

## La obra pública y el medio físico

PERE MASCAREÑAS

Batlle & Mascareñas, Geoprojectes  
Guifré, 23, 08302 - MATARÓ (Barcelona)

### RESUMEN

A partir de experiencias personales como profesional de la Geología en el ámbito de la relación entre la Obra Pública y el Medio Físico, se expone la visión actual y perspectivas de futuro.

*Palabras clave:* Medio Físico, Obra Pública, Geología aplicada a la Ingeniería.

### ABSTRACT

Talking about personal experiences as a Professional in the field of Geology being involved with both the Public Works and the Physical environment, It is exposed the actual vision and perspectives of the future.

*Keywords:* Physical environment, Public works, Applied Geology

### INTRODUCCION

El hecho que la superficie terrestre se encuentre permanentemente en una evolución, en un continuo remodelado, hace que cualquier obra humana que se efectúe repercuta necesariamente sobre la superficie de la tierra y signifique una "acción" sobre el medio físico que la sustenta. Con mayor razón, por su extensión y/o envergadura, la obra pública ha de significar una intervención que altere y modifique el relativo equilibrio de la corteza terrestre y los demás "elementos" que sobre ella se desarrollan.

Se entiende por Medio Físico el conjunto de elementos que conforman los aspectos tangibles de la superficie

de la tierra. Dichos aspectos pueden agruparse en las siguientes grandes áreas: clima, calidad del aire, ruido, geología y geomorfología, hidrología (superficial y subterránea), suelos, vegetación, fauna, paisaje. No se incluyen los aspectos más económicos-sociales como pueden ser la agricultura, la ganadería, los recintos históricos, etc.

Se entiende por Obra Pública aquella que se proyecta desde instancias o instituciones públicas o privadas y que van destinadas a un beneficio de la sociedad en general. Resulta necesario señalar que, a pesar de las repercusiones beneficiosas que, por definición, toda obra pública ha de comportar para la sociedad, a menudo implica perjuicios por deterioro del medio físico o incluso puede redundar en perjuicios económicos a una parte de la sociedad.

En este trabajo, necesariamente de planteamiento genérico, nos limitamos a tratar los aspectos geológicos que relacionan la Obra Pública y el Medio Físico: geología, geomorfología e hidrología. Se deja para otros especialistas los aspectos referentes a la flora y la fauna, el clima y el aire, el paisaje, etc. Tampoco se contempla, a pesar del paralelismo con la obra pública, el planeamiento urbanístico.

### CONSIDERACIONES GENERALES

Por su concepto, la Obra Pública presenta aspectos positivos reales, y su consideración preside la concep-

ción del proyecto, por lo que aquí se trata de enumerar la influencia o el potencial impacto negativo de ésta sobre el medio físico.

De hecho, la mayoría de las veces, son las distorsiones que la Obra Pública ejerce sobre el Medio Físico a través de las modificaciones, a menudo de gran importancia y envergadura, del relativo "equilibrio" del medio. Ello genera una "reacción" del medio, en su tendencia al citado "equilibrio" natural, que incide sobre la integridad o estabilidad de la obra. De un modo genérico, se trata del clásico principio físico de la "acción y reacción".

Hay que considerar pues la incidencia de la dinámica, unas veces lenta otras veces rápida pero siempre contundente, del medio físico sobre determinados puntos o aspectos de la Obra Pública.

A pesar de los condicionantes establecidos por alguna normativa legal reciente, resulta frecuente que las exigencias de elaboración de un proyecto de Obra Pública lleven a que las recomendaciones destinadas a la previsión de la relación obra-medio físico (y medio ambiente en su conjunto) no aparezcan hasta que el proyecto se encuentra en un estado avanzado y a veces incluso la obra en marcha, por lo que hay que actuar "a posteriori", significando repercusiones de altos costos económicos, ambientales e incluso sociales.

## PRINCIPALES TIPOS DE OBRA PUBLICA QUE AFECTA AL MEDIO FISICO

Por la distinta incidencia que pueden plantear las Obras Públicas sobre el Medio Físico, pueden clasificarse en:

- Incidencia puntual: puentes  
puertos (marítimos o fluviales)  
aeropuertos  
canteras y explotaciones de  
recursos a cielo abierto  
vertederos, escombreras  
o terraplenes
- ... Incidencia lineal: carreteras, autopistas y accesos a  
obras puntuales  
ferrocarriles  
(superficiales y  
subterráneos)  
presas  
canales

Cuando se citan las canteras y los vertederos, se hace referencia a las extracciones o acumulaciones que se originan por necesidades de una obra pública, con el fin de obtener determinado tipo de materia prima (destinado a árido o la construcción de terraplenes, por ejemplo) o para acumular excedentes de material (procedentes de explanaciones, de excavaciones, de la perforación de túneles, etc.), ya sea de modo provisional (acopios) o permanente (vertederos).

Por la temporalidad de las incidencias de la Obra Pública sobre el Medio pueden dividirse en:

- provisionales,
- temporales
- y permanentes.

En el primer caso se incide sobre el medio durante los trabajos en de la obra, originando situaciones de carácter provisional y que son corregidas o contrarrestadas antes de dar la obra por finalizada.

Las incidencias temporales son aquellas que se producen debido a fenómenos periódicos: originar o desviar aludes de nieve, limitar la crecida de ríos u otros fenómenos, que podrían ser de duración estacional o solamente ocasional o esporádica..

Las incidencias permanentes son aquellas que pueden ocasionar reacciones del Medio en todo momento, ya sea por el lento evolucionar de la corteza terrestre, esencialmente por efecto del conjunto de fenómenos erosivos, ya episodios bruscos y rápidos pero de riesgo continuo, como pueden ser los desprendimientos de roca o de tierra en masa.

Existen otras clasificaciones en función de otros parámetros, tales como la magnitud de su incidencia (compatible, moderado, severo, crítico), por la extensión de su incidencia (continuos y discontinuos), recuperable o irrecuperable, reversible o irreversible, simple o acumulativo, directo o indirecto, etc.

## EFFECTOS SOBRE EL MEDIO FISICO

1. *Barrera*. Se trata de un efecto que incide especialmente sobre la circulación de las aguas superficiales pero que puede resultar también, importante para otros aspectos ambientales como el desplazamiento de la fauna.

2. *Rotura* del relativo *equilibrio geológico* en que se encuentra la zona. Consiste en la creación de desequili-

brios de la estructura geológica y de la estabilidad de las pendientes. Afecta pues la Geología estructural y la Geomorfología.

3. *Rotura de drenajes.* Es un aspecto que puede incidir tanto sobre las aguas superficiales, por efecto de barrera o de desviación de cursos, como a las aguas subterráneas, desviando y modificando la situación, circulación o recarga de acuíferos, pudiendo incluso llegar a afectar los recursos hídricos de la zona y con ello el suministro a la población.

## ESTUDIOS DE IMPACTO SOBRE EL MEDIO FISICO

Los estudios del impacto de actuaciones diversas sobre el medio físico han sido recientemente descritos en publicaciones en las que se describe la metodología a utilizar, en las que las Obras Públicas quedan incluidas.

Sin embargo hay que recalcar que, si los estudios de impacto son siempre importantes, en las Obras Públicas, por su extensión o envergadura, se hace más necesario, si cabe, el estudio de impacto. Por otro lado, la importancia de los efectos directos o indirectos que se pueden derivar de la construcción y permanencia de la mayoría de la Obra Pública, tanto sobre la población como sobre otros aspectos relacionados con la actividad humana (otras Obras Públicas, ramas económicas como la industria, la agricultura o la ganadería, y sociales como la inseguridad, el riesgo y los accidentes) los convierten en esenciales e imprescindibles.

No se procede pues aquí a la descripción de metodologías ni de procedimientos de impacto ni de riesgo desde el punto de vista geológico, sino a considerar algunos aspectos que parecen básicos en los proyectos de Obra Pública y que quedan relacionados con la posible intervención de profesionales del ramo de la Geología.

Así, ante el inicio de un proyecto de Obra Pública, conviene plantear los diversos aspectos y puntos de vista que interrelacionen el proyecto en si mismo y el medio. Dichos aspectos serian los siguientes:

- análisis del estado inicial del medio (cartografía geológica y estructural, cartografía geo-morfológica, cartografía de riesgos)
- análisis de las necesidades del proyecto
- análisis de la incidencia del proyecto sobre el medio, con predicción del impacto estructural, geomorfológico e hidrológico

- previsión de la reacción del medio y proyecto de las actuaciones destinadas a su prevención o corrección (contrarrestar, en lo posible dicha reacción)
- modificaciones del proyecto para minimizar el impacto, ya sea en su situación o trazado, ya en el procedimiento de ejecución
- previsión del riesgo de las reacciones del medio que no hayan sido o podido ser contrarrestadas, y valoración de los efectos hasta alcanzar el nivel óptimo de equilibrio en la previsible relación causa-efecto. (En el capítulo de riesgos pueden intervenir otras ramas de la Geología de importante incidencia: la sísmica i el volcanismo.)

De todos modos, lo ideal sería que se produjera la adaptación del proyecto al medio físico, lo cual resulta, de momento, bastante utópico.

## LEGISLACION

En la mayoría de los países, el conjunto de leyes, procedimientos y organismos cuya finalidad es proteger el medio físico, resulta amplio, pero hay que reconocer que, de momento, no suele ser coherente ni coordinado.

Existen leyes españolas que preservan el medio ambiente y el paisaje de modo generalizado. Las primeras se referían a casos de Reserva natural, Parque o Monumento natural. En alguna ocasión se especifica la exigencia de la realización de estudios de impacto ambiental para determinados proyectos. Se trata de las siguientes:

- Ley sobre régimen del suelo y ordenación urbana, de 9 de Abril de 1976, Decreto 1346/76 (referente a Planes Nacionales de Ordenación, Planes Directores Territoriales y Planes Generales Municipales).
- Ley de Agricultura de montaña, 25/1982.
- Real Decreto 2894/82, del 15 de Octubre, referente a la restauración del espacio natural afectado por actividades mineras, y el Real Decreto 116/1984, del 9 de Mayo que se refiere de modo concreto a la minería del carbón a cielo abierto.
- Ley de Aguas, del 2 de Agosto de 1985, en algunos de sus artículos (69, 84, 89, 90 y 103).
- Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de Junio, de evaluación del impacto ambiental.

- Real Decreto 1131/88, de 30 de Septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/86.
- Ley de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y la Fauna Silvestre, de 27 de Marzo de 1989, 4/89.

Algunas Comunidades Autónomas también han dictado normas referentes a la protección del medio ambiente.

La legislación de ámbito estatal más concreta existente para la regulación de estos aspectos resulta ser, sin duda alguna, el Real Decreto Legislativo 1302/86 y el Real Decreto 1331/88 que dicta el Reglamento que regula el anterior.

Hay que señalar que el citado Decreto Legislativo se promulgó en uso de la potestad delegada del Gobierno por la Ley 47/1985, de 27 de Diciembre, de Bases de Delegación del Gobierno para la aplicación del derecho de las Comunidades Europeas, y que es la transposición al derecho interno español de la Directiva 85/337/CEE, referente a los impactos sobre el medio ambiente de ciertas obras públicas y privadas (JOCE n. L175, de 5 de Julio de 1985)

La legislación sobre medio ambiente resulta pues amplia pero todavía algo dispersa.

#### PERSONAL TECNICO QUE HA DE INTERVENIR Y RAMAS DE ESPECIALIZACION

A pesar de que en la legislación o en los tratados de metodología de los estudios de medio físico no se especifica la titulación que deben tener los técnicos especialistas que han de intervenir, resulta lógico, y así debería constar, que buena parte de los ámbitos han de correr a cargo de profesionales de la Geología, tanto general como especializada en sus diversas ramas. Así, en los ámbitos de la cartografía geológica general, estructural, geomorfológica y geotécnica han de constituir la información básica inicial de toda planificación y de todo proyecto.

Para orientación de los geólogos estudiosos del tema se exponen seguidamente algunos trabajos que, sin pretender ser exhaustivos, pueden servir de consulta, de modo general o de modo específico.

Así, como base de Geología General, además de los tratados propios de la Ciencia en si misma, se pueden ci-

tar: Pedraza (1981); Pedraza y Garzón (1981); Ayala (1986); Ayala, Duran y Peinado (1987).

En legislación del Medio Físico, del Medio Ambiente y Ordenación del Territorio: Motma (1992); Motma (1994); Alonso Olea (1985); Marqués (1984-a).

En hidrología: Ayala (1985).

En laderas y taludes: Ayala y Andreu (1987); García Yagüe (1984); Marqués (1984-b).

En metodología de previsión de impacto: Mopu (1989-a); Mopu (1989-b); Rollier y Erbeta (1974); Gómez Oteo (1994-a); Gómez Oteo *et al* (1992); Español (1994).

En aspectos más de detalle resulta imprescindible la intervención de especialidades geológicas tales como la Geomorfología, la Geología aplicada a la Ingeniería, la Hidrogeología (superficial y subterránea), la Geotecnia (de suelos y de rocas), etc.

#### INTERVENCIONES MAS FRECUENTES DEL GEOLOGO COMO PROFESIONAL EN EL DE LA RELACION ENTRE LA OBRA PUBLICA Y EL MEDIO FISICO

Las experiencias de intervención como profesional de la Geología en el ámbito de la relación entre el Medio Físico y la Obra Pública se centran, de manera especial, en los efectos geomorfológicos, tanto en su previsión en la fase de proyecto como en la estabilización de movimientos posteriores.

A continuación se exponen algunos de los diversos y posibles tipos de intervención de los geólogos.

- a) Estudios geológicos y geotécnicos para la planificación, anteproyecto y proyecto de nuevos trazados o de modificación en las redes de comunicación (carreteras, autopistas, ferrocarriles), incluida la perforaciones de túneles.
- b) Estudios geomorfológicos para la previsión de la evolución de movimientos de laderas (naturales o artificiales) y de taludes; proyectos para su contención o para la minimización de los efectos.
- c) Estudios hidrogeológicos para el proyecto de regulación de caudales de torrentes y para la estabilización

y protección de la erosión de márgenes fluviales y de socavación de puentes.

- d) Estudios geológicos, petrológicos y geomorfológicos para la localización de materiales naturales destinados a ser usados como materia prima en las obras, o bien para la localización de vertederos donde poder ubicar materiales excedentes de las obras.

Del conjunto de ámbitos relacionados, puede deducirse el amplio campo de actuación del geólogo en el ámbito de la relación entre el Medio Físico y la Obra Pública, a lo cual es preciso añadir el lento pero constante incremento de intervenciones de este tipo que se ha experimentado en los últimos 5 años. Ello permite una previsión optimista de cara a la relativa normalización de los proyectos e intervenciones en Obra Pública en los que intervenga una protección y un respeto máximos al Medio Físico.

Ante estas perspectivas, que se pueden definir como alentadoras, de intervención y de participación del geólogo profesional en el campo del proyecto y construcción de Obra Pública, cabe recomendar al profesional, especialmente a las jóvenes promociones, su preparación a fondo en las ramas de la especialidad, así como un profundo rigor en sus intervenciones, que en definitiva y aunque sea a la larga, llegan a constituir una buena base de prestigio y utilidad de la Ciencia Geológica y de sus profesionales.

## BIBLIOGRAFIA

ALONSO OLEA, M. et al., 1985: *Legislación del suelo*. Madrid. Ed. Civitas, Biblioteca de Legislación,

AYALA, F.J., 1985: *Geología y producción de daños por inundaciones*, Madrid, ITGE.

AYALA, F.J., 1986: *Mapa predictor de riesgos por expansividad de arcillas en España, escala 1/1.000.000*. Serie Geológica ambiental, Madrid, IGME y CEDEX, 64 p.

AYALA, F.J. y ANDREU, J., 1987: *Manual de taludes*, Madrid, ITGE.

AYALA, F.J., DURAN, J.J. y PEINADO, T., 1987: *Riesgos geológicos*, Madrid, ITGE.

ESPAÑOL, I.M., 1994: Recomendaciones para la incorporación del condicionado ambiental en los proyectos de construcción de carreteras, *Tecnoambiente*, 41: 61-65.

GARCIA YAGÜE, A., 1984: Coste social de la inestabilidad de laderas y métodos de corrección, *Jornadas de trabajo sobre inestabilidad de laderas en el Pirineo*, ETSICCP de Barcelona, pp. III-1 a III-8.

GOMEZ OTEO, D., 1994 (a): *Evaluación del impacto ambiental*, 2ª edición, Madrid, Ed. Agrícola Española, S.A., 264 p.

GOMEZ OTEO, D., 1994 (b): *Ordenación del territorio*. Madrid, Coedición Ed. Agrícola Española - Instituto Geominero de España, 240 p.

GOMEZ OTEO, D., et al., 1992: *Un modelo informatizado para evaluación del impacto ambiental*, Madrid, Ed. Agrícola Española, S.A.

MARQUÉS, M.A., 1984 (a): *Geología superficial y ordenación del territorio*, 2º curso de ordenación del territorio, ETSI Agrónomos de Lleida. Universidad Politécnica de Catalunya, pp 53-71.

MARQUÉS, M.A., 1984 (b): *Dinámica superficial y técnicas de reconocimiento y medida en laderas naturales y artificiales*, 2º curso de ordenación del territorio, ETSI Agrónomos de Lleida. Universidad Politécnica de Catalunya, pp. 73-84.

MOPTMA, Secretaría de Estado para la Política del agua y el Medio Ambiente, 1992: *Guía para la elaboración de estudios del Medio Físico; contenido y metodología*, Series Monográficas, Madrid, 809 p.

MOPTMA, Dirección General de Política Ambiental, 1994: *Modelo de ordenanza municipal de protección ambiental*, Serie Monografías, Madrid, 270 p.

MOPU, Dirección General del Medio Ambiente. 1989 (a): *Guías Metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental: 1 Carreteras y ferrocarriles*, Madrid, 165 p.

MOPU, Dirección General del Medio Ambiente. 1989 (b): *Guías Metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental: 2 Grandes presas*, Madrid, 200 p.

PEDRAZA, J., 1981: *Geología y medio ambiente*, Monografías, Madrid, COETMA, n 11, MOPU.

PEDRAZA, J. y GARZON, M.G., 1981: *Bases Geológicas y geomorfológicas para la sistematización de los Estudios del Medio Físico*, CI-MA, Madrid, Boletín Informativo del Medio Ambiente, 8: 51-70.

ROLLIER, M. y ERBETTA, M., 1974: *Impacto de la carretera sobre el medio ambiente. Método de cuantificación*. Boletín de Información del Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo, 105: 45-55.