

METODOLOGÍA TERRITORIAL PARA LA VALIDACIÓN AMBIENTAL DE CORREDORES DE INFRAESTRUCTURAS LINEALES

Ignacio Miguel Español Echániz

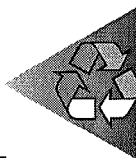
*Dept. Ordenación del Territorio
Escuela T.S.I. Caminos C.P
Ciudad Universitaria s/n
28040 Madrid*

José Miguel Vicens Hualde

*Dept. de Medio Ambiente
EPTISA
Arapiles 14
28003 Madrid*

RESUMEN

Los sistemas de información geográfica (SIG) son un instrumento básico para el diseño de infraestructuras lineales de transporte, particularmente en sus primeras fases de elaboración de corredores estratégicos. En este sentido destaca la flexibilidad y aplicabilidad de los sistemas de información geográfica a la evaluación ambiental de corredores. Estos instrumentos informáticos son capaces de interpretar eficazmente la fragilidad ambiental de los distintos aspectos y elementos ambientales. En este sentido, durante los últimos meses se ha venido desarrollando un método territorial de evaluación ambiental que permite evaluar, seleccionar, ajustar y mejorar los corredores alternativos que se planteen para una determinada infraestructura lineal. Las ventajas de este método territorial no se limitan a su reconocida eficacia en la gestión e interpretación de la información (producción de cartografía temática, de gráficos de valor, perfiles de impacto, etc.), sino que radican en su flexibilidad a la hora de adaptarse a las necesidades



que imponen los impactos de distinta naturaleza que es imprescindible considerar. Los impactos del tipo ocupación, fragmentación, emisiones de riesgo e interactivos aparecen sistemáticamente evaluados en las distintas soluciones que se contemplen. Por otra parte, la capacidad de gestión de áreas diversas de información permiten una adecuada sistematización de los procesos de agregación y acumulación de efectos, así como un eficaz tratamiento de los distintos niveles de fragilidad de un área geográfica dada receptora de una nueva infraestructura.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo y aplicación del SIG a la evaluación ambiental de corredores que aquí se presenta estructuró los trabajos que se desarrollaron (1996-1997) para la realización de la Fase A del Estudio Informativo de la Autovía Orbital de Barcelona, Tramo: Abrera - Sant Celoni. La aplicación y el método son absolutamente válidos para el estudio de trazados ferroviarios. La función de esta primera fase del estudio informativo es desarrollar un análisis y diagnóstico territorial de grandes corredores en torno a una escala de 1:50.000. Se eliminan los más problemáticos y se seleccionan los más adecuados que más adelante se estudian en mayor detalle en la llamada fase B.

En la fase A: la evaluación ambiental juega un papel primordial pues su misión es estructurar la orientación básica, territorial, de las soluciones que se contemplan, eliminando aquellas que pudieran tener afecciones críticas a este nivel de definición del medio (1:50.000, 1:25.000). La operación no es en ningún caso sencilla. Por una parte la escala geográfica que se maneja obliga a la consideración de amplios espacios frecuentemente muy variados en sus condiciones ambientales. Por otro, el amplio abanico de valores ambientales implicados, que abarcan desde la salubridad atmosférica hasta el riesgo de hallazgos arqueológicos, exigen el manejo de una información muy extensa. Además, la naturaleza de las posibles afecciones a los valores ambientales es muy variada, pues es necesario considerar tanto afecciones que dependen de la proximidad, como de la disposición de la plataforma como de la propia ocupación directa.

La estructura y aplicaciones de los sistemas de información geográfica permiten el manejo de variables de distinta naturaleza, distribuidas en pautas espaciales diversas, interpretando sistemática de los distintos riesgos de afección.

2. HETEROGENEIDAD TERRITORIAL

Las condiciones del caso real para el que se desarrolló y se utilizó la aplicación del SIG demostraron su eficacia y flexibilidad.



Si la evaluación ambiental que plantea la Fase A de los Estudios Informativos de carreteras es en esencia compleja por la diversidad de afecciones y valores ambientales que ha de considerar, el caso del marco geográfico de la Autovía Orbital de Barcelona comprendido entre el municipio de Abrera y el de Sant Celoni, es especialmente complicado por la diversidad de sistemas territoriales que se dan cita en este área.

El corredor geográfico de estudio forma parte de la estructura del área metropolitana de Barcelona, atraviesa las comarcas de Baix Llobregat, Vallès Oriental y Vallès Occidental, enlazando los ejes de industrialización del Llobregat y de Sant Celoni y discurriendo por los centros económicos de Terrassa, Sabadell y Granollers-La Garriga.

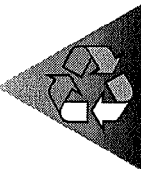
Se trata de un área de un gran dinamismo como demuestran sus variables demográficas, económicas e industriales, en la que se da sin embargo una gran diversidad territorial.

En efecto, intercalado entre el dinámico tejido urbano industrial subsisten competitivos espacios agrarios, áreas de servicios, zonas de descentralización económica y enclaves rurales tradicionales que se reparten la depresión del Vallès y el Valle del Llobregat. Al mismo tiempo, estas zonas han conservado una cierta calidad ambiental reflejada en las numerosas urbanizaciones residenciales que surgen. La estructura territorial se completa con la presencia en los bordes sur y norte del corredor de algunos de los más importantes espacios naturales de Catalunya: Montserrat, Sant Llorenç de Munt Serra de l'Obac, Sierras de Monegre Corredor y el impresionante Montseny.

A la diversidad de áreas mencionadas hay que sumar otros atributos ambientales de extrema importancia como son la condición de un espacio hídricamente muy sensible, no solo en términos de su conocida inundabilidad, sino también en términos de contaminación, aquí se encuentran algunos de los cursos más contaminados de la península, la presencia de los más interesantes recursos paleontológicos del continente y un elevado potencial de hallazgos arqueológicos atribuible a su condición de espacio de paso de los pueblos antiguos.

3. PLANTEAMIENTO DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL

Se seleccionó un amplio ámbito de estudio formado por el territorio de treinta y dos municipios con una superficie aproximada de unos 800 km² y en torno a los 600.000 habitantes. La evaluación ambiental se planteó sobre la necesidad de sistematizar la gran variedad de situaciones que se daban en ese territorio, al mismo tiempo que se garantizará la necesaria discrecionalidad en la información. Para ello se recurrió al concepto de capacidad de absorción del territorio o fragilidad gradual a la autovía. Este concepto es de naturaleza operativa e interpreta la capacidad que tiene cada sistema ambiental de asimilar las alteraciones que en él se inducen sin perder su valor ambiental. Mientras algunos sistemas ambientales no podrían asumir la presencia de la autovía sin perder su



calidad ambiental por completo, otros tendrían capacidad para incorporar la actuación con un pérdida mínima de calidad y, por tanto, aceptable.

Por su parte, cada elemento del medio presenta distintos niveles de fragilidad porque se vería afectado por la construcción y presencia de la infraestructura de manera distinta. El tipo de efectos ambientales de esta infraestructura es similar al de una infraestructura ferroviaria. La división de biotopos por el efecto barrera hace que los biotopos más pequeños sean más frágiles pues en ellos la división conduce a situaciones críticas. El riesgo de destrucción de restos arqueológicos depende de la posibilidad de su existencia, mientras que las molestias de ruido van asociadas a la proximidad entre vía y receptor.

La fragilidad además se interpreta como una variable territorial de manera que en algunas zonas será más elevada que en otras. Este aspecto es el que la hace operativa en la evaluación de corredores pues su evaluación en el territorio nos permite anticipar el mayor o menor deterioro que se producirá si la infraestructura se dispone en un sitio u otro.

Para interpretar la fragilidad del medio se consideraron separadamente los distintos componentes ambientales que lo forman, a saber: riesgos geológico-geotécnicos, patrimonio geológico, régimen hídrico superficial, régimen hidrogeológico, calidad del agua superficial y subterránea, edafología, vegetación y fauna, paisaje, calidad ambiental de vida de las personas, usos y aprovechamientos del suelo, previsiones del planeamiento urbanístico, áreas protegidas, patrimonio histórico-artístico y arqueológico.

Un equipo multidisciplinar formado por doce especialistas en las distintas áreas del medio elaboró el análisis concluyendo una evaluación de la fragilidad. Esta equipo estuvo formado por Juan Aparicio, Francisco Azanza, Ignacio Español, Ramón Garet, Alejandro Mendizábal, Cinta Pérez, Loreto Ruíz, Luis Sebastián, Nieves Serrano, Adelina Valero, Salvador Vela y José Miguel Vicens.

Se estableció una graduación de referencia de la fragilidad común para todos los aspectos del medio ambiente. Esta graduación interpretaba el nivel de compatibilidad que tendría la presencia de la autovía con la calidad de ese aspecto ambiental. La definición de los distintos grados de referencia era la siguiente:

Áreas de fragilidad muy alta, la disposición del corredor en estas zonas determina una afección muy grave sobre el componente ambiental, de carácter irrecuperable, alterando valores ambientales cuya calidad es aceptada por toda la comunidad.

Áreas de fragilidad alta, la disposición del corredor en estas zonas determina una afección grave sobre el componente ambiental, que debe ser corregida mediante la definición de los elementos básicos de la infraestructura (plataforma, estructuras singulares), alterando valores ambientales cuya calidad es aceptada por gran parte de la comunidad.



Áreas de fragilidad media, la disposición del corredor en estas zonas determina una afección notable sobre el componente ambiental, que puede ser corregida dependiendo de la incorporación de medidas mitigadoras al proyecto de infraestructura, alterando valores ambientales cuya calidad es aceptada por parte de la comunidad.

Áreas de baja fragilidad, la disposición del corredor en estas zonas determina una afección significativa o muy baja sobre el componente ambiental, que puede ser corregida por medidas mitigadoras, alterando valores ambientales cuya calidad es aceptada por algún grupo de interés de la comunidad.

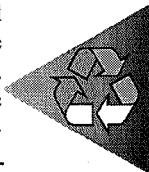
La escala de fragilidad desarrollada interpreta la posible pérdida de valor ambiental de cada componente con lo cual tiene el carácter de una escala de evaluación ambiental, pero además se traduce en un nivel de exigencias al diseño del proyecto. Por ejemplo: el nivel más elevado de fragilidad implica la limitación de trazados en superficie, el grado de fragilidad media implica que la afección puede ser corregida con la aplicación de medidas mitigadoras. En este sentido se trata de una escala de «doble» uso pues no sólo evalúa el posible deterioro ambiental de cada pieza del territorio, sino que también modula y avanza el diseño del proyecto planteando su mejora ambiental.

Esta función dual de la escala de evaluación utilizada de una manera ejecutiva y eficaz dinamiza el Sistema de Información Geográfica, articula su función de instrumento de evaluación ambiental y, al mismo tiempo, le hace participar directamente en la concepción de los posibles corredores. La capacidad del SIG de gestionar la información territorializada le permite llevar a cabo estas aplicaciones.

A partir de la anterior definición genérica de la fragilidad cada especialista desarrolló la escala específica de gravedad de su componente ambiental. Para ello, se les insistió en la necesidad de interpretar los grados de fragilidad en nivel de exigencias al diseño del proyecto, desde el grado más restrictivo allí donde las condiciones de ese componente ambiental exigían que se prohibiera la implantación de la autovía hasta las más abiertas donde sólo se requería la aplicación de medidas mitigadoras adicionales.

En algunos casos, la graduación en cuatro niveles no resultó lo suficientemente discreta para el tratamiento de la fragilidad ambiental, por lo que algunos de los umbrales se desdoblaron en dos, pudiéndose obtener escalas definitivas desde cuatro hasta ocho niveles.

También ocurrió que para algunos componentes ambientales no existían las situaciones que definían los extremos de la escala de fragilidad. Por ejemplo en el componente ambiental patrimonio histórico-artístico arqueológico ningún área del Baix Llobregat o del Vallès puede considerarse exenta del riesgo de hallazgos arqueológicos, con lo que no se cualificó ninguna zona como de baja fragilidad. En el caso del riesgo geológico-geotécnico, en todo el área de estudio no se daban las condiciones más extremas que podrían haberse dado en términos de volúmenes inestables en la península, por lo que no se señaló nin-



gún área como de fragilidad muy alta. En otros casos, como la calidad del agua o la calidad del suelo no se consideró que existieran condiciones en las que se pudiera recomendar proscribir la presencia de la autovía por la afección sobre estos aspectos, dado que estas afecciones no tendrían nunca un carácter crítico.

Las tablas nº 1 y nº 2 muestran las escalas desarrolladas para interpretar la fragilidad de los ecosistemas y la de la calidad ambiental de vida de las personas.

Fragilidad Ambiental	Definición Fragilidad Ecológica	Representación Cartográfica	
		Trama	Código
MUY ALTA	Espacios Naturales Protegidos	ROJO SOLIDO	Enp
	Áreas de Influencia de los Espacios Naturales Protegidos	ROJO RAYADO	Aie
ALTA	Biotopo Forestal	NARANJA SOLIDO	Bft
	Mosaico de rodales, vegetación arbórea y cultivos	NARANJA RAYADO	Mrc
MEDIA	Cultivos herbáceos de secano y/o regadío	AMARILLO	Csr
BAJA	Improductivo. Zonas urbanas y periurbanas, infraestructuras.	BLANCO	Imp

Tabla 1. Definición de la Fragilidad Ecológica

Fragilidad Ambiental	Definición de Fragilidad Calidad de Vida	Representación Cartográfica	
		Trama	Código
MUY ALTA	Suelos Urbanos	ROJO SOLIDO	SU
	Suelos Urbanizables Programados y No Programados	ROJO RAYADO	SUzP SUzNP
ALTA	Edificaciones aisladas	NARANJA	o
MEDIA	Áreas a 250 metros de edificaciones o de suelos urbanos o urbanizables	AMARILLO	-
BAJA	Áreas libres	BLANCO	-

Tabla 2. Definición de la Fragilidad de la Calidad Ambiental de Vida



El planteamiento de la evaluación ambiental que se adoptó fue de carácter desagregado, es decir, se mantuvo el análisis y diagnóstico de cada uno de los diferentes aspectos ambientales identificados como sensibles a la autovía, sin necesidad de agregar sus valores gracias a las capacidades que permitía el SIG, evitando así la generación de parámetros sintéticos que pudieran desvirtuar los verdaderos referentes de la evaluación.

Finalmente, la distinta naturaleza de las posibles afecciones que podría producir un proyecto de estas características se sistematizó en tres grandes grupos: aquellas afecciones asociadas a las emisiones y riesgos de propagación que en el diseño de corredores se interpretan mediante la distancia entre proyecto y receptor; aquellas afecciones que derivan de la ocupación directa que sustituye el medio previo por las instalaciones de la infraestructura; y aquellas afecciones que derivan de la capacidad de fragmentación del medio.

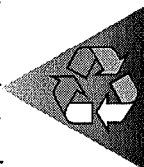
4. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El estudio de fragilidad partió de la recogida de información básica que incluía la contenida en la documentación oficial, en estudios específicos y la recogida mediante trabajo de campo. Toda esta información constituyó el cuerpo de información básica que comprendía la mapeificación de la litología, la altimetría, los cauces, las áreas inundables, los usos y aprovechamientos del suelo, los continuos urbanos y las edificaciones aisladas, la calificación del planeamiento urbanístico, la delimitación de los espacios naturales de la red, la ubicación de yacimientos paleontológicos conocidos, la ubicación de yacimientos arqueológicos conocidos, la ubicación de edificios catalogados como de interés. Esta información básica se territorializó a escalas comprendidas entre la 1:10.000 y 1:50.000, aunque la mayor parte se produjo a escala 1:25.000.

La información mapeificada se cargó en el SIG en forma de polígonos o puntos, organizada según coberturas (capas) temáticas que incluyeran los distintos matices (por ejemplo: la cobertura de usos y aprovechamientos comprendía cuatro tipos de uso forestal y tres tipos de cultivos, la cobertura de patrimonio cultural incluyó tres tipos de ubicación: agotado, mueble, inmueble).

El tratamiento de esta información básica mediante operaciones del SIG permitió concluir la información elaborada de cada aspecto ambiental sensible. Por ejemplo, la superposición de las coberturas de espacios naturales y de usos y aprovechamientos permitió una clasificación de los distintos biotopos del corredor. La aplicación de buffers de 250 metros a las edificaciones residenciales aisladas, a los consolidados urbanos y a la calificaciones de suelos urbanizables permitió identificar el área sensible a molestias de emisiones del tráfico.

La aplicación de los diferentes criterios de fragilidad según las escalas desarrolladas por cada especialista para cada aspecto ambiental permitió la elaboración de ámbitos territo-



riales graduados según la mayor o menor fragilidad de cada componente (ver Figura 1). La capacidad del SIG para manejar varias coberturas demostró la flexibilidad del instrumento que permitía generar los distintos grados de restricciones que se planteaban al proyecto en cada zona.

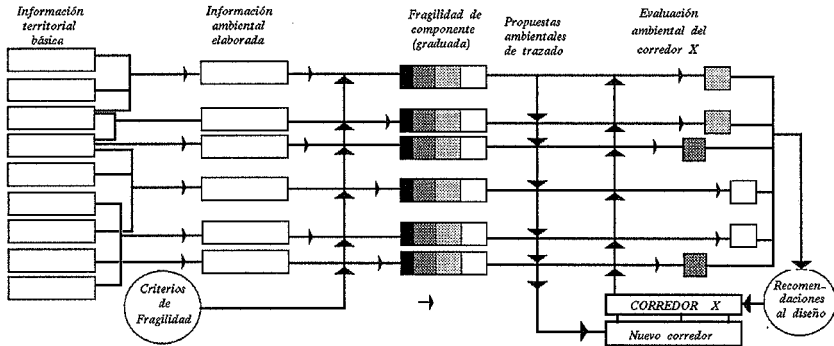


Figura 1

5. EVALUACIÓN DE CORREDORES

La evaluación de corredores se desarrollo sobre el contraste entre las distintas coberturas de fragilidad ambiental y los diferentes trazados, obteniéndose el perfil de afecciones en cada componente ambiental ya fueran efectos de ocupación, división o emisión. Para cada corredor que se planteaba se obtenía su valoración ambiental desagregada y mapiificada en todos los ámbitos considerados. Este perfil ambiental de fragilidades afectadas constituía su evaluación. Algunos tramos y algunos corredores fueron desechados de acuerdo a los argumentos proporcionados por el SIG.

Pero la evaluación ambiental de corredores no se limitó a valorar los trazados elaborados con criterios geométricos sino que se incorporó al propio proceso de generación de soluciones. Así a partir de la mapiificación de fragilidades se aportaron propuestas de corredores ambientalmente viables (ver «nuevo corredor» en Figura 1), tanto tramos completos como soluciones parciales que se incorporaron al proceso de estudio de corredores, elaborándose con criterios integrales.

La utilización del SIG en la Fase A del Estudio Informativo de la Autovía Orbital de Barcelona tuvo las ventajas de convertir las restricciones ambientales en aportaciones propositivas, garantizar la sistematización de un evaluación muy compleja y proporcionar a la fase B un completo paquete de observaciones que dirigieron su realización.



6. CONCLUSIONES

El ejemplo analizado de aplicación de un SIG a la valoración de corredores estratégicos demuestra la utilidad de este instrumento en la evaluación ambiental de actuaciones con carácter lineal.

El número de componentes ambientales del extenso territorio analizados simultáneamente mediante coberturas superponibles y que se pueden componer demuestra su gran capacidad, más amplia aún si consideramos las distintas zonificaciones graduales del componente ambiental que incorporaba cada cobertura.

Sin embargo, donde el instrumento se mostró de mayor utilidad fue en su flexibilidad a la hora de ayudar al profesional a generar interpretaciones del medio y realizar la evaluación mediante operaciones simples del SIG (temas, buffers, barreras, intersección, superposición, generación de rutas, etc.).

En este campo entran la posibilidad de recomponer la información básica obteniendo información temática específica, la capacidad de sus utilidades para adaptarse al mecanismo generador de las afecciones ambientales y la realización de la evaluación ambiental sistematizada y homogénea.

Aunque el ejemplo analizado operó a escalas territoriales típicas de la fase A de los Estudios Informativos, los SIGs operan también con eficacia en escalas de mayor precisión incorporándose a los programas de diseño de trazado de infraestructuras lineales con eficacia.

7. REFERENCIAS

Centre de Estudis de Planificació, Limnos S.A., «*Estudio de Impacto Ambiental del Cuarto Cinturón: Vandellòs Vidrieres*». II Plan de Carreteras, inédito, 1993

Consultors Ibering, EDF y Gràfics i Desenvolupament d'Aplicacions «*Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental de Nueva Línea Férrea de Gran Velocidad Barcelona Perpinyà, tramo Barcelona Frontera Francesa*», Departament de Política Territorial i Obres Públiques y Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, 1989.

Departament de Medi Ambient, Generalitat de Catalunya, «Edicto de 2 de Diciembre de 1991: *Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto de Nueva Línea Férrea de Gran Velocidad Barcelona Perpinyà, tramo Barcelona Frontera Francesa, promovido por Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya y el Departament de Política Territorial i Obres Públiques*». publicado en el Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya Num. 1.548 de 29-1-1992.



Diego, F., Martín, J. y Ribes J. «*Conexions biològiques entre els Espais d'Interès Natural del Vallès. Criteris de conservació*», ADENC, Generalitat de Catalunya, 1994.

Servicios Omicron S.A., «*Estudio sobre Niveles de Ruido y Contaminación Atmosférica en las redes arteriales en la Comunidad Autónoma de Cataluña*» Subdirección de Planificación de la Dirección General de Carreteras del entonces Ministerio de Obras Públicas y Transporte, inédito, 1993.

