

---

ESTATS DE LA QÜESTIÓ  
I DOCUMENTACIÓ

# L'avaluació d'impacte ambiental: conceptes i mètodes

Xavier Martí Ragué

Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Geografia  
08193 Bellaterra (Barcelona). Spain

F. Xavier Puig i Oliveras

Universitat de Girona. Departament de Ciències Ambientals  
17071 Girona. Spain

Data de recepció: novembre 1997  
Data d'acceptació: novembre 1998

## Resum

---

El present article pretén efectuar un recull dels mètodes més profusament utilitzats en l'avaluació d'impacte ambiental juntament amb una breu aproximació a la seva estructura i a les seves característiques. Finalment, i des d'un punt de vista crític, es planteja la necessitat d'una profunda revisió d'aquests mètodes, amb especial atenció a la importàcia de la verificació i del seguiment de les avaluacions realitzades.

**Paraules clau:** avaluació d'impacte ambiental.

## Resumen. *La evaluación de impacto ambiental: conceptos y métodos*

---

El presente artículo pretende efectuar una recopilación de los métodos más comúnmente utilizados en la evaluación del impacto ambiental juntamente con una breve aproximación a su estructura y características. Finalmente, y desde un punto de vista crítico, se plantea la necesidad de una profunda revisión de estos métodos, dedicando especial atención a la importancia de la verificación y del seguimiento de las evaluaciones ya realizadas.

**Palabras clave:** evaluación de impacto ambiental.

## Resumé. *Évaluation d'impact environnemental: concepts et méthodes*

---

Cet article prétend faire une synthèse des méthodes les plus utilisés avec une approche à leur structure et caractéristiques. Finalement, on exprime, d'après une vision critique, le besoin d'une révision de l'application de certaines méthodes d'évaluation en ce qui concerne l'importance de la vérification et la connaissance expérimentale des évaluations réalisées.

**Mots clé:** évaluation d'impact environnemental.

## Abstract. *Environmental impact assessment: concepts and methods*

---

This article attempts to compile the methods most widely applied in environmental impact assessment, together with a brief reference to their structure and characteristics. Finally, and from a critical point of view, a profound revision of such methods is proposed, paying special attention to the verification and monitoring of the assessments carried out.

**Key words:** environmental impact assessment.

---

## Sumari

### Introducció

L'interès per l'avaluació d'impacte ambiental és molt recent i es comença a incorporar en les funcions de decisió dels Estats occidentals a partir dels anys 1970, quan als Estats Units entra en vigor la Llei de protecció del medi ambient (NEPA) amb la inclusió d'obligatorietat per avaluar l'impacte ambiental de certs projectes. A Europa és a partir de 1985 que es formalitza, a partir de la Directiva comunitària 85/337/EEC, l'avaluació d'impacte ambiental com a element imprescindible per a certes decisions projectuals.

Tot i això, avui, i fora dels àmbits estrictament administratius, l'avaluació de l'impacte ambiental pren una significació molt alta, especialment si tenim en compte l'augment de l'interès de la societat en general per conèixer les conseqüències reals i completes d'allò que anomenem «progrés» i «creixement econòmic». Aquesta demanda creixent de criteris i mètodes objectius per avaluar i per diferenciar les decisions estratègiques, tàctiques, projectuals i de gestió (Hamblin, 1996; Hey, 1996) contrasta fortament amb una oferta amb poca qualitat i que, generalment, evidencia desconfiança social i poca credibilitat científica. Així, malgrat l'abundància de treballs, de publicacions i de normatives específiques (Estevan Bolea, 1984; Conesa, 1993; Erickson, 1994; Gómez Orea, 1984), sembla que els mètodes d'avaluació d'impacte ambiental (AIA) que s'utilitzen normalment en els estudis d'impacte ambiental (EIA) (Colombo, 1996) permeten una certa manipulació subjectiva de l'autor o del promotor que paga l'estudi.

Els canvis ambientals que està patint la biosfera en la segona meitat d'aquest segle generen avui, també, un dubte profund que requereix una resposta en àmbits molt diferents de l'Administració, de l'activitat privada i de la societat civil. Aquesta necessitat de resposta posa de relleu la importància de l'avaluació d'impacte ambiental com un exercici de detall i comptable de cadascuna de les pèrdues que conformen el canvi global en les condicions planetàries que fan possible la vida. Tant la gravetat del canvi ambiental global i local que pateix la biosfera com la insuficient resposta integrada sobre les conseqüències concretes d'aquests canvis haurien d'esperonar els col·lectius professionals de recerca i de docència que puguin afrontar, des d'una perspectiva integrada (aquest és clarament el cas de les geògrafes i geògrafs), l'aprofundiment en les bases metodològiques i científiques de l'AIA per tal de recuperar la credibilitat, generalment

perduda, d'aquest instrument tan valuós en el procés de democratització de les decisions que afecten el medi ambient (Kjellerup, 1996).

Tot i aquesta perspectiva globalitzadora, no es pot oblidar que l'avaluació d'impacte ambiental és una opció progressiva però sotmesa als valors socio-culturals dominants i, per tant, als interessos econòmics subjacents sota aquests valors. D'aquesta manera, es poden detectar diferències significatives en l'avaluació de determinats impactes segons si es realitza en països amb una alta consciència ambiental o en països on l'estalvi de recursos ambientals no és una prioritat econòmica.

Aquestes diferències es detecten en el contingut, en el procediment i en els resultats de les avaluacions realitzades i són força necessaris treballs d'homogeneïtzació de criteris d'avaluació (Colombo i altres, 1996). Per tant, un dels reptes fonamentals que afronten els procediments i els estudis d'AIA és superar els criteris subjectius i utilitzar majorment perspectives globalitzadores que garanteixin més homogeneïtat per sobre de les pressions econòmiques, socials, polítiques i culturals.

La gran quantitat d'estudis i avaluacions realitzats des dels anys setanta fins a l'actualitat comporta també una gran varietat de mètodes d'avaluació que fan necessària una ordenació i un aclariment de la seva utilitat i validesa. Així, l'objecte d'aquest article és recollir i ordenar la majoria de mètodes que normalment s'anomenen «mètodes d'avaluació d'impacte ambiental». D'altra banda, i des d'una perspectiva crítica i com a conclusió, es plantegen els fonaments d'una profunda revisió crítica d'aquests mètodes fent èmfasi especial en la necessitat de comprovació i verificació de les avaluacions realitzades.

## **Els conceptes de medi ambient i de canvi ambiental**

La discussió sobre el concepte de medi ambient és fonamental per situar les AIA, precisament perquè si es consideren conceptualitzacions fragmentàries es faciliten avaluacions incompletes.

L'article 3 de la Directiva 85/337/EEC relativa a AIA considera que els factors ambientals que han d'ésser considerats en les AIA són:

- els éssers humans, la fauna i la flora;
- el sòl, l'aigua, l'aire, el clima i el paisatge;
- la interacció entre els factors esmentats;
- els béns materials i el patrimoni cultural.

Els estudis d'impacte ambiental (EIA) consideren també, normalment, altres factors, com ara ús del sòl, soroll, sistema socioeconòmic i trànsit (Colombo i altres, 1996). Tot i això, existeixen altres concepcions més completes i profundes sobre el concepte de medi ambient que incorporen la variable temporal com a element clau del concepte (Graham Smith, 1993; Therivel i altres, 1994). Les diverses visions crítiques de les AIA emfasitzen també la necessitat d'estructurar i sistematitzar el concepte de medi ambient (Lee i Colley, 1990).

La introducció del concepte de canvi ambiental global comporta la polarització del concepte de medi ambient i introdueix nous elements als criteris o a les ponderacions utilitzables en les AIA. Així, la diferenciació i classificació dels petits impactes ambientals ocorreguts en àmbits locals determinats (Marsh, 1867) segons les conseqüències i les implicacions en els canvis ambientals globals que pateix la biosfera són uns elements clau per reorientar l'AIA amb una visió que superi la simplicitat i la manca de criteris ordenadors.

En tot cas convé també tenir en compte el concepte d'impacte ambiental com a pas previ a la comprensió i el coneixement de les AIA. Gómez Orea (1995), tot incorporant la variable ambiental, considera que qualsevol impacte ambiental es pot definir com una diferència entre l'evolució del medi sense actuació i l'evolució del medi amb actuació. Així, l'avaluació d'impacte ambiental té dos components fonamentals i imprescindibles per a la seva realització: l'anàlisi de l'evolució normal sense actuació (diagnosi evolutiva) i la previsió de l'evolució modificada per l'actuació humana (prognosi evolutiva). D'aquesta manera, qualsevol error o deficiència en la diagnosi o en la prognosi comporta deficiències en l'avaluació realitzada. Per tot això sembla clara la dificultat inherent d'encert en qualsevol AIA.

### **Classificació de les metodologies d'avaluació d'impacte ambiental**

Si bé és difícil d'obtenir acords interdisciplinaris sobre el concepte de canvi ambiental, encara ho és més si es pretén valorar i qualificar aquest canvi. Sembla clara la correlació entre la valoració social del medi ambient i la situació històrica, política, econòmica i cultural de cada Estat. D'altra banda, també és innegable la influència significativa dels condicionants climàtics, físics i biològics en la conformació dels sistemes socials de valoració del medi ambient. Així, es podrien comprendre les valoracions del medi ambient diversificades segons la zona del planeta d'on provenen.

Les metodologies d'avaluació d'impacte ambiental pretenen introduir i establir sistemàtiques homogeneïtzadores d'aquesta gran diversitat de situacions i fer possible l'eliminació progressiva dels aspectes subjectius en aquest tipus de treballs. Tot i això, la gran majoria dels mètodes d'AIA tenen petites «finestres» on es pot llegir la subjectivitat de l'autor o la presència d'influències i tendències avaluadores poc objectivables. El treball promogut per la UE (Colombo, 1996) i adreçat a establir una revisió del contingut i de l'estructura de vint-i-vuit estudis d'impacte ambiental relatius a projectes relacionats amb la gestió de residus especials posa de manifest aquestes dificultats i fa unes recomanacions força interessants com a punt de partida per a la millora progressiva vers l'objectivitat d'aquests estudis.

Tot i això, atesa la gran diversitat de mètodes utilitzats per realitzar AIA, és convenient realitzar una ordenació segons diversos criteris que permetin i que afavoreixin la utilització racional i eficient de cada mètode per a cada problema avaluatiu plantejat (vegeu taula 1).

**Taula 1.** Classificacions de les metodologies.

<b>Classificació de les metodologies d'avaluació d'impacte ambiental</b>	<b>Mètodes concrets</b>
Analítiques	Anàlisi espacial, de xarxes i biogeogràfica. Matrius interactives, modelització ecològica i panell d'experts.
Aplicables al planejament	Anàlisi multicriteri, programació, capacitat del territori i indicadors.
Avaluació estratègica	Anàlisi de capacitat territorial, models de programació i anàlisi de xarxes.
Avaluació d'alternatives	Avaluació comparativa i multicriteri. Panell d'experts.
Avaluació detallada	Avaluació quantitativa, modelització i anàlisi espacial.
Identificació d'impactes	Llistes, qüestionaris, mètodes matricials, cartogràfics, anàlisi de xarxes i tècniques específiques.
Predicció d'impactes	Models específics per a cada factor del medi.
Avaluació d'impactes	Batelle (1972), Conesa (1994), MEG, valoració econòmica i de síntesi.

### *Avaluacions científiques o de planejament*

Tot i que els objectius primaris fixats en les normatives vigents d'avaluació d'impacte ambiental (Moreno, 1993; Carbonell, 1993) siguin la prevenció d'impactes abans que succeeixin, la dinàmica pròpia de l'Administració moderna i el tipus de procediment administratiu utilitzat en el cas europeu plantegen un gran dubte de fiabilitat a les AIA realitzades dins el marc procedimental. Fins i tot els mètodes utilitzables des de la perspectiva que fixa la normativa es diferencien significativament dels mètodes d'avaluació que s'utilitzen en una perspectiva més científica i amb menys pressió del promotor per obtenir avaluacions favorables. Aquesta diferenciació metodològica queda palesa en els treballs de Smit i Spaling (1995), que classifiquen els diferents mètodes per avaluar impactes acumulatius en dos grans blocs, reflectits en la taula 2.

Els mètodes analítics estan relacionats amb l'ús dels principis de científicitat i recerca. La premissa d'aquesta línia és que la informació resultant de la investigació es comunica als gestors perquè prenguin les decisions oportunes. Aquesta concepció més científica de l'avaluació d'impacte ambiental s'ha posat de manifest en les normatives d'AIA d'Holanda i Rússia (Femke de Jong, 1996), en les quals s'estableix que les AIA les realitza un comitè d'experts. Els mètodes que utilitzen els principis de planejament tenen en comú el fet de permetre triar entre una gamma d'opcions diferents. La preferència es basa fonamentalment en

**Taula 2.** Mètodes segons científicitat.

<b>Mètodes analítics</b>	<b>Mètodes de planejament</b>
Anàlisi espacial	Avaluació multicriteri
Anàlisi de xarxes	Models de programació
Anàlisi biogeogràfica	Capacitat territorial
Matrius interactives	Procés d'indicadors
Modelització ecològica	
Panell d'experts	

normes explícites que actuen com a element decisorí de cara a obtenir determinats objectius polítics, ambientals, econòmics i socials.

### *Avaluacions segons l'escala analítica utilitzada i segons el nivell de decisió*

La utilitat dels mètodes d'avaluació varia molt segons l'escala de l'àmbit territorial que pot afectar la decisió. Així, les decisions estratègiques requereixen mètodes flexibles, qualitatius, adaptats a àmbits territorials grans i que afavoreixen el treball amb dades i previsions ambientals agregades. En canvi, les decisions projectuals requereixen mètodes més detallats, quantitativs, adaptats a àmbits territorials més petits i amb indicadors determinables en l'àmbit d'afectació del projecte. Existeixen també aplicacions metodològiques per a l'avaluació de decisions intermèdies, com serien les anàlisis d'alternatives que han d'utilitzar alhora elements macroambientals i microambientals. En la taula 3 es poden apreciar els mètodes més adients per a cada tipus d'avaluació segons el nivell de decisió.

### *Classificació dels mètodes d'AIA segons la funcionalitat*

Els estudis d'impacte ambiental, com s'ha dit, s'estructuren a l'entorn de dos grans blocs de funcionalitat analítica, d'una banda, les diagnòsics d'evolució sense actuació i, de l'altra, les prognòsics d'evolució amb actuació. Existeixen, però, dins d'aquests grans blocs funcionals, tres nivells metodològics molt diferenciats. En primer terme, la definició i identificació d'impactes, en segon terme, la previsió i la determinació de la importància dels impactes, i en tercer

**Taula 3.** Mètodes segons nivell decisonal.

<b>Avaluació estratègica</b>	<b>Avaluació d'alternatives</b>	<b>Avaluació detallada</b>
Capacitat ambiental	Avaluació comparativa	Avaluació quantitativa
Models de programació	Anàlisi multicriteri	Modelització
Anàlisi de xarxes	Panell d'experts	Anàlisi espacial

terme, l'avaluació pròpiament dita. Aquests tres nivells ordenen els mètodes d'una forma operativa i serveixen per estructurar els apartats següents.

## Mètodes d'identificació d'impactes

### *Delimitació conceptual*

Prendre consciència del fet que existirà, o que pot existir, una relació causa-efecte entre una determinada acció humana i unes determinades manifestacions en el medi és el que tradicionalment s'ha anomenat «fase d'identificació d'impactes» dins de les metodologies d'avaluació d'impacte ambiental. Aquest fet, que pot semblar, en principi, un simple exercici d'intuïció i que, efectivament, pot ser-ho si es tracta d'analitzar la incidència en el medi d'actuacions molt simples, es converteix en una tasca complexa si el que pretenem és identificar les relacions causa-efecte que poden existir entre possibles manifestacions en el medi i les accions implicades en l'execució d'actuacions de certa entitat.

Aquesta complexitat, inherent a la identificació d'impactes, genera de forma immediata la necessitat d'una sistematització de la feina que ha donat lloc a un considerable ventall de mètodes i models que, a la pràctica, constitueixen un conjunt d'instruments de què disposem per dur a terme el treball d'identificació d'impactes.

Val a dir, no obstant això, que la identificació d'impactes s'ha de plantejar de forma absolutament oberta (Belloch i altres, 1985), atès que, per bé que disposem d'un seguit d'instruments de partida a tal efecte, n'hi ha molts que tenen el seu origen en projectes concrets i, precisament per això, no són immediatament extrapolables a d'altres situacions sense una adequada adaptació. Alhora, en determinades circumstàncies, pot resultar convenient la contribució de diverses metodologies d'identificació i, fins i tot, el plantejament de metodologies *ad hoc* per al cas que ens ocupa. A continuació es descriuen, de forma resumida, les tècniques bàsiques sobre les quals es fonamenten els diversos mètodes d'identificació d'impactes més estesos.

### *Tècniques bàsiques per a la identificació d'impactes*

La identificació d'impactes requereix, en qualsevol cas, una primera fase d'identificació de les accions que resulten necessàries per dur a terme l'actuació de què es tracti (accions susceptibles de generar impactes), així com la identificació dels factors del medi que són susceptibles de veure's afectats d'alguna manera per aquestes accions (factors ambientals susceptibles de ser impactats).

Les tècniques existents per a aquesta identificació preliminar es redueixen generalment a les anomenades *check lists* o llistes de revisió, en les quals, de forma merament descriptiva, es relacionen exhaustivament el conjunt d'accions simples que integren l'execució d'una actuació completa o bé el conjunt de factors ambientals simples que integren el medi d'un àmbit determinat.



Les tècniques per identificar les relacions causa-efecte són:

- *check lists* o llistes de revisió
- qüestionaris
- mètodes matricials
- mètodes cartogràfics
- xarxes
- comparació d'escenaris
- consultes
- simulació.

### *Check lists o llistes de revisió*

Es basen en llistes exhaustives, prèviament elaborades per tipologies d'actuació, on es relacionen de forma descriptiva els possibles efectes que poden manifestar-se en el medi (p.ex. augment del nivell de soroll, disminució de l'oxigen dissolt a l'aigua, etc.). Aquestes llistes, si bé permeten fer una identificació aproximada dels impactes que poden existir, no descriuen de forma completa la relació causa-efecte existent en cada cas, és a dir, posen de manifest l'efecte, sovint el factor del medi en el qual es manifesten, però rarament ho relacionen amb l'acció que n'és la causa i molt menys detecten l'existència de més d'una causa per a un mateix efecte.

### *Qüestionaris*

Similars a les llistes de revisió i nascuts en el si de l'Administració a causa de la necessitat de fer valoracions ambientals ràpides de les actuacions sobre les quals calia un pronunciament (Sumpsi, 1995), es limiten a interrogar l'avaluador sobre la possible aparició de determinats efectes en el medi en cas d'executar-se l'actuació de què es tracti (p.ex. Pot l'actuació objecte d'avaluació generar un efecte de reducció del nombre d'exemplars d'alguna espècie protegida de la flora?).

### *Mètodes matricials*

Prenent com a punt de partida el coneixement de les accions impactants i dels factors ambientals que poden veure's alterats, els mètodes matricials efectuen, en la seva modalitat més simple (matriu causa-efecte), un creuament del conjunt d'accions amb el conjunt de factors ambientals (generalment accions en files i factors en columnes), amb la qual cosa es posa de manifest l'existència o no, en cadascuna de les caselles de creuament, d'una relació causa-efecte.

Aquests mètodes defineixen perfectament la causa (acció impactant), el factor ambiental afectat, l'existència de diversos factors ambientals afectats per una mateixa acció o bé l'existència d'un factor ambiental que és alterat per més d'una acció o causa. Per contra, poden no definir amb precisió quin és l'efecte concret que es manifesta en el medi, és a dir, es pot identificar, per exemple, l'existència d'una relació causa-efecte entre un moviment de terres i l'alteració del factor aigües superficials sense descriure si es tracta de la interrupció d'un

cur d'aigua o un augment de les partícules en suspensió en aquest. El grau de descripció que s'aconsegueixi dependrà de l'agrupament, del grau de divisió i de la descripció que es faci, tant de les accions com dels factors ambientals.

Per mitjà de variacions del mètode matricial simple és possible la identificació d'efectes secundaris, terciaris, etc. S'han utilitzat, amb aquesta finalitat, les anomenades «matrius creuades» i «matrius escalonades».

### *Mètodes cartogràfics*

Vàlids quan es disposa d'accions i factors ambientals cartografiats, posen de manifest l'existència de relacions causa-efecte mitjançant la superposició successiva d'informació cartogràfica que es redueix a la simple superposició de transparències, en cas d'execució manual, o l'anàlisi informàtica a través de la utilització de sistemes d'informació geogràfica (SIG).

### *Xarxes d'interacció*

Aquest mètode, anomenat de molt diverses maneres en la literatura en matèria d'avaluació d'impacte, es basa en la realització de diagrames de flux en els quals, prenent com a origen una determinada acció impactant, s'infereix tota la cadena d'esdeveniments que potencialment es poden donar com a conseqüència d'aquesta. El mètode identifica perfectament la causa i el factor ambiental impactat i descriu quin és l'efecte que es manifesta sobre el factor implicat.

### *Comparació d'escenaris*

Útil quan es disposa d'informació sobre impactes identificats en avaluacions anteriors d'actuacions molt similars (quant a característiques de la pròpia actuació i característiques del medi) a la que l'avaluador es troba analitzant. Es basa en la probable existència, en l'actuació que s'analitza, d'impactes similars als que es donaven en la situació anteriorment avaluada. Presenta l'avantatge de comptar amb informació contrastada com a conseqüència del seguiment de l'execució i funcionament de l'actuació anterior amb la qual es compara el cas en estudi.

### *Consultes*

Tècnica d'identificació amb l'ajut de la qual s'intenten identificar el conjunt d'accions, factors ambientals, efectes i relacions causa-efecte per mitjà de la consulta, sota diverses modalitats, a grups de persones. Aquesta tècnica, que cadria entendre, en principi, com a suport i complement de qualsevol de les anteriors, permet dotar la identificació d'impacte d'una sensibilitat respecte de la realitat territorial del cas estudiat, atès que la seva utilització, especialment en el cas de consulta a la població local, pot permetre posar de manifest aspectes singulars indetectables per qualsevol de les tècniques descrites.

### *Simulació*

És un conjunt de tècniques d'identificació que, prenent com a punt de partida un mètode de tipus matricial, apliquen el potencial de càlcul i anàlisi que ofereix el tractament de dades amb l'ajut de programes informàtics.

## Mètodes de predicció d'impactes

L'avaluació d'impactes té un segon graó metodològic posterior a la identificació dels impactes; aquest segon graó fa referència al plantejament de la diferència, per a cada impacte identificat, entre la situació inicial (Si) i la situació final (Sf). La situació inicial s'ha de descriure mitjançant mètodes de diagnosi, però obtenint valors de l'indicador que descriu més bé aquesta situació i del qual es pot preveure més bé l'evolució amb l'ajut dels mètodes de predicció a l'abast. Els mètodes fonamentals per predir la situació final, per a cada impacte identificat, s'anomenen «mètodes de prognosi ambiental» i es fonamenten, normalment, en l'aplicació de models que contenen totes les variables que intervenen en la determinació de l'impacte i que permeten obtenir valors previsibles de cada indicador d'impacte mesurat en la situació inicial. Amb el coneixement de Si i Sf es pot obtenir la diferència I. Aquesta diferència es pot expressar en unitats situacionals, que en aquest cas correspon a valors en unitats físiques de l'indicador del qual es mesura el canvi, o bé en unitats que mesurin el canvi de tendència en l'evolució d'aquest indicador; en aquest cas, la diferència o l'impacte es determina en el canvi de pendent de la corba evolutiva de l'indicador (Gómez Orea, 1995).

Així, el pas intermedi entre la identificació i l'avaluació d'impactes és la predicció del canvi. En aquesta predicció es pot determinar el grau de científicitat i d'objectivitat d'una avaluació d'impacte, mitjançant la validació o no dels models de predicció que utilitza. Per a cada aspecte del medi ambient susceptible de modificar-se per la intervenció humana, existeixen diferents models de prognosi (predicció d'impactes) més o menys acceptables, però que sempre reflecteixen un cert marge d'error, especialment en aquells aspectes ambientals menys desenvolupats des de perspectives científiques i en què les lleis d'evolució no han estat objecte de recerca suficient (vegeu taula 4).

### *Models de predicció d'impactes sobre el sistema físic*

#### *Atmosfera*

Els models de dispersió de contaminants a l'atmosfera són eines que permeten simular el comportament d'aquests contaminants mitjançant la utilització i la predicció de variables relatives a la climatologia, a la concentració dels contaminants i a la topografia del terreny. Existeixen una quantitat important de models aplicables segons la situació que es vol pronosticar, però, en general, en els EIA és recomanable utilitzar una combinació dels models climatològic (pot determinar les zones més afectades) i episòdic (estudia possibles situacions de contaminació agudes) (Baldasano i altres, 1992).

#### *Aigües*

Quan es tracta de dades de cabals, necessàries per definir les situacions inicials (Si) d'un curs d'aigua, sovint cal recórrer a models i a extrapolacions perquè una bona part de la xarxa hídrica secundària no disposa d'estacions d'aforament. Aquests mateixos models són també necessaris per definir zones inun-

**Taula 4.** Mètodes de predicció d'impactes.

<b>Modelització ambiental</b>	
Atmosfera	Models de dispersió de contaminants
Aigües	Models de funcionament hidràulic i models de dissolució de contaminants
Gea	Models d'estabilitat de talussos
Vegetació	Anàlisi de comportament de la vegetació enfront de situacions estressants
Fauna	Modelització de comportament de poblacions i ecosistemes enfront de pressions exteriors
Soroll	Models de previsió de la contaminació acústica
Paisatge	Models de simulació per a l'anàlisi de la intrusió de nous elements artificials en el paisatge

dables i per tant situacions finals (Sf). Quan es tracta de predir la contaminació derivada d'un abocament, es poden utilitzar models derivats del càlcul d'indicadors biològics (Prat i altres, 1986), basats en models de dissolució de contaminants en l'aigua (Serrahima, Harleman i Baldasano, 1990).

### *Gea*

Un dels aspectes fonamentals que cal preveure, quan es tracta d'estudis d'impacte d'infraestructures lineals amb efectes geomorfològics significatius, és l'estabilitat dels talussos de desmunt que requereix la nova construcció. La modelització del comportament dels talussos, encara que es fonamenta en treballs aprofundits i empírics sobre el comportament dels diversos materials, proves tectòniques i de disposició, presenta un repte precisament perquè les darreres proves (eix transversal, autopista A-16, autopista Terrassa-Manresa) posen de manifest una certa incongruència entre els resultats dels models aplicats i el comportament real.

### *Prognosi d'impactes sobre el sistema biòtic*

L'avaluació d'impactes sobre el sistema biòtic té un bon fonament científic en els *multimedia environmental goals* (MEG), especialment referit als efectes sobre aquest sistema de les substàncies químiques. Tot i això, existeixen models relatius a canvis ambientals no tan estrictament relacionats amb la contaminació, que permeten una aplicació més global a projectes que afecten els ecosistemes naturals (Ziemer i altres, 1991).

### *Prognosi d'impactes sobre el sistema humà*

En general, els models de predicció d'impactes sobre el sistema humà depenen directament de modelitzacions dels impactes sobre el sistema físic, preci-

sament perquè els canvis en la salut o en la percepció humanes solen donar-se a través de canvis en l'atmosfera, les aigües, els sòls, els animals o els vegetals. Així, per predir els efectes dels contaminants atmosfèrics sobre la salut humana s'ha de partir d'una modelització de la dispersió dels contaminants aplicant els models específics i més útils al respecte. Un cop determinada la concentració d'immissió de cada contaminant, el temps d'exposició i la possible resposta humana, es pot iniciar l'estudi dels efectes sobre la salut que possiblement pot produir el nou focus emissor. Aquests efectes requereixen l'anàlisi, per a cada contaminant, de les possibles vies d'arribada del contaminant a la persona (respiratòria, digestiva i dèrmica) i de les alteracions que es poden produir en cadascuna d'elles (Lave i altres, 1977).

### *Models de previsió de soroll*

Igual que en el cas de la contaminació atmosfèrica (el soroll es pot considerar una modificació de les condicions de pressió atmosfèrica), un dels motius fonamentals d'estudiar l'impacte acústic és l'efecte sobre la salut humana, encara que depèn directament de la previsió de la immissió sonora. En relació amb la previsió de nivells sonors existeixen diversos models que es fonamenten en la consideració de les variables bàsiques (emissió, condicions climàtiques i topogràfiques de dispersió, tipus de receptor) i que permeten determinar amb un grau d'error bastant baix els nivells sonors relacionables amb una determinada font en un receptor determinat. En concret, els models més antics es generen a França (Cetur, 1980) i es relacionen molt directament amb el soroll de carreteres i línies de tren. Existeixen, però, altres models més actualitzats i sovint amb càlcul informatitzat que permeten determinacions molt precises, fins i tot de les característiques de les freqüències de la immissió (Querol, 1994).

En l'anàlisi de l'impacte acústic, sovint els mètodes de predicció s'aturen en la determinació d'unes determinades condicions d'immissió, sense aprofundir i completar la relació causa-efecte. Així, la gran majoria dels estudis d'impacte no analitzen els canvis que les noves condicions acústiques poden provocar en la població afectada. Aquestes mancances estan íntimament relacionades amb mancances pròpies de la recerca sobre aquests aspectes, que no permeten aprofundir amb suficient científicitat i objectivitat en l'anàlisi completa de l'impacte. Tot i això, existeixen treballs empírics en altres països que, possiblement, garanteixen certes deduccions i modelitzacions quant als canvis sobre la salut humana que poden comportar canvis en els nivells de soroll diürns o nocturns (Rabionowitz, 1991; Moch, 1988; Josse, 1992).

### *Simulacions dels canvis paisatgístics*

Els models de previsió de l'impacte paisatgístic s'han decantat especialment vers simulacions gràfiques, abandonant anàlisis més quantitatives de la variació possible de les variables o dels components bàsics que conformen qualsevol paisatge (color, forma, línia, textura, escala, composició escènica). Tot i això, existeixen mètodes molt estructurats per a l'anàlisi dels canvis paisatgís-

tics (Bolòs i altres, 1992) que conformen un fonament teòric suficient per a la seva adaptació i aplicació als EIA.

## **Mètodes d'avaluació**

Si bé els mètodes d'identificació i de predicció d'impactes tenen un fonament analític i metodològic bastant proper als mètodes de recerca científica, els mètodes d'avaluació parteixen i depenen, generalment, d'un sistema de valors que permeti ordenar i classificar els impactes segons la seva severitat vers el medi o les persones.

Per això, és molt fàcil que aquests mètodes introdueixin, en un moment o altre, elements subjectius del propi avaluador o de la cultura ambiental dominant. Aquesta subjectivitat potencial sol tenir relació amb els criteris que s'utilitzen per concretar els pesos que corresponen a cada factor ambiental considerat, així, la pròpia distribució dels factors relatius (aigua, aire, sòl, vegetació, fauna, paisatge, soroll...) que componen el concepte de medi ambient condiona fortament el resultat de l'avaluació final i respon, encara, a valors culturals, històrics i subjectius.

D'altra banda, la definició dels òptims de referència en relació amb cada factor ambiental, que serveix per establir un marc de comparació i que permet classificar els impactes en més o menys greus, també sol incorporar elements poc objectivables, especialment si considerem la gran relativitat i historicitat d'aquests òptims, que responen al grau de consciència i sensibilització de la societat. Així, hi ha societats, com per exemple les nòrdiques, en les quals els òptims ambientals exigibles estan molt per sobre dels que es poden exigir en els països mediterranis.

Tot i això, cal considerar que els mètodes d'avaluació complets, és a dir que inclouen la identificació i la predicció i que finalitzen amb una avaluació dels impactes (Batelle, 1972; Conesa, 1995; Gómez Orea, 1988) poden classificar-se, precisament, segons el seu grau de subjectivitat. Una classificació usual, utilitzada per aquests mètodes (Sumpsi, 1996) és en quantitatius i qualitius, però està avui bastant demostrat que la utilització de nombres no garanteix, en tots els casos, un grau d'objectivitat mínim. L'exposició dels principals mètodes d'avaluació complets es realitza segons una ordenació, principalment, temporal i històrica (vegeu taula 5).

### *Mètode Batelle*

Fou desenvolupat per encàrrec de l'Oficina de Reclamacions del Ministeri de l'Interior dels Estats Units (Batelle, 1972) i és, sens dubte, el mètode quantitatiu d'avaluació més emprat i conegut. La base del sistema Batelle estableix nivells d'informació progressiva: quatre categories ambientals (ecologia, contaminació, aspectes estètics i aspectes d'interès humà), divuit components (espècies i poblacions, hàbitats i comunitats, ecosistemes, contaminació de l'aigua, contaminació atmosfèrica, contaminació del sòl, soroll, sòl, aigua,

**Taula 5.** Mètodes complets d'avaluació d'impactes.

Batelle Columbus	78 paràmetres amb diferents pesos relatius. Transformació d'unitats físiques en unitats homogènies de qualitat.
Conesa i Gómez Orea	Matriu d'importància. Transforma a unitats homogènies. Ponderació.
Multimedia Environmental Goals	Determinació científica dels impactes de contaminants químics, segons els efectes negatius coneguts en els éssers humans i els ecosistemes.
Valoració econòmica del patrimoni natural	Sistema comptable molt estructurat d'elements simples (aigua, etc.), ecosistemes i impactes ambientals.
Mètodes de síntesi	Fonamentats en la normativa vigent i utilitzats en la majoria d'estudis d'impacte ambiental.

biota, objectes artesanals, composició, valors educacionals i científics, valors històrics, cultura, sensacions i estils de vida).

Els 78 paràmetres escollits pel mètode Batelle pretenen representar la qualitat del medi ambient i ésser fàcilment mesurables. Un cop obtinguda la llista de paràmetres que responen a les exigències plantejades, el mètode Batelle pretén establir un sistema en el qual els paràmetres s'avaluin en unitats comparables.

La tècnica de transformació de dades en unitats d'impacte ambiental es fonamenta, en primer terme, a transformar les dades en la seva corresponent equivalència de l'índex de qualitat ambiental. En segon terme, es tracta de ponderar la importància del paràmetre. I, en tercer terme, a expressar l'impacte net com a resultat de multiplicar l'índex de qualitat pel seu índex ponderal. En aquest mètode hi ha dos aspectes on la relativitat i la subjectivitat prenen importància: les funcions de transformació de cada paràmetre a unitats de mesura homogènies i la ponderació dels paràmetres. Fins i tot els paràmetres considerats i els no considerats o la distribució en quatre categories també poden propiciar problemes de subjectivitat per manca de consideració d'aspectes ambientals remarcables.

#### *Mètodes de Conesa i Gómez Orea*

L'aplicació combinada més coneguda dels principals mètodes d'identificació (Leopold, 1971) i d'avaluació (Batelle, 1972) l'han realitzada a l'Estat espanyol Conesa (1995) i Gómez Orea (1988). Aquestes aplicacions completes fonamenten els seus mètodes de predicció en les funcions de transformació per a cada paràmetre avaluat. La primera part de l'aplicació metodològica defineix una matriu d'accions amb efectes potencials i factors del medi possiblement afectats.

Aquesta matriu permet determinar i ordenar els impactes d'un projecte segons la seva importància mitjançant el càlcul d'una fórmula que dona la importància de l'impacte en funció de la intensitat, l'extensió, el moment, la persistència i la reversibilitat. Posteriorment, aquesta aplicació preveu la transformació dels valors incommensurables dels indicadors d'impacte en unitats commensurables, tot definint finalment el valor de l'impacte per a cada indicador. Sobre aquest valor s'aplica un coeficient de ponderació per a cada paràmetre.

Aquestes aplicacions metodològiques, tot i contenir un grau elevat de càlcul quantitatiu, contenen també diversos elements que donen un grau de subjectivitat elevat (funcions de transformació, ponderacions...).

### *Multimedia Environmental Goals (MEG). Objectius de qualitat ambiental*

Tot i no ésser un mètode aplicable a tot tipus de projectes, els MEG són una aplicació que facilita l'avaluació i la comparació quantitativa de fluxos i efluentes de processos industrials (Environmental Protection Agency, 1992). Els MEG descriuen els nivells màxims d'emissió, d'immissió i de concentració de contaminants químics en l'aigua, el sòl i l'aire, de manera que la seva exposició no produeixi efectes negatius coneguts en els éssers humans ni en els ecosistemes.

A les limitacions relatives quant als tipus de projectes (solament de caire industrial amb efluentes químics) s'hi han d'afegir també limitacions relatives a l'anàlisi d'impactes acumulatius i sinèrgics. Tot i això, són interessants en el sentit de fixar nivells de referència objectius i derivats d'un ampli esforç de recerca.

### *La valoració econòmica del patrimoni natural*

Tot i que a l'Estat espanyol no s'ha aplicat directament a l'avaluació d'impacte ambiental, cal considerar interessant la possibilitat plantejada a l'Estat francès de comptabilitzar el medi ambient, de tal manera que les afeccions, els canvis o els impactes puguin també ésser valorats en termes de pèrdua monetària, valor molt usual i conegut per la majoria de la població (Comolet, 1994). La comptabilitat francesa del patrimoni natural posa de manifest i es fonamenta en cinc criteris o línies de valoració fonamentals dels béns ambientals. En primer terme la multifuncionalitat, en segon lloc el binomi reproducció i escassetat, en tercer lloc l'apropiació utilitat, en quart lloc la dificultat de determinar el seu valor econòmic (sovint es planteja la incommensurabilitat d'aquests béns com una de les principals dificultats per a aquests tipus de comptabilitzacions) (Martínez Alier i Roca, 1994) i en darrer terme la consideració com a béns de consum o de capital.

La inexistència de mercats per a determinats béns ambientals accentua la dificultat per determinar el seu valor actual. Els diferents mètodes (Riera, 1993) de valoració econòmica del medi ambient presenten la dificultat de l'acord social respecte al valor de la natura, dificultat que també és palesa en la resta de mètodes complets o parcials considerats.



### *Mètodes de síntesi*

Són mètodes que, normalment, es presenten en forma de taules o quadres, i que sintetitzen la identificació, la caracterització i l'avaluació de cada impacte seguint els criteris que estableix la normativa vigent (R.D. 1131/88, annex I del Reglament). Aquestes taules s'apliquen majoritàriament en els estudis d'impacte ambiental que se sotmeten al tràmit d'avaluació d'impacte ambiental (Sumpsi, 1996). Tot i això, cal considerar que no sempre permeten avaluacions objectivables, precisament per la feblesa generalitzada en la definició d'indicadors i en els mètodes de predicció utilitzats per fer pronòstics de la seva evolució després o durant l'execució del projecte. Tot i que aquests mètodes no es poden considerar estrictament mètodes complets d'avaluació, sí que permeten i faciliten la síntesi i el resum d'una avaluació més complexa i completa realitzada convenientment. El que no es pot pretendre és que una taula resum d'impactes es consideri pròpiament un mètode d'avaluació d'impactes.

### **La verificació d'impactes i la completesa de l'anàlisi causa-efecte: elements clau per a l'objectivitat en les avaluacions d'impacte ambiental**

Tots els mètodes d'avaluació d'impactes descrits anteriorment reflecteixen, en general, dues mancances fonamentals. D'una banda, una certa deficiència de retroalimentació empírica i, de l'altra, una manca de visió global de la interacció entre la societat i el medi.

### *La retroalimentació empírica de l'avaluació d'impacte ambiental*

El baix contingut de referències empíriques utilitzades sistemàticament com a recurs metodològic en les AIA i el baix grau de consistència científica de les diagnòstics i prognòstics que fonamenten els EIA realitzats posen de manifest la necessitat d'estructurar i sistematitzar la informació i l'observació científica referent a impactes ambientals relacionats amb totes les decisions i les actuacions humanes. La manca de registres informatitzats via digitalització cartogràfica o via base de dades ambientals a escala detallada és un dels problemes fonamentals que dificulta la progressió vers l'objectivitat en les avaluacions d'impacte ambiental. La «pèrdua» operativa de la informació recollida en tots els estudis d'impacte ambiental realitzats i la manca d'organització d'aquesta i d'altres informacions ambientals, a part de suposar un dispendi no gaire acceptable en èpoques d'ajust econòmic, suposa també un fre estructural en l'optimització d'un instrument de democratització i de previsió dels efectes ambientals de les decisions i actuacions aprovades o realitzades per l'Administració.

Més en concret, els esforços públics relacionats amb el seguiment ambiental de projectes sotmesos als procediments d'avaluació d'impacte ambiental podrien revertir en favor d'una millora de la informació general i de l'avaluació d'impactes si se sistematitzés la informació obtinguda en les funcions d'inspecció i control. El gran cabal d'informació ambiental generat en l'actualitat

encara no s'ha organitzat d'una manera eficient i econòmica de tal forma que la capacitat global d'avaluació millori i progressi.

D'altra banda, i fora de l'àmbit d'obligatorietat administrativa, s'estan realitzant diverses auditories ambientals territorials dins un programa específic de la Diputació de Barcelona (Bertran, 1995), que obren la possibilitat de portar a terme aquest registre d'informació ambiental detallada que permeti progressivament prendre decisions i fer avaluacions ambientals cada cop més objectives i fonamentades. En aquest sentit, també es dirigeixen tots els esforços relacionats amb la definició d'indicadors clau que permetin detectar i registrar els canvis ambientals més significatius en territoris determinats (Deelstra, 1995; Parker, 1995; Simos, 1995).

### *L'avaluació ambiental estratègica i la completitud de l'anàlisi causa-efecte*

Un segon aspecte fonamental que aglutina les mancances i les ineficiències de les AIA en els termes legals i administratius actuals a Catalunya és la dificultat d'internalitzar i completar visions causa-efecte en àmbits globals d'interacció societat-medi. Aquestes dificultats estan relacionades molt possiblement amb els problemes que pateix per ser aprovada des de 1977 una directiva comunitària per fer obligatòria l'AIA per les decisions estratègiques i tàctiques (Hey, 1996; Hamblin, 1996).

L'anàlisi causa-efecte utilitzada sovint com a mètode analític d'avaluació (Williamson i altres, 1987) queda retallada i incompleta quan es vol analitzar la coherència ambiental de les raons polítiques o econòmiques subjacents als projectes puntuals sotmesos al procediment d'avaluació d'impacte ambiental. Aquesta manca d'anàlisi causa-efecte completa que palesa l'actual procediment d'avaluació d'impacte ambiental va voler ésser solucionada en la redacció de les directrius de política ambiental que conté el cinquè programa de desenvolupament sostenible (Departament de Medi Ambient, 1992), que tenen com a objectiu fonamental la incorporació de criteris ambientals en les diferents polítiques econòmiques i sectorials. Però tot va quedar en els papers, ja que l'aplicabilitat d'aquest principi està plena d'entrebancs en l'evolució recent de la tramitació d'una directiva d'avaluació d'impacte de decisions estratègiques.

Tot i les dificultats, sembla clar que la redefinició dels objectius polítics, econòmics, socials i personals en funció del coneixement actualitzat i detallat de l'evolució del medi ambient, és un element clau per ordenar i situar en el seu lloc els mètodes d'avaluació d'impacte ambiental que haurien de comptar amb la capacitat i la possibilitat legal i administrativa d'adaptar-se a totes les escales decisionals.

Aquesta mancança d'adaptació de l'avaluació ambiental a àmbits decisoris estratègics posada de manifest clarament en els diferents articles que componen la publicació *Documents* de la UAB (1996), es palesa en la crítica profunda al Pla Territorial General de Catalunya des de plantejaments sectorials com la població (Bosch, 1996), l'aigua (Prat, 1996), l'energia (Pallisé, 1996) i la viabilitat (Larrosa, 1996), entre d'altres, que posen de manifest la feblesa ambien-

**Taula 6.** Línies de millora de l'avaluació d'impactes.

Retroalimentació empírica	Estructurar i aprofitar majorment els coneixements empírics sobre impactes ambientals. Així es millora la fiabilitat dels nous models de previsió.
Avaluació ambiental estratègica	Integrar les decisions estratègiques com a causa d'impacte en les matrius d'identificació, això permetrà prendre solucions de planejament.

tal de l'estratègia d'ús del territori avui predominant i que alimenta substancialment la majoria de projectes industrials i d'infraestructures sotmesos al tràmit d'avaluació d'impacte ambiental. Així, l'AIA d'aquests projectes, tot i que es realitzi amb el millor instrumental metodològic, pateix un buit de partida en no poder considerar ni avaluar:

- els impactes indirectes i acumulatius;
- totes les polítiques alternatives;
- les causes polítiques, econòmiques i socials que refermen l'opció de projecte;
- els òptims o les referències culturals, econòmiques, socials i polítiques que avalen i presenten com a acceptable l'opció de projecte;
- la capacitat ambiental global del territori per acceptar les polítiques sectorials, els plans, els programes i els projectes derivats.

Aquests aspectes s'han d'anализar i avaluar dins el procés de gestació de la política sectorial corresponent i no en la seva expressió puntual quan ja no hi ha possibilitat de retorn i de revisió dels seus principis i criteris informadors. Així doncs, la consideració de criteris ambientals en les polítiques sectorials és, també, un element imprescindible per retornar a l'AIA una credibilitat perduda en la tramitació administrativa de projectes puntuals o lineals sotmesos a avaluacions esbiaixades i poc objectives, en estar mancades d'una visió general sobre totes les alternatives polítiques i tecnològiques viables i sobre la capacitat global del territori i del medi ambient per encabir-les (vegeu taula 6).

## Bibliografia

- BALDASANO, J.M.; CREMADES, L.; CALBÓ, J. (1992). «Modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos». *Mundo científico*, 114 (11), p. 588-595.
- BALDASANO, J.M.; HARLEMAN, D.R.F.; SERRAHIMA, F. (1990). «Aplicación de un modelo matemático de calidad de agua para el control de la eutrofización del embalse de Sau (Barcelona)». A POCH, M. (ed.). *Modelos de calidad de agua*. Barcelona: Editorial Prensa XXI, p. 235-251.
- BATELLE COLUMBUS, Lab. (1972). *Environmental Evaluation System for Water Resource Planning*. Springfield.
- BELLOCH, V. i altres (1985). *Curso sobre evaluaciones de impacto ambiental* (2a ed. rev.). Madrid: MOPU. Dirección General de Medio Ambiente.

- BERTRAN, J. (1995). «Auditories ambientals municipals: la construcció d'un model de reequilibri territorial sostenible». *Àrea. Debats territorials*, 2, p. 7-18.
- BOLÓS, M. i altres (1992). *Manual de la ciencia del paisaje. Teoría, métodos y aplicaciones*. Barcelona: Masson.
- BOSCH, A. (1996). «Una crítica a les previsions de la població catalana contemplades en el PTGC». A *Ecologia i Territori a Catalunya, una crítica ecologista al Pla Territorial General de Catalunya*. Bellaterra: Documents UAB, p. 7-15.
- CARBONELL, A. (1993). «L'avaluació de l'impacte ambiental: el paper de les comunitats europees i dels Estats membres». *Quaderns de Treball de l'Institut d'Estudis Autònoms*, p. 7-17.
- CETUR (1980). *Guide du bruit des transports terrestres. Previsions des niveaux sonores*. París: Ministère des Transports.
- COLOMBO, A.G. i altres (1996). *An analysis of environmental impact studies of installations for the treatment and disposal of toxic and dangerous waste in the EU*. Joint Research Centre, EC. Institute for Systems, Informatics and Safety.
- COMOLET, A. (1994). *L'évaluation et la comptabilisation du patrimoine naturel. Définitions, méthodes et pratiques*. París: L'Harmattan.
- CONESA, V. (1993). *Guia metodològica para la evaluación de impacto ambiental*. Madrid-València: Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Levante-Ediciones Mundi-Prensa.
- DEELSTRA, Tjeerd (1995). *Projecte d'index de sostenibilitat europea*. Conferència internacional de Rennes [Ponència; text inèdit].
- DEPARTAMENT DE MEDI AMBIENT (1992). *Cap a un desenvolupament sostenible. V Programa de la Comunitat Europea sobre Política i Acció en relació amb el medi ambient i el desenvolupament sostenible*. Barcelona: Generalitat de Catalunya.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1992). *Multimedia Environmental Goal*. Washington.
- ESTEVAN BOLEA, M.T. (1984). *Evaluación de impacto ambiental*. Madrid: ITSEMAP.
- FEMKE DE JONG, M. (1996). *Procedural aspects of environmental impact assessment. The role of the dutch EIA Commission. Conference on Environmental Impact Assessment*. Milà: ELNI.
- GÓMEZ OREA, D. (1988). «Evaluación de impacto ambiental». *Ciudad y territorio*, 75, p. 5-32.
- GÓMEZ OREA, P. (1984). *Metodología general para la evaluación de impacto ambiental*. Madrid: DGMA, MOPU.
- (1995). *Evaluación de impacto ambiental*. Madrid: Editorial Agrícola Española.
- GRAHAM SMITH, L. (1993). *Impact Assessment and Sustainable Resource Management*. Nova York: Longman Scientific & Technical.
- HAMBLIN, P. (1996). *Strategic Environmental Assessment: the holy grail for EIA? Conference on Environmental Impact Assessment*. Milà: ELNI.
- HEY, C. (1996). «Strategic Environmental Impact Assessment 1977-1995». *Elni Newsletter*, 2.
- JOSSE, R. (1992). *Acoustique*. París: Centre Scientifique et Technique du Batiment.
- KJELLERUP, U. (1996). *Environmental Impact Assessment in the Nordic Countries. Conference on Environmental Impact Assessment*. Milà: ELNI.
- LARROSA, M. (1996). «Vialitat i desenvolupament: una crítica a les opcions vials del Pla Territorial». A *Ecologia i Territori a Catalunya, una crítica ecologista al Pla territorial general de Catalunya*. Bellaterra: Documents UAB.
- LAVELESTER, B.; SESKIN, E.P. (1977). *Air Pollution and human health resources for the future*. Washington: The Johns Hopkins University Press.

- LEE, N.; COLLEY, R. (1990). «Reviewing the quality of environmental assessments». *Occasional Paper EIA Centre. University of Manchester*, 24, p. 14-24.
- LEOPOLD, L.B. (1971). «A procedure for evaluating environmental impact». *U.S. Geological Survey Circular*, 645; Washington DC: Dep. of Interior.
- MARSH, G.P. (1867) *Man and Nature* [edició de Lowental, D. (1965). Cambridge, Mass: Harvard University Press].
- MARTÍNEZ ALIER, J.; ROCA, J. (1994). «El valor de la natura». *Medi ambient, tecnologia i cultura*, 9, p. 8-18.
- MCHARG, I.L. (1969). «A comprehensive highway route selection method». *Design with nature*, p. 18-30; Nova York: Double Day and Co. Inc.
- MOCH, A. (1988). «Los efectos psicológicos del ruido». *Mundo científico*, 86, p. 1183-1190.
- PALLISE, J. (1996) «Tancar cercles: una crítica sectorial al PTGC o el menyspreu per l'energia». A *Ecologia i territori a Catalunya. Una crítica ecologista al PTGC*. Bellaterra: UAB, p. 31-53.
- PARKER, J. (1995). «Indicadors de medi ambient urbà: treballs de l'Eurostat». Conferència internacional de Rennes [ponència; text inèdit].
- PRAT, N. (1996). «Planificar l'aigua; oblidar-se de la vida». A *Ecologia i territori a Catalunya. Una crítica ecologista al PTGC*. Bellaterra: UAB, p. 15-31.
- PRAT, N.; MUÑOZ, I.; GONZÁLEZ, G.; MILLET, X. (1986). «Comparación crítica de dos índices de calidad de las aguas: ISQUA y BILL». *Tecnología del Agua*, 31, p. 33-49.
- QUEROL, J.M. (1994). *Manual de mesurament i avaluació del soroll*. Barcelona: Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya.
- RABINOWITZ, J. (1991). «Los efectos fisiológicos del ruido». *Mundo Científico*, 112, p. 386-395.
- RIERA, P. (1993) *La rentabilidad social de las infraestructuras: Las Rondas de Barcelona*. Barcelona: Holsa-Civitas.
- ROSA MORENO, J. (1993). *Régimen jurídico de la evaluación de impacto ambiental*. Madrid: Trivium.
- SIMOS, J. (1995). *Fiche signalectique des indicateurs environnementaux*. Conferència Internacional de Rennes [ponència; text inèdit].
- SMITH, B.; SPALING, H. (1995). «Methods for cumulative effects assessment». *Environmental Impact Assessment Review*, 15, p. 81-106.
- SUMPSI, C. (1996). *Curs d'avaluació d'impacte ambiental*. Barcelona: Institut Català de Tecnologia [text inèdit].
- THERIVEL, R. i altres (1994). *Strategic environmental assessment* Londres: Earthscan Publications Ltd.
- WILLIAMSON, S.; ARMOUR, C.; KISNER, G.; FUNDERBURK, S.; HALL, T. (1987). «Cumulative impacts assessment: an application to Chesapeake Bay». *Transactions of the North American Wildlife and Natural Resources Conference*, 52, p. 377-388.
- ZIEMER, R.; LEWIS, J.; RICE, R.; LISLE, T. (1991). «Modelling the cumulative watershed effects of forest management strategies». *Journal of Environmental Quality*, 20, p. 36-42.