

El Impacto Ambiental en Obras de Carreteras

Por Ignacio Morilla Abad

Doctor Ingeniero de Caminos Canales y Puertos
Profesor Titular de Caminos e Infraestructura de Carreteras
de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid



La carretera

1. Introducción

LAS autopistas, autovías y carreteras en general son obras en las que predomina la longitud y la continuidad respecto a su anchura, formando una obra lineal en forma de barrera, cuya influencia sobre el medio ambiente viene condicionada por estas características.

La geometría actual de las carreteras está sujeta a normas precisas de pendientes, radios, anchuras y taludes, necesarias para una circulación rápida y segura, pero en muchas ocasiones hacen que sea difícil la adaptación al terreno provocando

desmontes o terraplenes importantes, así como estructuras o túneles que destacan fuertemente del entorno.

Por otra parte, en autovías y carreteras importantes, los accesos a las mismas están limitados y concentrados en puentes, enlaces y vías de servicio que conectan los caminos locales o carreteras secundarias a la principal. El cruce de las carreteras por otras vías requiere pasos superiores o inferiores. Todas estas obras necesitan superficies adicionales que amplían el área afectada por la carretera a grandes zonas, sobre todo en las proximidades de núcleos urbanos.

La construcción de una carretera nueva requiere un despliegue de medios humanos, de movimiento y ma-

quinarias y de aportación de materiales, que modifican el entorno inicial; algunos de una manera temporal, como los primeros y otros de una manera permanente como canteras, areneros, graveras y zonas de préstamos.

Durante el uso de la carretera se genera otra serie de modificaciones del entorno, producidas por el tráfico atraído, como ruido, emisión de gases, posibles vertidos contaminantes, accidentes, influencia sobre la fauna y la flora, modificación de la hidrología superficial y subterránea, y otros varios.

Finalmente la carretera constituye un centro de actividad industrial que requiere servicios como gasolineras, áreas de descanso, centros de explotación, vigilancia, seguridad, equi-



ma para un gran período de tiempo la zona que atraviesa, pos de auxilio, de reparación, de reposiciones de elementos propios de la carretera, etc. y todo ello necesita una infraestructura auxiliar que requiere terrenos, edificaciones, suministros y comunicaciones, que también contribuyen a la modificación del entorno ambiental.

Los conceptos mencionados de una manera somera ponen de manifiesto que la construcción de una carretera produce una interrelación de factores que es necesario estudiar para conseguir el máximo de bienestar para la sociedad, equilibrando los beneficios que se obtienen por la puesta en servicio de una carretera, con los perjuicios que se ocasionan al medio ambiente.

“**L**os estudios de impacto ambiental en España deben adaptarse a las normativas legales especificadas en el Real Decreto 1302/86, que asume en forma de Ley las Directivas comunitarias y en el Real Decreto 1131/88 que aprueba el Reglamento de la ley anterior.”

La carretera transforma para un gran período de tiempo la zona que atraviesa y por ello su efecto conjunto económico-ecológico debe ser beneficioso y progresar con el tiempo.

Los estudios de impacto ambiental deben tener como objetivo genérico la mejora de todo el entorno de la

carretera para la flora, fauna, gea (sic), vecinos y usuarios de manera que el impacto negativo se reduzca a la mínima expresión, o incluso que se aumente la riqueza faunística y florística de la zona como ocurre en algunas grandes vías-parques que atraviesan zonas hoy día improductivas.

Como resumen esquemático de las ventajas e inconvenientes de una carretera, que es necesario ponderar en el estudio de impacto ambiental, indicamos en el cuadro inferior las principales variables a tener en cuenta.

2. Metodología de un estudio de impacto ambiental (EIA) de una carretera.

Los estudios de impacto ambiental en España deben adaptarse a las normativas legales especificadas en el Real Decreto 1302/86, que asume en forma de Ley las Directivas comunitarias y en el Real Decreto 1131/88 que aprueba el Reglamento de la ley anterior.

CONCEPTO	VENTAJAS	INCONVENIENTES
ASPECTOS ECONOMICOS	-Aumenta la circulación de personas, mercancías e ideas. -Aumenta el desarrollo económico general de la zona. -Fomenta el turismo. -Redistribuye el tráfico reduciendo desplazamientos largos.	-Riesgo de despoblamiento de pequeños núcleos. -Desaparición de tierras agrícolas y bosques. -Creación de una barrera a las actividades agrícolas.
ASPECTOS SOCIALES	-Aumento de posibilidades de traslado a los habitantes de zonas próximas. -Mejora de prestación general de servicios a todos los usuarios.	-Producción de ruido y de gases nocivos para los habitantes cercanos a la carretera. -Modificación de costumbres.
SEGURIDAD	-Mejora de la seguridad para los usuarios, sobre todo en autopistas. -Mejora de la seguridad de los habitantes de zonas próximas por supresión de pasos a nivel e intersecciones.	-Inseguridad y riesgo de accidentes para peatones o vehículos lentos, si no se impide el cruce a nivel, o si las obras de paso están lejanas o incómodas.
INFRAESTRUCTURA	-Aumento de la red de vías de comunicación. -Aumento de zonas de servicios al usuario.	-Destrucción de suelo agrícola o urbano. -Extracción de materiales, a veces escasos.
ENTORNO	-Descubrimiento de nuevas zonas y paisajes. -Posibilidad de regenerar zonas áridas. -Aumento del valor de zonas artísticas apartadas.	-Transformación del paisaje natural, con riesgo de destrucciones irreversibles. -Modificación del equilibrio geológico, microclimático, faunístico, botánico, hidráulico y humano.

“El desarrollo de un EIA, no debe tratar de imponer una defensa a ultranza del medio natural, sino guardar un equilibrio entre las ventajas e inconvenientes de la construcción de una carretera.”

Entre las múltiples publicaciones especializadas que pueden servir de orientación para la realización de un EIA de carreteras destaca la publicación del MOPU: “Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental”.

Tomo I. Carreteras y Ferrocarriles.

Esta guía por su brevedad y concisión puede servir para realizar una buena planificación de un EIA en un caso concreto. Se incluye en el Anexo nº 1 el índice de la misma y algunos cuadros escogidos.

El objetivo de los EIA consiste en analizar el estado natural de la zona, tanto desde el punto de vista del medio físico, como del socioeconómico y cultural y después de este análisis previo, suponer razonadamente el estado final en que quedará la zona tras la construcción de la carretera. La diferencia entre el estado inicial y el final constituye el impacto ambiental. El objetivo principal es obviamente ele-

gir la solución que menos perturbe el medio físico y humano y también proponer las medidas correctoras oportunas que atenúen este impacto negativo o que incluso supongan una mejora en algunos casos y zonas parciales.

Por tratarse de estudios de previsión, son tanto más eficaces cuanto antes se desarrollen y permitan evitar daños irreparables por medio de elección de trazados adecuados que requieren la adopción del menor posible de medidas correctoras.

La máxima eficacia de los EIA se obtiene al desarrollarlos con la mayor amplitud posible en los estudios previos de carreteras, ya que pueden influir en la elección del itinerario alternativo más idóneo que evite el paso por zonas protegidas (parques naturales, bosques, reservas faunísticas, yacimientos arqueológicos, paisajes interesantes, etc.). En la fase de *anteproyecto* el EIA permite menos variaciones espaciales, pero aún puede ejercer un efecto beneficioso en el campo de la elección de soluciones estructurales (puentes, túneles, desmontes, terraplenes, cauces naturales, etc.), y también precisar las medidas correctoras, indicadas en el EIA del estudio previo. En la fase de *proyecto* la actividad más importante de un EIA es la adopción, diseño y valoración de las medidas correctoras más adecuadas en cada punto concreto (barreras visuales, acústicas, protección de taludes, plantaciones en medianas, taludes y entorno, pasos de animales, reposición de caminos, zonas de descanso, miradores, parques laterales, etc.).



El conjunto de acciones y objetivos y acciones de una EIA de carreteras los podemos resumir en el cuadro adjunto, según las fases del diseño de una carretera.

El desarrollo de un EIA, aunque es una actividad relativamente nueva en los proyectos de carreteras, no debe tratar de imponer una defensa a ultranza del medio natural, sino guardar un equilibrio entre las ventajas e inconvenientes de la construcción de una carretera citados anteriormente logrando la máxima utilidad posible con el mínimo daño al medio ambiente. Este equilibrio es tanto más necesario cuanto más avanza el desarrollo del sistema viario de un país. En épocas anteriores las carreteras eran menos “agresivas” con su entorno porque se adaptaban más al terreno y además se confiaba más en el poder regenerador y cicatrizador de la naturaleza, ya que ésta había sufrido menor deterioro general. Hoy día las circunstancias han cambiado debido a una mayor densidad de la red viaria y a un estado del entorno más deteriorado y frágil, por lo que los EIA, sin dejar de intentar conseguir el equilibrio antes mencionado

OBJETIVOS PRINCIPALES DE UN EIA DE CARRETERAS

FASE	ANÁLISIS DEL ESTADO INICIAL	VALORACIÓN DE IMPACTOS	MEDIDAS CORRECTORAS
ESTUDIOS PREVIOS	ELEGIR LA SOLUCIÓN DE TRAZADO MAS FAVORABLE ENTRE VARIAS ALTERNATIVAS	ANÁLISIS DE IMPACTOS GENERALES EN ZONAS AMPLIAS	INDICACIÓN DE TIPOS GENERALES
ANTEPROYECTO	ELECCIÓN DE SOLUCIONES ESTRUCTURALES CONCRETAS EN ZONAS LOCALIZADAS	ANÁLISIS DE IMPACTOS DETALLADOS EN ZONAS RELATIVAMENTE ESTRECHAS	ELECCIÓN DE UN TIPO DE MEDIDAS CORRECTORAS POR CLASE DE IMPACTO Y ZONA
PROYECTO	ELECCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE CADA PARTE DEL PROYECTO PARA REDUCIR AL MÁXIMO LA MODIFICACIÓN DEL MEDIO	ANÁLISIS, MEDICIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE UN IMPACTO CONCRETO EN CADA PUNTO QUE SEA NECESARIO	DISEÑO COMPLETO Y PRESUPUESTO DE CADA MEDIDA CORRECTORA EN CADA PUNTO



“

U

n

coordinador de EIA debe tener como principales tareas: La Síntesis de estudios parciales, la Unificación de criterios generales y parciales, la Ponderación de los estudios sectoriales y el Equilibrio entre ventajas técnicas y conservación del medio natural y humano.”

El Equilibrio entre ventajas técnicas y conservación del medio natural y humano.

3. Desarrollo de un estudio de impacto ambiental (EIA).

3.1 Fase inicial durante el estudio previo de las carreteras

Durante el desarrollo del EIA en esta fase deben consultarse una serie de documentos y pedir información a organismos diversos:

Planes de carreteras, autovías y autopistas.

Planes urbanísticos municipales.

Proyectos municipales importantes.

Colegios profesionales y asociaciones que hayan realizado proyectos en la zona.

Especialistas científicos que hayan publicado estudios en la zona.

Toda la documentación tiene que ir encaminada a la elección de la alternativa más favorable, por motivos generales de calidad de vida entre los que destacan los medio-ambientales, que deben abarcar los siguientes puntos:

a) Definición de zonas de gran valor ecológico que es conveniente evitar a toda costa como parques nacionales, bosques autóctonos o de gran valor, zonas húmedas.

Zonas arqueológicas importantes.

b) Recopilación o realización de cartografía de la zona para valorar debidamente el impacto ambiental como:

Planos topográficos

Mapas geológicos

Mapas geotécnicos

Los IEA, sin dejar de intentar conseguir el equilibrio deben intensificar el grado de protección a la naturaleza.

deben intensificar el grado de protección a la naturaleza y al entorno humano, extendiendo incluso su campo de actividad a carreteras existentes o antiguas que sin duda son susceptibles de mejora de su entorno en mayor o menor medida.

El éxito de un EIA radica muchas veces en una buena coordinación de un técnico generalista que equilibre los criterios de un equipo necesariamente multidisciplinar, en el que deben intervenir biólogos, botánicos, geólogos, paisajistas, sociólogos, economistas y varios ingenieros de caminos especializados en trazado, geotecnia y estructuras. Este coordinador tiene que poner en su justo medio los estudios parciales y evitar la radicalización de algunos especialistas que tendrán la tentación de dar a su materia mayor importancia, llegando a hacer imposible un trazado por cualquier zona. Por ejemplo si se realiza un inventario de bienes culturales (yacimientos arqueológicos, castillos, puentes, iglesias...) muy profundo, puede aumentarse la importancia relativa de estas materias, respecto a otras, por ejemplo los bosques autóctonos que pueden

estar estudiados con menor amplitud por otro especialista. El coordinador es la persona adecuada para regular la profundidad de los estudios parciales y ponderar la importancia de cada uno de ellos y sobre todo no olvidar áreas de estudio que el día de mañana puedan tener una gran importancia, tomando en consideración todos los factores posibles que hagan referencia a acciones futuras como:

Planes urbanísticos.

Expedientes de declaración de zonas naturales.

Prospecciones mineras.

Planes de ferrocarriles, oleoductos, líneas eléctricas... que puedan tener relación con la carretera.

Planes hidráulicos y de construcción de presas.

Repoblaciones forestales.

Prospecciones arqueológicas.

En definitiva, y como resumen el coordinador de un EIA debe tener como principales tareas:

La Síntesis de estudios parciales.

La Unificación de criterios generales y parciales.

La Ponderación de los estudios sectoriales.



La carretera modifica el paisaje pero es fuente de riqueza.

Mapas hidrogeológicos
Mapas de cultivos y aprovechamientos agrícolas
Mapas forestales por especies
Planos demográficos
Planos socioeconómicos de actividades industriales, comerciales, de servicios o de temas afines
Mapas de comunicaciones
Mapas faunísticos
Mapas de especies botánicas
Toda información es necesaria para elegir con criterio la mejor alternativa y para proyectar de una manera general las medidas correctoras más adecuadas.

c) Redacción del EIA propiamente dicho en el que se unifiquen criterios parciales y se recomiende una solución determinada, mediante puntuaciones o valoraciones cualitativas que relacionen las diversas partes de una carretera con su impacto ambiental correspondiente para cada alternativa como:

- Longitud del trazado. Los trazados más largos, en principio producen más impacto negativo.

- Presupuesto unitario por km. Los presupuestos más altos indican una mayor cantidad de obras y por ello más impacto negativo.

- Dificultad topográfica. Cuanto mayor es, se produce una mayor agresión al medio ambiente.

- Dificultad geológica. Los terrenos difíciles como arcillas plásticas requieren taludes muy tendidos y amplias zonas ocupadas. Los terrenos rocosos requieren voladuras y grandes movimientos de rocas que afectan sensiblemente al entorno.

- Explotación de yacimientos, bien existentes o de nueva apertura, lo cual influye de muy diferente ma-

nera en el entorno, según el tipo de material, distancia, configuración del yacimiento, etc.

- Modificación de la hidrología superficial y subterránea con riesgo de inundaciones o de modificación de niveles freáticos con la consiguiente implicación en la desaparición de zonas húmedas o creación de otras nuevas.

- Nivel de utilización de la carretera, tráfico y nivel de servicio que influye en los accidentes, congestiones localizadas, emisión de ruidos y gases, agresión a la fauna, influencia en cultivos próximos, aguas de escorrentía superficial, vertidos contaminantes y otros.

- Capacidad de promoción o de regresión de la zona atravesada y sus áreas de influencia, afectando a recorridos, cruces, zonas aisladas, movimientos demográficos, cambios en la utilización de servicios, etc.

- Influencia en conducciones, líneas eléctricas, caminos rurales, acequias, cañadas, redes de riego, etc.

- Influencia sobre la fauna, como poblaciones de rapaces, especies raras o protegidas, especies autóctonas, fauna migratoria, modificación de hábitats, etc.

- Influencia sobre la flora, como bosques, matorrales, valles, especies protegidas, repoblaciones, plantaciones nuevas, etc.

- Modificación del paisaje de la zona, tanto desde el punto de vista del observador interno, como del externo.

3.2. Fase de información pública.

En esta fase el EIA es analizado por el público en general, o por los organismos y comunidades afectadas

“**L**a definición más exacta de perfil longitudinal planta y perfiles transversales permite completar el EIA definiendo más exactamente los diversos tipos de impacto y sus medidas correctoras correspondientes.”

por lo que debe ser accesible a varios tipos de lectores, y presentarse en forma de estudio completo, estudio simplificado y síntesis breves para análisis rápidos. También debe estar estructurado en área de interés específico, como las citadas en 3.1. La presentación, la accesibilidad y la comprensión de los conceptos expresados en un EIA son muy importantes para su valoración por el público en general, que debe de opinar sobre el trazado propuesto como más favorable y una banda a cada lado del mismo, del orden de 200 a 500 m según las zonas.

3.3. Fase de anteproyecto

Los organismos consultados deben ser los mismos que en 3.1 y los particulares afectados por la traza definitiva.



Durante la fase de proyecto los organ

“**L**os estudios teóricos, muy necesarios en la fase de estudio previo para elegir alternativas deben complementarse en las fases de anteproyecto y proyecto con un verdadero proyecto de medidas correctoras.”

La definición más exacta de perfil longitudinal planta y perfiles transversales permite completar el EIA definiendo más exactamente los diversos tipos de impacto y sus medidas correctoras correspondientes.

En esta fase se establecen los emplazamientos definitivos de áreas de servicio, áreas de descanso, enlaces, intersecciones, aparcamientos y zonas especiales destinadas a la conservación de la carretera.

3.4. Fase de proyecto.

Se completa el EIA extendiéndolo a las zonas externas a la carretera como canteras, yacimientos y zonas de préstamos.

Durante la fase del proyecto los organismos públicos deben de poner en marcha, con presupuestos inde-



La carretera atrae la industria pero ambas han de intentar perjudicar lo menos posible el aspecto medioambiental.

pendientes, las acciones preventivas indicadas en el EIA, como:

- Excavaciones arqueológicas de urgencia.

- Corrección de cauces naturales.

- Estabilización de zonas geológicamente comprometidas.

- Muros de sustentación de edificios o lugares de interés artístico o cultural.

- Protección de bosques o zonas naturales importantes con vallas, barreras visuales, o de otro tipo.

- Protección de medios urbanos próximos con barreras visuales y acústicas.

- Traslado o protección especial de especies faunísticas valiosas.

3.5. Fase de construcción

Protección del entorno mediante las medidas correctoras adoptadas en el proyecto y que no han sido ejecutadas previamente, como:

- Plantación de taludes y medianas.

- Construcción de parques laterales y miradores.

- Construcción de barreras visuales o acústicas.

- Construcción de pasos de animales.

- Trabajos hidrológicos de depuración, decantación y canalización.

- Rehabilitación de canteras, yacimientos y zonas de préstamos al final de la obra.

3.6. Fase de explotación.

Realización de las labores previstas en el proyecto para la fase de uso de la carretera como:

- Desarrollo del programa de vigilancia ambiental.

- Conservación de plantaciones.

- Conservación de pasos de animales.

Conservación de barreras visuales, acústicas y de instalaciones auxiliares.

Estudios complementarios para la evaluación de los factores medioambientales y comprobar la idoneidad de las medidas correctoras.

Seguimiento general del proyecto de EIA para corregir o aportar datos a proyectos futuros.

4. Las medidas correctoras.

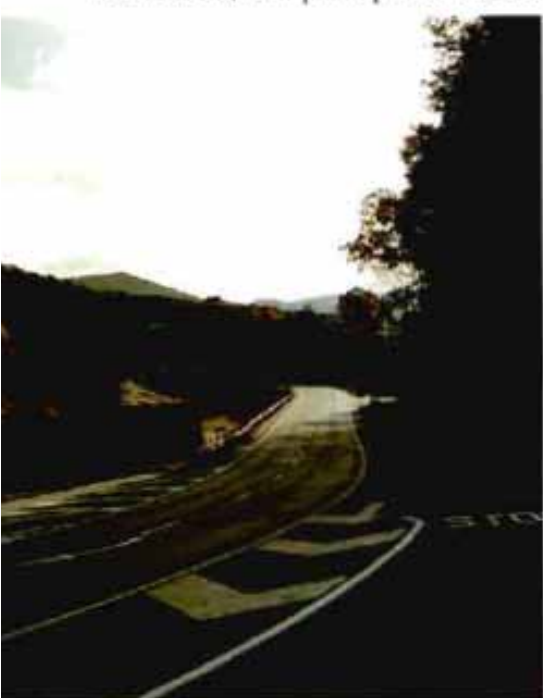
La finalidad de los EIA es la protección del medio natural en el más amplio sentido de la palabra y por ello debe llegarse a realizaciones concretas materializadas en las medidas correctoras del posible impacto negativo de la carretera sobre su entorno.

Los estudios teóricos, muy necesarios en la fase de estudio previo para elegir alternativas deben complementarse en las fases de anteproyecto y proyecto con un verdadero proyecto de medidas correctoras, lo que significa una serie de pasos:

- Memoria descriptiva general de estas medidas.

- Anejos de cálculo, como los correspondientes a dimensiones y materiales de barreras acústicas, capacidades caudales, calados y velocidad de balsas de decantación, dispositivos de corrección de torrentes; dimensionamiento de pasos de animales; estudio especializado sobre la fauna, estadísticas, movimientos migratorios; cálculos sobre distancias, riegos, abonos, sistemas de plantación, etc. en especies vegetales.

Y en general todos aquellos conceptos susceptibles de manejo y establecimiento de magnitudes.



Los organismos públicos deben poner en marcha las acciones preventivas.

“ Hay que recordar que los estudios geotécnicos previos, los planes de seguridad e higiene y los proyectos de control de calidad, han cobrado importancia cuando han tenido presupuestos individualizados y separados del proyecto de construcción. ”

- Planos generales y detallados de:
 - Plantaciones
 - Barreras y vallados
 - Parques
 - Dispositivos hidráulicos
 - Pasos de animales
 - Estabilizaciones de taludes
 - etc.

Pliego de condiciones constructivas y de uso de materiales relacionados con todas las medidas correctoras indicando cómo deben realizarse las plantaciones, las barreras acústicas, los dispositivos hidráulicos, la protección de la fauna y la construcción de elementos auxiliares.

- Mediciones y presupuestos.

Cuando el EIA se queda en un estudio teórico, sin cuantificar las medidas, sin concretar en planos detallados y sobre todo sin efectuar un presupuesto detallado de las obras medioambientales, no pasa de ser una declaración de buenas intenciones con grandes dificultades de llevarse a la práctica.

Hay que recordar que los estudios geotécnicos previos, los planes de seguridad e higiene y los proyectos de control de calidad, han cobrado importancia cuando han tenido presupuestos individualizados y separados del proyecto de construcción y no como un presupuesto que se cifraba en un pequeño porcentaje del presupuesto inicial. La eficacia de estos estudios citados ha sido máxima cuando se han separado por completo del presupuesto de construcción y se han encargado a empresas especializadas diferentes de la empresa constructora, que lógicamente atendía con preferencia a las unidades de construcción frente a los presupuestos de control de calidad o investigación geotécnica.

De la misma forma que hoy día abundan más los informes geotécnicos y proyectos de control de calidad, realizados por empresas especializadas independientes de las empresas constructoras, nos atrevemos a vaticinar que a medida que el cuidado del medio natural vaya tomando cada vez más importancia, los proyectos de construcción y realización de medidas correctoras se encargarán a empresas especializadas que cuenten con equipos multidisciplinares, para los cuales el llevar a cabo las medidas correctoras signifique la concreción de sus teorías y la posibilidad de un seguimiento de las mismas para enriquecer de una manera eficaz y continua los conocimientos de la protección medio-ambiental aplicados a la realidad.

El proyecto de medidas correctoras debe responder, a nuestro juicio a varios criterios de tipo general:

- a) Los costes de una carretera son muy altos, del orden de

50-100 millones de pts/km en acondicionamientos y mejora de trazado
100-250 millones de pts/km en carreteras de nuevo trazado

400-600 millones de pts/km en autopistas de nuevo trazado

mientras que las medidas correctoras de impacto ambiental, aunque variables según las zonas no suelen superar el 2% del presupuesto en caso de autopistas o el 4% en caso de carreteras. Estas cifras pueden reducirse notablemente con estudios previos detallados o pueden aumentar en zonas de especial dificultad.

En cualquier caso el presupuesto de medidas correctoras no es elevado



y no debe superar los porcentajes antedichos si las soluciones están bien elegidas en casos normales.

- b) Las medidas correctoras deben ser las más adecuadas en cada caso,



Aquí el viaducto facilita la circulación y salva el impacto medioambiental.



Para salvar el monte se realizan los túneles cuya zona exterior será repoblada.

pero siempre son tanto más eficaces cuanto más pronto se realizan y son más preventivas que curativas. Lo ideal sería que se ejecutaran *antes* de la construcción de la carretera, en su mayor parte; *durante* la construcción, en menos tipos y casos y muy pocas veces; *después* de abierta al tráfico la carretera, que entraña numerosas dificultades y sobrecostes.

c) Las medidas correctoras han de tener una duración del orden de 20 años o más, por lo que sus materiales tienen que tener la misma perennidad que la propia autovía o carretera o incluso mayor. En el caso de plantaciones se puede requerir una respuesta a corto plazo (herbáceas en taludes) mientras se desarrolla una solución a más largo plazo (arbustos o árboles en taludes, márgenes, etc.).

d) Los elementos "estéticos" de la corrección medioambiental, tienen un grado de percepción especial y poco detallado, tanto de los observadores externos que los aprecian desde lejos, como de los usuarios de la carretera que los perciben a gran

velocidad. Por ello los detalles y colores tienen menos importancia relativa que las formas y volúmenes (salvo en algunos casos de áreas de servicio). Todo esto contribuye a un abaratamiento de costes y a una sensación más agradable. Por ejemplo es preferible ver masas de árboles en pequeños bosquecillos que jardines muy cuidados que apenas se perciben; o también una barrera acústica formada por un caballón de tierra con plantaciones, es más barata y a veces más estética que una barrera de materiales caros y acabado cuidado.

e) Las proporciones y dimensiones de las medidas correctoras suelen ser moderadas, ya que en la mayoría de los trazados las carreteras se adaptan al terreno y los terraplenes o desmontes suelen ser del mismo orden que la anchura de la carretera (doble o mitad). Por ejemplo en plataformas de 10-15 m los desmontes y terraplenes no suelen superar los 5-10 m; la anchura de las estructuras es del orden de 10-15 m; los pasos inferiores de 1 a 10 m, etc.

“**L**o ideal sería que se ejecutaran antes de la construcción de la carretera, en su mayor parte; durante la construcción, en menos tipos y casos y muy pocas veces; después de abierta al tráfico la carretera, que entraña numerosas dificultades y sobrecostes.”

Cuando la carretera discurre por terreno muy accidentado los grandes desmontes y terraplenes quedan integrados en el aspecto montañoso general y no llaman demasiado la atención al cabo de los años si se han dispuesto bermas, taludes y plantaciones adecuadas. No deben proyectarse medidas correctoras cuyas dimensiones destaquen excesivamente de las del entorno.

f) Los materiales a utilizar deben ser preferentemente naturales, como vegetación, piedra y tierra, frente a materiales artificiales como hormigón, asfalto, cerámica, etc.

Dentro de las especies vegetales son preferibles las autóctonas a las alóctonas.

g) Las medidas correctoras deben adoptar diseños y materiales rústicos, resistentes y de fácil mantenimiento o reposición evitando aquellos que se presten al vandalismo o a una manutención delicada.

Como resumen general, las medidas correctoras deben reunir, a nuestro juicio las siguientes cualidades:

- Costes proporcionados al presupuesto de construcción.
- Realización previa a la construcción o lo más pronto posible.
- Duración similar o superior a la de la carretera.
- Estética basada en formas y volúmenes, adecuada a una percepción lejana y/o rápida.
- Proporciones adecuadas a las dimensiones de la carretera.
- Materiales robustos, de fácil mantenimiento y preferentemente naturales.

A continuación publicamos el Anexo N° 1, caso práctico.