

RESUM DE LA TESIS:

A map of the Netherlands, with the Betuweroute area around Deventer highlighted in blue. The map shows the geographical context of the study area, including the surrounding land and water bodies.

**AVALUACIÓ DE L'IMPACTE
AMBIENTAL PEL TRAM DE LA
BETUWEROUTE AL VOLTANT DE
DEVENTER (HOLANDA)**

Marta Ardiaca i Falguera

28 de febrer de 2006

Màster en Sistemes d'Informació Geogràfica

FPC-UPC

Tutor: Rolando Mauricio Biere-Arenas



1. INTRODUCCIÓ

La finalitat d'aquesta tesina és l'aplicació dels Sistemes d'Informació Geogràfica en la presa de decisions. Concretament, en l'estudi de l'afectació sobre el territori de tres alternatives d'un traçat ferroviari per determinar quina és la que té menys impacte ambiental.

L'àrea d'estudi és la zona propera a la ciutat de Deventer (Holanda) i la infraestructura a avaluar la Betuweroute.

Deventer és un municipi situat a la província holandesa de l'Overijssel, a l'est del país. Té 110 km² i inclou 4 nuclis urbans (Deventer, Gorssel, Dieppenvveen i Bathmen) així com abundant població diversa en edificacions rurals.

La Betuweroute és una línia ferroviària de mercaderies que pretén enllaçar el port de Rotterdam amb la frontera alemanya i que tenia previst el seu traçat per Deventer. Aquesta línia ferroviària consta de diferents sectors. El primer sector, anomenat "La via del Port" es va començar a construir l'any 1996 i cobreix aproximadament 20 quilòmetres al voltant del port de Rotterdam. El segon sector, començat l'any 1997, s'anomena "La línia A-15" ja que la major part del traçat va paral·lel a l'autopista amb aquest mateix nom. A partir d'aquí estava decidit crear un Punt Intermodal d'Intercanvi prop de la ciutat de Valburg. En aquest punt es dividiria el traçat i una branca aniria directament a creuar la frontera alemanya a Zevenaar - Emmerich i una altra branca, l'anomenada Branca Nord, aniria a través d'Arnhem, Zutphen, Hengelo i Oldenzaal també cap a la frontera alemanya. Seria aquesta Branca Nord la que també afectaria la ciutat de Deventer.

El projecte de la Betuweroute ha estat, des dels seus inicis, envoltat de forta controvèrsia. Els diferents actors involucrats en el projecte han desenvolupat rols molt diferents moguts per interessos diversos.

Durant la fase de projecte de la infraestructura, es debatien dues alternatives pel traçat d'aquesta al voltant de Deventer. Una consistia en crear un tram ferroviari que actués de variant per tal d'evitar la ciutat de Deventer i enllaçar, així, el traçat existent procedent d'Arnhem amb el que parteix direcció Oldenzaal. L'altra alternativa consistia en no crear cap tram nou i utilitzar l'existent fent un canvi de vies a l'interior del nucli urbà de Deventer.

Les pressions dels diferents actors afectats pel projecte van motivar que diverses institucions duguessin a terme diversos estudis per avaluar l'afectació de la infraestructura tan des del punt de vista social com econòmic o ecològic.

Una de les institucions que va elaborar informes i estudis sobre el projecte fou la Saxion Hogeschool IJsselland, ubicada a la mateixa ciutat de Deventer. Aquesta universitat va proposar una tercera alternativa a les dues definides pel *Ministeri de transports, tasques públiques i gestió de l'aigua* holandès. Aquesta tercera alternativa, que anava de manera paral·lela a la Branca Nord, dibuixava també un arc per evitar la ciutat de Deventer tot i que es situava més llunyana al nucli de Deventer que la proposada pel Ministeri.



En un dels projectes que va realitzar la Saxion Hogeschool IJsselland s'avaluava l'impacte ambiental d'aquesta infraestructura a partir de l'estudi de tres aspectes; el soroll, el paisatge i el risc en les tres alternatives. La finalitat de l'estudi era definir una sèrie d'arguments més o menys científics per tal que els actors afectats poguessin recolzar-s'hi. Bàsicament els estudis anaven destinats a ser eines per l'Ajuntament de Deventer ja que les requeria pel fet de ser una entitat afectada pel projecte amb capacitat per exposar opinions vinculants davant el govern holandès.

Aquell projecte no va utilitzar, en cap moment, cap eina SIG per al seu desenvolupament. La finalitat d'aquesta tesina és repetir l'anàlisi d'aquell projecte amb certes millores de tipus teòric i amb una gran diferència de tipus pràctic: la utilització d'eines SIG per al seu desenvolupament.

2. LES AVALUACIONS D'IMPACTE AMBIENTAL

A principis dels anys 70 és el moment en que es comença a tenir en compte el vector ambiental a l'hora d'ubicar certes activitats o de construir certes infraestructures. La dualitat cost – benefici que havia estat la base per a la presa de decisions fins aleshores comença a incloure un nou element: l'afectació al medi ambient. Però no és fins a mitjans de la dècada dels 80 que apareix la primera directiva europea Avaluacions d'Impacte Ambiental. Després de nombroses negociacions, es va aprovar la Directiva Europea 85/337/CEE de 27 de juny de 1985 (modificada posteriorment per la Directiva 97/11/CE)

La directiva 85/337/CEE, concretava dos aspectes bàsics relacionats amb l'AIA: el contingut bàsic de l'estudi i el tipus d'iniciatives que n'havien de formar part.

Els impactes a estudiar havien d'incloure els següents factors: les persones, la fauna, la flora, el sòl, l'aigua, l'aire, el clima, el paisatge, els recursos materials i el patrimoni cultural així com la interacció entre aquests diferents factors. Pel que fa als projectes a avaluar, la Directiva europea deixava clar que havien de ser tan públics com privats i donava llistes de projectes.

La legislació Holandesa transposà aquestes dos normatives en tres textos legals. El decret sobre Avaluació d'Impacte Ambiental del 1987, el del 1994 i el del 1999.

Arran de la legislació a nivell europeu de la obligació de realitzar avaluacions d'impacte ambiental i de la transposició d'aquests textos en els diferents marcs normatius dels diferents estats membres; es multipliquen els estudis d'aquest tipus. En molts casos aquests només es realitzen per donar compliment a la normativa però, en molts altres casos, s'utilitzen com una eina imprescindible per a la presa de decisions.



3. APLICACIÓ DELS SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA EN LES AIA

Les avaluacions d'impacte ambiental tenen, com a finalitat, la determinació del grau d'impacte d'una determinada infraestructura o activitat sobre un territori. Tenint en compte aquesta vessant territorial de les AIA, queda clarament identificada la importància d'emprar una eina d'anàlisi del tipus SIG.

Els SIG, per tant, constitueixen un eina en potència alhora de desenvolupar Avaluacions d'Impacte Ambiental sempre que, evidentment, les bases de dades disponibles continguin informació sobre aquelles variables que són d'interès en l'estudi. Els SIG poden indicar, per exemple, si una determinada infraestructura afecta algun bé d'interès o quantes persones estan afectades per un determinat impacte visual o acústic.

A més, l'ús dels SIG en les AIA permet anar més enllà i permet veure no només el valor final d'un determinat impacte sinó el perquè d'aquest valor.

Per exemple, amb un anàlisi tradicional podem determinar que el valor de l'impacte acústic de l'alternativa X és 3 mentre que el de l'alternativa Y és 5. Per tant, es fàcil concloure que l'alternativa Y és més impactant des del punt de vista acústic.

No obstant, realitzant el mateix anàlisi emprant eines SIG podem veure, no només el valor final de l'impacte, sinó com s'ha assolit aquest valor. És fàcil **visualitzar** que l'alternativa Y té un impacte major perquè afecta un àrea densament poblada i és fàcil, també, comprovar que desplaçant només uns metres el focus emissor acústic, el valor final de l'impacte disminueix ja que s'ha deixat d'afectar una zona de molta població.

Evidentment que totes aquestes conclusions es poden també assolir sense l'ús dels SIG però, la utilització d'aquesta tecnologia permet visualitzar-ho i fer-ho més clar i entenedor a més de fer-ho més fàcil i àgil.

Alhora, la utilització d'eines SIG permet definir noves alternatives i obtenir el seu impacte ambiental aplicant uns mateixos patrons ja estandaritzats de manera ràpida. També permet veure la variació del resultat final en variar els pesos atorgats a cada indicador i a cada aspecte d'una manera ràpida i senzilla.

La utilització d'eines SIG per a l'Avaluació de l'Impacte Ambiental en infraestructures com la que ens ocupa, permet l'anàlisi del territori amb una **major agilitat i precisió** que fent servir tècniques "convencionals".

A banda dels SIG, quan es tracta d'avaluar diferents alternatives pren un gran protagonisme l'ús de **mètodes multicriteri** associats a l'anàlisi SIG. Els mètodes multicriteri són un mètode d'avaluació global que permeten avaluar els projectes en el seu conjunt i prendre decisions sobre quina alternativa és millor des del punt de vista ambiental.

L'anàlisi multicriteri és un mètode que permet ordenar diferents alternatives d'un mateix projecte en funció del seu grau de preferència. Aquest mètode permet la comparació de



diferents factors expressats, tots ells, en diferents unitats. Es basa en la cerca de valors per a les diferents variables preses en consideració, l'estandarització d'aquests valors en una escala comú i l'atorgament de pesos a cada variable. D'aquesta manera es troben uns indicadors agregats comparables entre alternatives que inclouen informació procedent de diverses variables.

Així doncs, l'avaluació d'impacte ambiental proposada es basa en dos elements principals: Per una banda, l'aplicació de diferents indicadors sobre el territori i, per altra banda, la utilització d'una avaluació multicriteri per a la conjunció dels resultats de tots aquests indicadors i l'obtenció d'un únic valor final d'impacte ambiental per cada alternativa avaluada.

El SIG no pretén sinó, **facilitar** l'aplicació d'aquests indicadors i la valoració final de cada alternativa.

4. OBJECTIUS

L'**objectiu principal** de la present tesina és determinar, mitjançant l'ús d'eines SIG, quina de les tres alternatives de traçat per la línia ferroviària és la més apropiada des d'un punt de vista d'impacte ambiental; considerant tant la vessant més social com la més ecològica d'aquest impacte. L'alternativa més apropiada serà aquella que presenti un valor d'impacte més baix.

Aquest objectiu inclou la definició d'una sèrie d'indicadors i la generació d'un aplicatiu metodològic basat en les eines SIG que permeti aplicar aquests indicadors sobre les dades de que es disposa i obtenir un resultat

A banda d'aquest objectiu principal sobre el qual versa la quasi totalitat del projecte, es plantegen **altres objectius** més secundaris.

Per una banda, el projecte es planteja no només quina és l'alternativa amb més impacte sinó també anar més endarrera i veure quins són els factors que fan variar més l'impacte final de l'alternativa.

Personalment, vaig poder formar part d'un grup d'estudiants internacionals que va desenvolupar un projecte de recerca amb títol "Environmental Impact Assessment on a new freight railroad in or around Deventer" a la *Saxion Hogeschool IJsseland* (Universitat de Deventer, Holanda). El que es pretenia amb aquest projecte, era realitzar una avaluació d'impacte ambiental del traçat de la Betuweroute al voltant de Deventer tenint en compte l'estudi de 3 aspectes diferents sobre 3 alternatives de traçat. Per la realització de tot l'anàlisi, però, no es va fer servir, en cap moment, cap eina SIG.

Per altra banda, es pretén, d'aquesta manera, veure les variacions de resultats (si és el cas) entre aquell projecte i la present tesina i valorar si la utilització d'eines SIG implica, realment, una millor gestió i desenvolupament del projecte.



5. METODOLOGIA

En l'estudi que es desenvolupa en aquesta tesina s'han considerat **tres aspectes** principals l'impacte dels quals formarà part de l'AIA: Soroll, Risc i Paisatge. En l'elecció d'aquests aspectes s'han tingut en compte tres factors:

- S'ha optat per incloure en l'estudi almenys un indicador de cada un dels grups definits en l'article 3 del text refós de la Directiva 85/337/CEE modificada per la Directiva 97/11/CE.
- S'han escollit aquells aspectes que, tenint en compte el tipus d'infraestructura i el tipus de zona d'estudi, es considera que tenen més importància pel que fa al seu impacte.
- S'ha consultat un estudi, realitzat per l'Ajuntament de Deventer, en que s'indicava quins eren els aspectes de la Betuweroute que més preocupaven a la població.

Per obtenir un valor d'impacte per cada un d'aquests aspectes es desenvolupen **diversos indicadors** (definitos en el punt 6). Aquests indicadors seran aplicats als trams de cada alternativa compresos dins de l'àrea d'estudi per tal d'avaluar els tres aspectes definits i poder determinar quina és l'alternativa més adient des del punt de vista ambiental. Per a l'obtenció dels valors necessaris al càlcul d'aquests indicadors és per al que s'utilitzen les eines SIG.

Un altre element de gran rellevància en aquesta metodologia és l'aplicació d'**Anàlisis multicriteri (AMC)**. En el present projecte s'utilitzarà l'AMC dos cops:

- En aquells aspectes amb més d'un indicador, es durà a terme un AMC per tal d'obtenir un únic valor d'impacte per cada alternativa en referència a aquell aspecte.
- Un cop aconseguit un únic valor d'impacte per cada aspecte, es durà a terme un AMC final per tal d'obtenir un únic valor d'impacte ambiental per cada alternativa.

D'aquesta manera, la comparació entre alternatives atenent a diferents aspectes (i alhora a diferents indicadors) serà possible.

6. DEFINICIÓ TEÒRICA DELS ASPECTES I INDICADORS A APLICAR¹

RISC:

Es defineix el risc com la possibilitat de patir danys degut a un atzar. En el cas de la *Betuweroute*, l'atzar és que es produeixi un accident ferroviari i els danys, els que es puguin derivar d'aquest accident per la població. Aquest aspecte únicament pren en consideració el risc que l'existència del traçat suposa per la població humana de la zona.

¹ Per a l'expressió exacta dels indicadors consultar l'exemplar complet de la Tesina



S'entén el risc com una combinació entre les conseqüències d'un possible accident i la probabilitat que aquest es produeixi. Es considera que les conseqüències són directament proporcionals al número de població afectada per un possible accident i que la probabilitat depèn dels quilòmetres de traçat i del número de situacions de risc. Amb la combinació d'aquests tres elements de manera directament proporcional ($R=CxP$) s'obté un valor de risc per cada alternativa.

a) Pel que fa al número de població afectada per un possible accident, es considera afectada la població resident a una distància igual o inferior a 100 metres del límit del traçat ferroviari. Es considera que aquesta és la distància a la que podria afectar de manera directa un possible accident d'un comboi. Aquest valor configurarà la variable C (conseqüències) en l'anàlisi del risc.

b) Pel que fa a l'anàlisi del factor P (probabilitat) es consideren dos factors. Per una banda el número de quilòmetres de cada alternativa i per altra banda, el número de situacions de risc de cada traçat. Es consideren situacions de risc els canvis de via, els ponts sobre sistemes hidràulics o autopistes i els encreuaments amb carreteres preferents i locals. Es defineixen tres tipus de situacions de risc en funció de la seva perillositat. Es considera que l'existència d'aquests tres tipus de situacions de risc no són equivalents i per això l'indicador de càlcul ho té en compte.

SOROLL

La base de partida per a l'estudi del soroll són els mapes acústics proporcionats per la companyia ferroviària holandesa en que es dibuixen diferents zones d'exposició a diferents nivells acústics. Es pren en consideració únicament la zona de 50 dB(A).

Per a la determinació de la contaminació acústica es defineixen dos indicadors:

- a) Població afectada per nivells acústics superiors a 50 dB(A) que s'obté amb valors absoluts de persones.
- b) Emplaçaments sensibles afectats per nivells acústics superiors a 50 dB(A). Es defineixen dos tipus d'emplaçaments sensibles en funció de la seva susceptibilitat al soroll. Es considera que l'afectació d'un emplaçament de primer grau no és equivalent a un de segon grau i per aquest motiu la fórmula de càlcul de l'indicador ho inclou.

Un cop obtingut el valor dels dos indicadors es procedeix a realitzar una Avaluació Multicriteri per a la integració dels dos indicadors i obtenir un únic valor d'impacte ambiental per a l'aspecte "Soroll".

PAISATGE

Per a l'avaluació del paisatge és tenen en compte tres factors: L'ús del sòl, l'impacte visual i l'afectació al patrimoni cultural.



a) L'impacte en l'ús del sòl es refereix al canvi d'ús que pateix la terra en convertir terres amb un ús agrícola, forestal o residencial a un ús d'infraestructura (traçat ferroviari). Per a l'estudi d'aquest indicador es consideraran les hectàrees de terra agrícola o forestal que perden aquest ús així com el número d'edificacions que es veuen afectades directament. Es considera que l'ample afectat directament pel traçat ferroviari és de 50 metres. Es considera que la pèrdua d'una hectàrea forestal, una hectàrea agrícola o una edificació no són equivalents. Per aquest motiu la fórmula per determinar el valor de l'indicador ho té en compte.

b) L'impacte visual es refereix al canvis en l'aparença del paisatge i els efectes que això provoca sobre les persones. Per aquest motiu es consideraran dos components en l'impacte visual. Per una banda el número de metres de nova infraestructura. Per altra banda el número de persones que veuran alterat el seu paisatge habitual arran de la construcció del nou traçat ferroviari. Es defineix una franja a banda i banda de la via de 500 metres. Es considera que la població afectada per l'impacte visual de la via és aquella que resideix dins d'aquesta franja.

c) L'afectació del patrimoni cultural es refereix al número d'elements considerats patrimoni cultural que es veuen afectats pel traçat. Es distingirà entre bens d'interès nacional, regional i local. Es distingirà, també, entre l'afectació directa, és a dir, aquells bens que seran destruïts degut a la construcció del traçat ferroviari i l'afectació per impacte visual, és a dir, aquells bens que estaran dins de la zona d'impacte visual de la infraestructura. Es considera que la pèrdua d'un bé d'interès nacional, d'un bé d'interès regional i d'un bé d'interès local no són equivalents. Igualment, és considera que l'afectació directa no és equivalent a l'afectació per impacte visual. Per aquest motiu s'aplica l'indicador de càlcul ho inclou.

Un cop obtingut el valor d'impacte dels tres indicadors es procedeix a realitzar una Avaluació Multicriteri per a la integració dels tres indicadors i obtenir un únic valor d'impacte ambiental per a l'aspecte "Paisatge".

Un cop obtingut un valor d'impacte ambiental per cada alternativa en relació a cada aspecte es procedeix a la realització una Avaluació MultiCriteri final per a la integració de tots aquests valors d'impacte en un únic que representi a cada alternativa. Per a la decisió dels pesos dels diferents aspectes a aplicar en aquesta AMC s'ha recorregut a la opinió dels ciutadans de Deventer enfront a la infraestructura. Existeix un estudi, realitzat per l'Ajuntament de Deventer, que reflexa la opinió dels ciutadans en relació a la Betuweroute i que identifica quins són els aspectes d'aquesta infraestructura que més preocupen i que més negativament es perceben. Per aquest motiu, els pesos atorgats als tres aspectes sobre els que debat aquest projecte són proporcionals a aquests percentatges d'importància derivats de l'informe realitzat per l'Ajuntament de Deventer. Els pesos aplicats són: Soroll: 0'65, Risc: 0'15 i Paisatge: 0'20

Els valors resultants d'aquesta AMC seran els que permetran determinar quina és l'alternativa amb menys impacte ambiental.



7. DESENVOLUPAMENT PRÀCTIC DE LA METODOLOGIA DEFINIDA

La situació de partida en el desenvolupament d'un projecte SIG d'aquestes característiques la formen, per una banda, la idea de treball i els objectius que es pretenen assolir i, per altra banda, el *software*, el *hardware* i les dades de que es disposen per tal d'assolir un resultat.

Pel que fa al **hardware**, s'ha utilitzat un ordinador personal "Intel (R) Pentium 4"

Pel que fa al **software**, s'ha treballat amb el programari ArcGis de la casa Esri.

Les **dades inicials** de que es disposava per al desenvolupament del projecte són una sèrie de mapes en format paper de l'àrea d'estudi així com un conjunt de dades alfanumèriques i estadístiques de la zona.

El desenvolupament dels indicadors s'ha basat en la **digitalització** d'una sèrie de capes vectorials a partir dels mapes de que es disposava en format paper. Sobre aquestes capes creades s'han aplicat les eines d'anàlisi i consulta necessàries per obtenir el resultat desitjat.

El **principal mapa en paper** del qual es s'ha obtingut la informació és el mapa topogràfic de la zona a escala 1:25.000 extret del *Grote Province Atlas – Gelderland / Achterhoek* editat per *Wolters – Noordhoff Atlasproducties* de l'any 1996. A partir d'aquest mapa en paper digitalitzat i georeferenciat s'han creat una sèrie de capes vectorials. Sobre aquestes capes vectorials creades i utilitzant el programari ArcGis s'han aplicat diferents eines d'anàlisi per tal d'obtenir les dades necessàries per al càlcul dels indicadors. Les principals eines utilitzades es troben resumides a la *Taula 1*. En la memòria estesa de la tesina es detalla la utilització de les diferents eines i els resultats obtinguts en cada funció.

FUNCIONALITAT SIG	EINA UTILITZADA	NOM ATRIBUÏT EN EL PROGRAMARI	MÒDUL D'ARCGIS
Entrada de dades	Obrir una sessió començada Afegir capes a una sessió	Open Add data	ArcMap
Edició	Creació de capes vectorials Modificació d'una capa vectorial Georeferenciació d'imatges	Create new feature Modify feature Georeferencing	
Consulta	Consulta per atributs Consulta per localització Consulta sobre la capa gràfica	Select by attributes Select by location Select features	
Anàlisi espacial sobre capes vectorials	"Buffer" Dissolució de capes Fusió de capes Intersecció de capes Unió de capes	Buffer Dissolve Merge Intersect Union	
Propietats de les capes gràfiques	Canvis de l'aparença de les capes Etiquetatge de capes	Symbology Label	
Càlculs sobre les	Càlcul de valors	Calculate values	



taules d'atributs	Obtenció de dades estadístiques	Statistics	
Visualització	Zooms Desplaçaments Vista general Identificació d'elements gràficament Mesures de distàncies gràficament	Zoom Pan Full extent Identify Measure	
Creació de capes	Creació d'una nova capa Modificació de les propietats d'una capa Exportació de capes (de layer a geodatabase...) Canvis de nom de les capes	New shapefile, layer... Modify properties Export Rename	ArcoCatalog

Taula1: Principals eines utilitzades per al desenvolupament dels indicadors.

8. RESULTATS

El principal resultat que perseguia el present projecte, determinar quina és l'alternativa de la Betuweroute al voltant de Deventer amb menys impacte ambiental, ha estat aconseguit. Els valor d'impacte ambiental de cada alternativa, en xifres totalment comparables entre elles són els que figuren a continuació a la *Taula 2*.

ALTERNATIVA	IMPACTE AMBIENTAL
A	0'138
B	0'687
C	0'145

Taula 2: Impacte ambiental de cada alternativa

Tal i com mostra l'anterior taula, l'alternativa amb menys impacte ambiental és l'alternativa A. De totes maneres, cal fer palès, que la diferència entre l'impacte de l'alternativa A i C és molt petita mentre que l'alternativa B presenta un valor d'impacte molt més elevat.

Aquest resultat dóna força a l'estudi del govern holandès que es debatia, únicament, entre dues alternatives: Una per l'interior de Deventer (B) i una per l'exterior (C). Les diferències de resultat entre l'alternativa A i C són tan minses que no valdria la pena destinar esforços en avaluar ambdós traçats.

A banda de determinar quina era l'alternativa amb més impacte, el projecte també pretenia determinar quins eren els factors que més fan augmentar aquest impacte i que, per tant, influeixen més en el resultat final. Existeixen dos elements principals que influeixen significativament en el resultat final. Per una banda els pesos atorgats a cada indicador i a cada aspecte i per altra banda la població afectada per cada aspecte en cada alternativa.

Mentre que la variació dels pesos aplicats en els indicadors dins del marc de les AMC de cada aspecte no fan variar molt el resultat, no és pot dir el mateix en el cas de l'AMC final per obtenir un únic valor d'impacte per alternativa. Si en l'AMC final no s'apliquessin pesos als



aspectes sinó que els tres tinguessin la mateixa força a l'hora de calcular un valor final d'impacte, els resultats serien lleugerament diferents. L'alternativa B continuaria sent la que tindria un impacte major i l'alternativa A un impacte menor però les diferències en els valors d'impacte no serien tan acusades. Per contra, si els pesos fossin els mateixos però aplicats de diferent manera; per exemple, Risc: 0'200, Soroll: 0'120 i Paisatge: 0'650; el valor d'impacte de les tres alternatives estaria més igualat i inclús seria l'alternativa C la que presentaria un valor d'impacte més elevat. Queda clarament justificat, doncs, que la variació dels pesos pot suposar una variació del resultat final de l'estudi.

Per altra banda, indicar que l'element que més influencia en els valors finals dels indicador és la població. La població habitant a zones de risc, la població exposada a nivells acústics superiors a 50 dB(A), la població afectada per impacte visual... La població és un element que és té en compte en la determinació de l'impacte ambiental de tots els aspectes i és l'element que més influeix en el càlcul dels indicadors. Aquella alternativa que presenta una gran afectació a la població en un determinat aspecte, és l'alternativa que un valor d'impacte més elevat presenta. Aquest fet fa reflexionar sobre la importància de definir les àrees d'afectació de manera acurada. En el cas de l'exposició a nivells acústics superiors a 50 dB(A) és un element que no es pot modificar ja el nivell acústic en un determinat punt és un valor objectiu. No passa el mateix amb el cas del risc i el paisatge.

La franja d'afectació de la població per impacte paisatgístic és molt subjectiva i inclús podria no ser la mateixa en zones urbanes, forestals o agrícoles. La redefinició de la franja faria variar molt el nombre de població afectada de manera que quedaria modificat el valor final de l'indicador "Impacte visual" i, de retruc, el valor d'impacte ambiental per cada alternativa.

El mateix succeeix en el cas del risc. La franja de població resident en zona de risc és un valor molt discutible. Caldria fer un estudi més acurat del tipus de mercaderies que la línia transportaria, de la freqüència i quantitat de cada tipus de mercaderia i del risc associat a cada una d'elles. En fer això, podria ser que variés significativament la franja de risc definida de manera que la població afectada també seria diferent i això repercutiria en el valor d'impacte de l'aspecte risc i de retruc, en el valor final d'impacte ambiental de les alternatives.

Un altre dels objectius del projecte era determinar si existien variacions de resultats entre el projecte en que no es va utilitzar SIG i la present tesina que sí n'ha utilitzat.

Val a dir que el resultat final dels dos projectes és diferent. Mentre que la prenent tesina mostra com a alternativa amb menys impacte l'alternativa A, l'anterior projecte mostrava l'alternativa C. No obstant, no es pot atribuir aquesta diferència únicament a l'ús de tecnologia SIG ja que entre els dos projectes hi ha hagut també diferències metodològiques com la redefinició d'alguns indicadors. De tota manera, ja s'ha mostrat que el valor d'impacte de l'alternativa A era molt similar al de l'alternativa B de manera que qualsevol petita modificació de procediment o càlcul podia fer decantar la balança cap a un costat o altre. El que sí que s'ha



mantingut igual en els dos projectes es la gran diferència de valors d'impacte entre l'alternativa B per una banda i les alternatives A i C per l'altra.

El darrer objectiu que es plantejava el projecte era determinar si la utilització d'eines SIG implicava una millor gestió i desenvolupament del projecte. Sense cap mena de dubte i després d'haver realitzat la mateixa tasca utilitzant eines SIG i sense utilitzar-les es pot afirmar que la utilització d'eines SIG facilita enormement la tasca. Però aquesta és una afirmació condicionada. La facilitat en la utilització de les eines SIG comença a partir del moment en que estan creades totes les capes bàsiques per al desenvolupament del projecte i que tota la informació disponible es troba preparada per a ser utilitzada conjuntament.

En el cas de la present tesina, no es disposava de cap capa en format digital sobre la que treballar i ha estat necessari crear-les totes a partir de mapes en format paper i acondicionar tota la informació disponible a l'ús de programari SIG abans de començar amb l'anàlisi.

Tot i aquesta tasca prèvia, igualment la utilització de les eines SIG ha facilitat el desenvolupament del projecte però aquest fet no té perquè ser així en projectes més petits en que la tasca de preparació d'informació pot arribar a superar al tasca pròpia d'anàlisi. Per aquest motiu no es pot afirmar que la utilització del SIG sempre faciliti la feina en projectes d'aquest tipus sinó que cal avaluar si la relació entre la preparació de la informació i la posterior anàlisi d'aquesta es decanta més cap a un costat o altre de manera que es pugui decidir si utilitzar eines SIG o no.

De tot l'indicat és després una darrera conclusió: l'ús dels SIG suposen una eina molt útil per a l'anàlisi territorial necessari per a la realització d'avaluacions d'impacte ambiental que tinguin, com a finalitat, la presa de decisions.

No obstant, no únicament amb eines SIG es pot realitzar aquest anàlisi sinó que és necessari un treball bibliogràfic i de camp previ i un coneixement sobre al matèria a la que s'aplica; en aquest cas les avaluacions d'impacte ambiental, la definició d'indicadors d'anàlisi territorial i la utilització d'avaluacions multicriteri.