran verse afectados por las actuaciones proyectadas.



Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación



Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

Estos estudios iniciales deberán complementarse con los trabajos de campo que permitan verificar la presencia de restos arqueológicos o bienes culturales no catalogados o datados, mediante prospecciones superficiales, realizadas por arqueólogo autorizado por Cultura. En caso de existir riesgo de afección por la cercanía a la traza, se preverán las medidas oportunas, como vigilancia y seguimiento, balizamiento y señalización.

Cuando la administración de cultura así lo requiera, se diseñará un plan de actuaciones arqueológicas, con el fin de proteger, conservar y acrecentar el patrimonio histórico-artístico.

Se aplicarán excavaciones sistemáticas sobre yacimientos catalogados que pudieran verse afectados directa o indirectamente por el trazado, o sobre los enclaves donde se reconozca un impacto arqueológico.

El resultado del conjunto de estudios, prospecciones y excavaciones será condicionante de primer orden para ultimar la definición del trazado y las soluciones técnicas que se propongan. Por consiguiente, con anterioridad al inicio de la obra deberán quedar aplicadas las medidas de prevención y protección del patrimonio histórico-cultural, debiendo disponerse, cuando así proceda, del correspondiente informe de autorización por parte del organismo con competencia en la materia.

En el supuesto de que se produzca el hallazgo fortuito de restos arqueológicos durante la ejecución de las obras se procederá a la paralización de los trabajos en el lugar de la afección, informando a Delegación Provincial de la Consejería de Cultura o a la Dirección General de Bienes Culturales de esta Consejería.

4.2.3.10. Medidas de protección del medio socioeconómico

La ejecución de la propia carretera, cuando está adaptada a las necesidades territoriales y sociales, es la primera medida para garantizar el correcto desarrollo económico y social del territorio.

En el diseño y en la ejecución de la carretera se potenciará el uso de materiales y medios procedentes de la zona.

El diseño de la infraestructura incorporará la reposición de caminos agrícolas, vías pecuarias y otros servicios de interés que pudieran quedar afectados por la carretera, manteniendo o mejorando las características del servicio.

La carretera debe garantizar la permeabilidad transversal y longitudinal del territorio y de la red de caminos y servicios que resulten afectados, definiendo las propuestas de reposición en condiciones de rapidez y eficacia. Posibilitará, entre otros, los usos sociales de accesibilidad a fincas para maquinaria y vehículos de velocidad reducida o de tracción animal, y usos relacionados con actividades de ocio y recreo.

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

Las vías pecuarias que resulten afectadas por la actuación quedarán repuestas mediante trazados alternativos cuando se produzca una ocupación de su superficie de dominio público. La reposición de la vía pecuaria mediante un trazado alternativo deberá garantizar la integridad superficial, de acuerdo siempre con la legislación vigente sobre vías pecuarias, resultando además transitable y adecuada a los usos previstos.

La continuidad de una vía pecuaria afectada mediante cruce, deberá ser repuesta, de acuerdo con la normativa vigente, mediante pasos al mismo o a distinto nivel, que en cualquier caso han de garantizar la facilidad y seguridad de paso.

Para reposiciones de vías pecuarias mediante pasos a nivel se verificará la accesibilidad hasta el punto de cruce desde la vía pecuaria, adoptada además la señalización del cruce en ambos sentidos con la señal P-23, Paso de Ganado, y la denominación de la vía pecuaria bajo la misma. Si fuese necesario se complementará esta señalización con la reducción de velocidad. El cruce de la vía pecuaria deberá diferenciarse del resto de la traza mediante la aplicación de una rodadura distinta a la mezcla bituminosa de la carretera con hormigón impreso, emulsiones y mezclas de diferente textura o color, adoquinado, etc. En caso de que la administración ambiental lo requiera, se señalará adecuadamente la vía interceptada mediante señal de identificación.

La identificación de las afecciones a la red de vías pecuarias y la propuesta de reposición de estas vías quedará incluida en el Anejo de Estudio Ambiental y de Medidas Correctoras del Proyecto de Construcción, así como en el documento de planos y presupuestos del proyecto. Como apéndice al anejo se redactará el Proyecto de Reposición de Vías Pecuarias, que será tramitado ante la administración competente según lo dispuesto en el Reglamento de Vías Pecuarias de Andalucía.

Medidas para la compatibilización con el tránsito de peatones.

Con frecuencia, los tramos cercanos a núcleos urbanos en espacios naturales son utilizados por los ciudadanos para paseo a pie o en bicicleta. Para permitir estos usos sociales de carácter recreativo y de ocio, el diseño de la carretera incorporará un adecuado equipamiento, fundamentalmente en tramos periurbanos. El diseño de la carretera analizará en cada caso la implantación de un carril peatonal o plataforma paralela, garantizándose la seguridad vial tanto para el uso peatonal como para el tráfico rodado mediante la instalación de barreras de seguridad y de barandillas que eviten caídas de peatones a distinto nivel, pudiendo incluso separar las plataformas. En tramos en variante, la calzada antigua puede adecuarse para este fin.

Las plataformas para uso peatonal podrán quedar equipadas con bancos y zonas de descanso, árboles de sombra, miradores, señales de información, etc.

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

Las calzadas construidas específicamente para uso peatonal en paralelo con la carretera, se adaptarán al terreno, evitando la creación de desmontes o terraplenes elevados, pero permitiendo el tránsito peatonal cómodo al mantener pendientes moderadas o suaves. Se facilitarán los pasos sobre cauces mediante badenes o pasarelas simples. Su firme puede diseñarse con tierra compactada, albero, gravilla o piedra, limitado por cunetas, bordillos, muretes de piedras o varandas de madera. Se utilizarán preferentemente materiales tradicionales de la zona.

Si existen vías alternativas para el tránsito peatonal, como vías pecuarias o vías de ferrocarril abandonadas, se instará a las administraciones titulares de la mismas a adecuarlas convenientemente.

4.2.3.11. Medidas adicionales para viarios en zonas sensibles

El conjunto de medidas que se relacionan seguidamente persigue un claro objetivo: fomentar un cambio en la conducta de los usuarios de una carretera que discurre por un medio sensible, y actuar como elementos de interpretación y divulgación de los valores y recursos del territorio.

En este tipo de medios, puede fomentarse el uso alternativo de la carretera, dotándola de espacios de uso público que permitan el disfrute del entorno. Todo ello debe ser acompañado de la señalización adecuada:

- _Señales de entrada y salida a medios sensibles.
- _Paneles interpretativos en zonas de uso público.
- _Placas señalizadoras de cauces, caminos y vías pecuarias cruzadas por el eje viario.
- _Señales de identificación de elementos singulares.
- _Señales informativas de normas de conducta.

Elementos de entrada y salida en medios sensibles

Una señalización adecuada permite que el usuario de la carretera diferencie entre los medios catalogados como sensibles y los restantes enclaves por los que discurre el trazado de la carretera.

La instalación de grandes paneles de señalización en la entrada y salida de los espacios protegidos y/o medios con valores singulares, tiene como objetivo informar al usuario, y con ello motivar un cambio en su comportamiento en relación con el entorno. Esta señalización deberá ubicarse en las principales vías de acceso o salida del espacio protegido, y deberá adoptarse la tipología definida en el Manual de Señalización de Uso Público en Espacios Protegidos de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, salvo especificación en contrario de la normativa vigente en materia de carreteras.

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación



Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación



Estas señales informativas pueden complementarse con la instalación de un punto de información o un centro de visitantes, donde podrá suministrarse información sobre el espacio, folletos divulgativos, bolsas de basura para los residuos, etc. En todo caso, la instalación de estos centros divulgativos o puntos de información corresponderá siempre a la Consejería de Medio Ambiente.



Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

Placas señalizadoras

Las placas señalizadoras de cauces, caminos y vías pecuarias cruzadas por el eje viario, se colocarán en las márgenes de la carretera. Habrán de cumplir con la Norma Vigente de Señalización de Carreteras. En el caso de las vías pecuarias que estén deslindadas, las placas informativas se localizarán en las dos direcciones de circulación, delimitando el ancho legal de la vía, y aportarán información sobre el nombre de la vía y su tipología, pudiendo quedar reforzada su señalización por un cambio en la pigmentación o en la naturaleza del firme (cambio de pavimento, cambio de color en el firme, etc.). Existe un Manual de señalización de vías pecuarias, que se adoptará como guía para el diseño de estos carteles.

Para cada carretera deberá estudiarse cuidadosamente la localización de las señales, evitando una proliferación desmedida de las mismas, por su posible afección a la seguridad vial, y por el impacto visual sobre el paisaje que podría producir.

Zonas de uso público

Se fomentará la instalación de zonas de uso público a lo largo del trazado en enclaves que cumplan con los requisitos de disponer de fácil acceso y disponibilidad de valores del entorno que permitan su explotación sin generar afecciones sobre los valores naturales del territorio. Estas instalaciones podrán estar equipadas con barbacoas, conjuntos de mesas y bancos, agua potable, servicios de recogida de residuos sólidos y aparcamientos. Su ubicación deberá ser informada por el organismo medioambiental correspondiente, a los efectos de evitar incidencias en relación con los riesgos forestales y otras posibles afecciones al medio natural y cultural.

Y todo ello complementado con señalización informativa y de interpretación del medio receptor.

En los miradores se recomienda la instalación de paneles informativos que reproduzcan, a modo de croquis, los paisajes y principales enclaves accesibles a la percepción del usuario se realizará preferentemente en lugares de especial interés, habilitando zonas donde puedan detenerse los coches con seguridad, como miradores o áreas de descanso. Este tipo de señalización se utilizará para interpretar todos aquellos valores y recursos naturales singulares del entorno localizados en una cuenca visual amplia. Adicionalmente estos paneles facilitan la orientación del usuario, reforzando de esta manera la información que suministran los elementos señalizadores de la propia calzada.



Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

En áreas de descanso, áreas de servicio, carriles bici, miradores o caminos de servicio se estudiará la colocación de señales específicas que cumplirán con la Norma de Señalización vertical del Ministerio y de la Consejería. Entre ellas, las indicativas de elementos naturales o culturales de interés o localización de recursos turísticos:



Pictogramas. Manual de señalización de uso público
INSTALACIONES Y SERVICIOS

En áreas de descanso y miradores, pueden instalarse señales que informen al visitante acerca del tipo de conductas que debe observar por encontrarse en un espacio o medio sensible, fomentando una conducta compatible con la conservación y mantenimiento de los recursos del entorno.

Deposite la basura en contenedores

Evite hacer ruido

No se permite encender fuego



Pictogramas. Manual de señalización de uso público
INSTALACIONES Y SERVICIOS

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

En determinados enclaves donde puedan apreciarse movimientos migratorios de aves, desplazamientos faunísticos y paisajes singulares, se puede proponer la instalación de observatorios en los espacios protegidos y medios sensibles.

Observatorio de uso científico



Observatorio de uso público



Pictogramas. Manual de señalización de uso público
INSTALACIONES Y SERVICIOS

Carriles para bicicletas

En este tipo de entorno deberá promoverse la instalación de carriles-bici como alternativa y/o complemento al tráfico de vehículos a motor. El uso de la bicicleta parece especialmente indicado en enclaves urbanos y periurbanos, y en los espacios protegidos y en enclaves periféricos, debido a su bajo impacto y a la posibilidad que ofrece al cicloturista de disfrutar plenamente del entorno por el que transita.

El diseño de los carriles-bici deberá garantizar la seguridad tanto del ciclista como del conductor de la carretera. Los carriles-bici podrán ser ejecutados con firmes coloreados con el objeto de integrarlos en el paisaje y resaltar la singularidad de este tipo de carriles.

Asimismo se recomienda la utilización de otras medidas diferenciales para los carriles-bici, como son las barreras de seguridad integradas para proteger a los cicloturistas. Asimismo se considerará la diferenciación de cruces al mismo nivel de los carriles-bici con las carreteras mediante colocación de adoquinado, cambios de textura y/o de color de firme, señalización vertical, y ralentizadores de velocidad para vehículos, entre otros.

Carril de cicloturismo



Pictogramas

Manual de señalización de uso público
INSTALACIONES Y SERVICIOS

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

4.2.3.12. Medidas positivas de integración de la carretera

La carretera constituye habitualmente el medio a través del cual las personas conocen y toman conciencia de la existencia de un espacio sensible, por lo que la localización de miradores, áreas de descanso, y centros de visitantes contribuyen a la integración de la carretera en el medio.

Pero además pueden diseñarse medidas específicas que permitan dotar a la infraestructura de un valor ambiental añadido, como la colocación de cajas-nido para determinadas especies en las estructuras, o la creación de charcas en las zonas de dominio público.

4.2.4. Valoración de las medidas preventivas y correctoras

Todas las medidas preventivas y correctoras que se identifiquen en el anejo de Estudio Ambiental y de Medidas Correctoras del Proyecto de Construcción y del Proyecto de Restauración Paisajística deberán tener la correspondiente definición en el Pliego de Condiciones Técnicas y su valoración en el capítulo correspondiente de los presupuestos.

Estas medidas se relacionarán y valorarán en el propio Anejo de Estudio Ambiental y de Medidas Correctoras, a los efectos informativos, con el objetivo de conocer el importe parcial del presupuesto de ejecución material de la actuación global que es atribuible a las medidas preventivas y correctoras, para conocimiento de la Administración y del Organismo Ambiental competente.

Aquellas medidas que no tengan reflejo económico directo en el proyecto, como es el caso de determinadas medidas preventivas, de modificación de trazado, de Dirección Ambiental, etc., deberán quedar relacionadas una por una en el anejo de estudio ambiental, indicando expresamente las funciones y objetivos que se persiguen con estas medidas y las incidencias que previenen, corrigen o minimizan.

4.2.5. Programa de vigilancia y control medioambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental tiene como objetivo fundamental establecer un sistema de seguimiento que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas preventivas, protectoras y correctoras contenidas en el Estudio Ambiental y de Medidas Correctoras, y verifique el cumplimiento de las prescripciones y observaciones contenidas en los pronunciamientos vinculantes que emita el organismo ambiental como resolución de un procedimiento de prevención ambiental o de conservación del patrimonio natural e histórico-cultural, cuando estos procedimientos resulten de aplicación.

El Programa de Vigilancia Ambiental se definirá para su aplicación durante la ejecución de las obras y una vez finalizadas éstas, durante el periodo de garantía, correspondiendo su ejecución al personal especializado en medio ambiente adscrito a la Dirección de Obra. En obras singulares, en espacios donde se hayan aplicado medidas ambientales especiales, y siempre que así lo establezca el órgano ambiental dentro del procedimiento

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

de prevención ambiental, habrá de contratarse una asistencia técnica para analizar durante la fase de explotación la funcionalidad de las medidas aplicadas.

La aplicación de estos programas adquiere un valor estructural de gran importancia en la gestión medioambiental de la obra pública, puesto que se constituyen como la única herramienta que posibilitará un adecuado conocimiento de la capacidad de respuesta de un medio ante la implantación de una infraestructura, y del funcionamiento específico y viabilidad de las distintas medidas preventivas, correctoras y complementarias que se definen y aplican.

El Programa de Vigilancia Ambiental que se elabore para cada actuación concreta deberá responder y organizar cuatro cuestiones básicas:

_Ejecución. Corresponderá directamente al Asesor Ambiental de la Asistencia Técnica que dirige las obras, y al Asesor Ambiental de la empresa ejecutora. Indirectamente, corresponderá a las empresas de gestión, y finalmente a la Administración su auditoría de cumplimiento.

_Indicadores. El programa debe identificar claramente los verificadores o indicadores de control.

_Desarrollo. Detallará el desarrollo del programa en el plazo previsto, incluyendo la elaboración de informes y su contenido mínimo, periodicidad de los mismos, remisión a organismos implicados, etc.

_Seguimiento y control. Programará de forma lógica la aplicación del seguimiento detallando los controles y verificación de indicadores.

4.3. Ejecución de las obras

Durante esta fase se acomete la ejecución de las obras en general, y particularmente de las medidas preventivas y correctoras contempladas en el Estudio Ambiental y en los documentos e informes vinculantes que emita el organismo ambiental o el organismo cultural.

Partiendo de la base de que estas medidas han sido definidas en el Proyecto de Construcción y en el Proyecto de Restauración Paisajística con la calidad medioambiental y con el nivel de detalle requerido para su correcta ejecución, ésta es la fase en la que deberá afrontarse la ejecución de las obras con la calidad prescrita y con la coordinación y programación necesaria para garantizar el respeto por los valores del entorno y su protección y puesta en valor.

En la fase de ejecución las responsabilidades en las actuaciones de carácter ambiental son diversas:

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

_La empresa constructora y la empresa de Restauración. Estas empresas serán las responsables directas de afrontar la ejecución con rigor técnico, con calidad y en los plazos previstos. Es conveniente que desarrollen su actividad bajo un Plan de Gestión Ambiental de Obras acorde con la norma ISO-14001, auditado por empresa externa.

_La Dirección de Obra o la asistencia técnica a la Dirección. Será responsable de los trabajos de vigilancia ambiental y seguimiento de los procesos constructivos y de revegetación, que acometerá con sus correspondientes especialistas medioambientales y de conservación del patrimonio histórico. La función del equipo de Dirección de Obra se centra en la supervisión y control del conjunto de acciones constructivas, tanto directas como indirectas.

Particularmente debe realizarse el seguimiento específico sobre la aplicación de las medidas preventivas y correctoras, el cumplimiento de todas las directrices ambientales durante la ejecución de las obras, y la corrección o minoración de posibles incidencias no previstas que pudieran aparecer durante la ejecución. Toda esta actividad quedará documentada y con su correspondiente soporte gráfico en los informes de seguimiento mensual de obras.

_Como complemento de estas actividades se realizan distintos trabajos de supervisión y auditoría de obras y su incidencia en el medio por parte de la Administración competente en materia sustantiva, medioambiental y cultural.

Entre las actuaciones que quedarán sujetas al control y vigilancia ambiental durante la fase de ejecución de obras se incluirán todas las medidas preventivas, correctoras y complementarias adoptadas para la construcción de una carretera en un medio sensible.

Especialmente, se incluirán las siguientes:

- _Replanteo de las principales medidas preventivas, correctoras y complementarias.
 - _Balizamiento y delimitación de las zonas de actuación.
 - _Protección del patrimonio arqueológico.
 - _Gestión de la tierra vegetal.
 - _Medidas de protección del sistema hidrológico.
 - _Ubicación de zonas de vertedero y zonas de préstamo.
 - _Control de la correcta ubicación y ejecución de los pasos de fauna.
 - _Acabado de las obras de drenaje para su utilización como pasos de fauna.
 - _Desarrollo de medidas contra el ruido.
 - _Ajustes en la morfología de terraplenes y desmontes.
 - _Aplicación de medidas contra la erosión, recuperación ambiental y paisajística.
- Coordinación con la obra civil y reorganización de trabajos de restauración.
- _Control de la reposición de servicios afectados y vías pecuarias.
 - _Ubicación de señalización informativa y divulgativa, de zonas de recreo, miradores, observatorios, etc.

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

Los apartados a desarrollar en los informes de seguimiento medioambiental de obra, realizados por la Dirección de Obra o su asistencia técnica, identificarán:

- _Relación y descripción de unidades de proyecto.
- _Estado de ejecución de las medidas preventivas y correctoras.
- _Seguimiento de sucesos ambientales o indicadores (meteorológicos, faunísticos, etc.).
- _Circunstancias excepcionales: descripción, localización, momento de ocurrencia, causas y propuestas de actuación.
- _Ensayos particulares y control de desarrollo de medidas.

4.4. Explotación de la infraestructura

Una vez finalizada la construcción de la infraestructura, durante el periodo de garantía se aplicará el Programa de Vigilancia Ambiental sobre la fase de explotación, como continuación del seguimiento efectuado durante la fase de ejecución. Cuando así lo solicite el órgano ambiental, se prolongará el seguimiento ambiental, mediante asistencias técnicas específicas.

La verificación de indicadores en esta fase permitirá determinar la viabilidad y eficacia de las medidas ejecutadas en relación con la corrección de las incidencias ambientales previstas, a los efectos de evaluar el cumplimiento de los objetivos ambientales y la necesidad de acometer nuevas medidas, y al mismo tiempo posibilitar la retroalimentación y la mejora del conocimiento específico para futuras actuaciones.

El Programa de Vigilancia y Control incluirá, entre otros, los siguientes verificadores:

- _Control en los niveles de ruido.
- _Controles de calidad del aire.
- _Labores de conservación y mantenimiento de las áreas restauradas.
- _Evolución de las áreas restauradas.
- _Capacidad de integración en el medio de la infraestructura.
- _Medidas de control de la erosión superficial.
- _Control de la incidencia sobre el medio hidrológico.
- _Análisis de la efectividad de los pasos de fauna. Incidencias por efectos barrera y atropellos.
- _Vigilancia ante la aparición de impactos no previstos.
- _Control de la continuidad de vías pecuarias
- _Verificación de los trabajos de conservación del sistema viario que afecten a medidas correctoras.

En los informes a presentar por la asistencia técnica que acometa la ejecución del programa de vigilancia ambiental se incluirán los antecedentes existentes en relación con la aplicación de las distintas medidas en la fase de ejecución de las obras, para poder verificar la idoneidad de las medidas aplicadas y su evolución en el periodo de vigencia del plan durante la explotación del viario.

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles

Metodología de diseño, construcción y explotación

Durante la aplicación del Plan, se emitirán los siguientes informes:

1. Informes periódicos ordinarios:

- _Resultados del estudio de los niveles reales de ruido y medidas a adoptar.
- _Evolución de las áreas restauradas y labores de mantenimiento efectuadas.
- _Incidencia de los procesos erosivos sobre las superficies afectadas.
- _Análisis de incidencia sobre la fauna.
- _Estudios de utilización de los pasos de fauna.
- _Análisis de afecciones sobre el medio hidrológico.
- _Aparición de impactos no previstos.

2. Informes excepcionales, donde se describirán los deterioros ambientales o situaciones de riesgo de diversa entidad según las circunstancias que lo motiven.

3. Informe final con las conclusiones que se deriven de la aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental.

Recomendaciones

técnicas para el diseño y ejecución de sistemas viarios en medios sensibles



Autores

DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS. CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES

Jesus Merino Esteban (Director General de Carreteras).

Alberto Bas Dutor (Subdirector de Carreteras).

GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURAS DE ANDALUCÍA S.A. (GIASA)

José Antonio Gómez Casado (Director del Departamento de Ingeniería y Medio Ambiente).

Práxedes Giménez Jiménez (Jefe del Área de Obras Lineales).

Renato Herrera Cabrerizo (Especialista en Medio Ambiente).

Luis Ramajo Rodríguez (Especialista en Medio Ambiente).

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS. ESTACIÓN BIOLÓGICA DE DOÑANA

Miguel Ferrer Baena (Investigador).

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

Felipe Oliveros Pruaño (Director Conservador del Parque Natural Los Alcornocales).

Manuel Granados Corona (Dirección General de Prevención y Calidad Ambiental).

