UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA

Enginyeria Tècnica d'Informàtica de Sistemes

Aplicació de Calculadora Acústica

Alumne/a: Guifré Gustà Centelles

Dirigit per: Ramon Català Pou

Co-dirigit per:

CURS 2013-14 (Setembre)

Aquest treball està subjecte –excepte que s'indiqui el contrari– en una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 2.5 Espanya de Creative Commons. Podeu copiar-lo, distribuir-lo i transmetre'ls públicament sempre que citeu l'autor i l'obra, no es faci un ús comercial i no es faci còpia derivada. La llicència completa es pot consultar en http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/es/deed.es

Taula de contingut

Taula d'Il·lustracions **6**

Taules de dades **7**

Introducció. **8**

Capítol 1. Sistemes d'informació geogràfica. **9**

La informació geogràfica (IG) **9**

Coordenades geogràfiques 9
Coordenades cartesianes geocèntriques 10
Coordenades projectades 10
UTM (Universal Transverse Mercator) 11
La georeferenciació 11
El geoide 11
L'el·lipsoide 12
Datum geodèsic 12
Cartografia 12
Dades cartogràfiques 13

Magatzems de dades geogràfiques **13**

Emmagatzematge de punts 13
Emmagatzematge de línies 13
Emmagatzematge d'àrees 13
Emmagatzematge de geometries complexes 14
Informació geogràfica de suport 14
Formats d'emmagatzematge de dades vectorials 14
Emmagatzematge amb topologia 15
Emmagatzematge d'LRS 15
Magatzems raster 15
Formats d'emmagatzematge de dades raster 16

Consulta de dades geogràfiques **16**

Operadors 16
Funcions 17
Índexs espacials 17

Capítol 2. Software emprat en el TFC **17**

Geomedia Professional 6.1 ..... **18**

Instal·lació 18

Microsoft Visual Studio 2008 Profesional. **18**

Instal·lació 19

Capítol 3. Informació del projecte. **19**

Base legal **19**

Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo 19
LEY 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido 20
REAL DECRETO 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003 20
REAL DECRETO 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la

Ley 37/2003 21

Conceptes bàsics del soroll ambiental 21

El so 21
Pressió, potència i intensitat 22
Nivell sonor. El decibel 22
Operar amb nivells sonors 22
Atenuació del soroll 23
Índexs per a l'avaluació del soroll ambiental. 26

Base cartogràfica 26

Origen de dades. Institut Cartogràfic de Catalunya 26
Creació del GeoWorkspace i definició del sistema de coordenades 27
Creació de les connexions amb el magatzem ArcView 28
Inserció d'imatges MrSid 28

Capítol 4. Anàlisi funcional i disseny de l'aplicació. 30

Casos d'ús 30

Model de dades 30

Focus i Tipus de Focus 30
Punts mesurats resultants 31
Dades dels valors de pressió dels punts 32

Descripció dels algoritmes 32

Càlcul dels valors dels punts 32
Càlcul dels valors resultants 33

Interfície d'usuari 33

Dissenys de classes 34

Classe classFocusSound 34

Capítol 5. Construcció del sistema 35

Preparació de l'entorn de programació 35

Formulari frmCalcPresure 36

frmCalcPresure_Load 37
cmdCalculate_Click 37
viewRefresh 37
cleanTables 37
squareCreate 37
giveRecordset 37
setGridPoints 38
putPointPressureValues 39

Classe classFocusSound 39

setAttenuationCoef 39
attenuationCalculator 39
distanceCalculator 39

Modificacions per millorar el rendiment 40

Combinar entitats 40
Acotació de l'àrea de càlcul 40

Càlcul de L_{den}: LdenCalculate 40
Interfície d'usuari final 40

Capítol 6. Testos i resultats 41

Testos concloents 41

Manual d'ús 43
Contingut 43
Instal·lació de la llibreria 43
Desinstal·lació de la llibreria 44
Primer ús 44
Treballar amb la llibreria 44
Exemple 44

Projecte pràctic 45
Dades reals 45
Primer pas. Dissenyar el SIG 47
Segon pas. Executar la llibreria 48
Tercer pas. Processar la informació 49

Capítol 7. Conclusions 49

Bibliografia i referències 51

Bibliografia 51

Referències 52

Taula d'Il·lustracions

Il·lustració 1 Exemples de nivells sonors. http://expecttohearbetter.com/hearing-damage-sound-chart.html. 22

Il·lustració 2 Efectes dels obstacles en la propagació. "Conceptos básicos del ruido ambiental". 24

Il·lustració 3 Influències en la propagació. "Conceptos básicos del ruido ambiental". 25

Il·lustració 4 Paràmetres de coordenades establertes en el GeoWorkspace. 28

Il·lustració 5 Passos per definir una connexió a un magatzem ArcView. Creació del fitxer amb la definició del sistema de coordenades (.csf) i creació del fitxer amb els paràmetres de configuració de la connexió (.ini). 28

Il·lustració 6 Selecció de paràmetres per a la inserció d'imatges MrSID 29

Il·lustració 7 Imatge gràfica de les dades SIG disponibles per desenvolupar el TFC. 29

Il·lustració 8 Diagrama dels casos d'ús. 30

Il·lustració 9 Inserció de la comanda programada al menú de GeoMedia. 36

Il·lustració 10 Efecte de l'arrodoniment de les coordenades i condicions de la malla per a cobrir la geometria. 38

Il·lustració 11 Interfície d'usuari final. 40

Il·lustració 12 Focus definits i formulari activat per a la seva execució. 41

Il·lustració 13 Resultat de l'execució de la aplicació. 42

Il·lustració 14 Mapa temàtic amb les dades de dbDay. 42

Il·lustració 15 Mapa temàtic amb les dades de dbDay amb les transparències ajustades. 43

Il·lustració 16 Resultat del procés descrit en el manual. 45

Il·lustració 17 Distribució dels focus de so que analitzem. 47

Il·lustració 18 Mapa temàtic amb el valor de dBDay del resultat del processament sense les vies fèrries. 48

Il·lustració 19 Mapa temàtic amb el valor de dBDay resultant. 48

Il·lustració 20 Mapa Lden de confort acústic resultant. 49

Taules de dades

Taula 1 Valors del coeficient d'atenuació de Outdoor Sound Propagation (wikibooks). 24

Taula 2 Taula d'intensitats del trànsit en el tram de Molins de Rei. http://webaux.cedex.es/egra/MER_PRIMERA/AUTOPISTAS/MEMORIAS_resumen/Memoria-resumen_AP7-AP2.pdf 45

Taula 3 Espectre acústic d'emissió dels trens al seu pas per Córdoba. http://www.cordoba.es/doc_pdf_etc/MEDIO_AMBIENTE/PLANOS/Analisis_de_datos.pdf 46

Taula 4 Valors límit d'immissió de soroll aplicables a noves infraestructures viàries, ferroviàries 46

Taula 5 Valors dels dB estimats per l'exercici pràctic. 47

Introducció.

Aquest projecte està desenvolupat com a finalització del estudis de Enginyeria Tècnica en Informàtica de Sistemes.

Està desenvolupat seguint la proposta del departament de Sistemes d'Informació Geogràfica basada en desenvolupar una aplicació informàtica SIG amb l'objectiu d'avaluar les emissions de soroll i calcular l'índex del "confort acústic" d'un Municipi.

El projecte consisteix en crear d'una aplicació del tipus Comando Geomedia que ens permeti configurar un GeoWorkSpace de Geomedia per què ens permeti realitzar els càlculs sobre l'aplicació Geomedia Professional 6.1.

El llenguatge de programació és Visual Basic .NET i es fan servir els components de Geomedia Professional 6.1.

Com a Enginyer Tècnic Informàtic, l'objectiu és desenvolupar un sistema que permeti a l'usuari, mitjançant una metodologia establerta, assolir el seu objectiu. En aquest projecte desenvolupem un mètode per determinar la pressió sonora identificant uns focus sonors en un SIG. Per establir el comportament acústic hem utilitzat la formulació i les condicions que hem cregut adients.

Aquesta metodologia l'hem establert de forma que s'apliqui en tres fases.

En una primera fase definim els focus amb dades geomètriques que poden ser importades i completades amb les dades necessàries. En el cas pràctic importem les vies de circulació en format SHD proporcionat per l'Institut Cartogràfic de Catalunya. També utilitzem ortofotografies en format MrSid com a fons de treball.

En una segona etapa, que és la que centra els esforços de programació, processem els focus de forma autònoma, establint una malla d'una mida donada valorada amb 4 dades, en una àrea definida.

En una tercera etapa podem processar aquestes dades amb les eines que disposa Geomedia per generar els mapes a discreció. En el cas pràctic elaborem un plano on identifiquem els valors de la pressió sonora mitja equivalent.

Per poder desenvolupar el projecte hem establert un pla de treball on hem identificat:

- Els objectius i competències.
- L'estructura de la memòria .
- Les tasques i activitats.
- Les fites i entregues parcials.
- La planificació i el diagrama de Gannt.
- El material.
- Un pla de contingències.

Aquest pla de treball ha permès desenvolupar el projecte en fases.

La primera fase és l'obtenció de la informació bàsica del projecte. Aquesta informació consta de la pròpia del departament i dels estudis universitaris realitzats, i de la informació necessària per a dur a terme el projecte. Aquesta fase ens ocupa els capítols 1, 2 i 3.

La segona fase consta d'un anàlisi funcional de l'aplicació, amb els seus casos d'us, i el disseny de l'aplicació amb el model de les dades, la descripció dels algoritmes, la interfície d'usuari i el disseny de classes. Aquesta fase ens ocupa el capítol 4.

La tercera fase és la construcció del sistema i ens ocupa el capítol 5.

En la quarta fase executem un pla de testos amb dades fictícies dissenyades per comprovar la bondat dels resultats. També realitzem una aplicació pràctica de la població de Molins de Rei amb dades reals estimades a partir de diferents supòsits a mode d'exemple de la funcionalitat del procediment i per obtenir un resultat validable. Aquesta fase està en el capítol 4.

En una última fase hem conclòs el projecte.

Capítol 1. Sistemes d'informació geogràfica.

Aquest capítol és un resum extracte de la documentació proporcionada per l'àrea de sistemes d'informació geogràfica de la UOC, "Sistemes d'informació geogràfica i geotelemàtica".

Com a sistema d'informació s'entén la unió de la informació i eines informàtiques (programa o programari) per a la seva anàlisi amb uns objectius concrets (Peña, 2006).

Un sistema d'informació s'usa per a manipular, consultar, editar, visualitzar i generalment per a treballar amb informació emmagatzemada en una base de dades. Si incloem el terme geogràfica s'assumeix que la informació inclou la posició en l'espai, com a referència a la superfície de la terra.

SIG és l'acrònim de Sistemes d'Informació Geogràfica i per tenir un sistema d'informació geogràfica hem de poder disposar d'una informació geogràfica emmagatzemada de forma que estigui disponible per poder ser processada segons les necessitats.

Considerem que un SIG és una unió de tres elements: una informació geogràfica, un magatzem i unes eines d'anàlisi.

La informació geogràfica (IG)

Tota acció té un temps i un lloc on esdevé, pel que l'hem de poder definir i caracteritzar, per que pugi ser considerada informació.

Unes de les característiques poden ser espacials o geogràfiques, i històricament és aquesta component espacial la que ha tingut més pes, ja que permet localitzar l'acció.

La ciència que estudia la figura, les dimensions i el camp gravitatori de la Terra, així com la seva variació en el temps, és la geodèsia. És la que ens proporciona les referències geomètriques per poder definir les característiques geogràfiques de l'acció i com determinar-ne la posició sobre la superfície terrestre segons un determinat sistema de coordenades.

Un sistema de coordenades és una referència artificial que permet la definició de la posició d'un objecte. Al ser artificial, hi ha múltiples opcions i, per tant, és possible escollir entre diferents sistemes de coordenades.

Els principals sistemes de coordenades per definir la localització d'un punt sobre un esferoide són: coordenades geogràfiques, coordenades cartesianes geocèntriques i coordenades projectades.

Coordenades geogràfiques

Un sistema de coordenades geogràfiques o geodèsiques utilitza una referència esfèrica tridimensional per a definir les localitzacions sobre la superfície terrestre.

La longitud d'un punt sobre la terra és l'angle que formen els plans perpendiculars al pla de

l'Equador i inclouen l'eix de rotació, que un inclou el punt i l'altre la longitud de referència.

Les línies d'igual longitud s'anomenen meridians, i el nostre meridià de referència o cero és el de Greenwich. En alguns països o en altres temps s'han emprat altres meridians de referència.

El rang de valors de la longitud és dels 180°W (oest) als 180°E (est). És la longitud del meridià de canvi de dia.

La latitud d'un punt sobre la terra és l'angle de la recta que passa pel punt i pel centre de la Terra amb el pla de l'Equador.

Les línies d'igual latitud s'anomenen paral·lels, i el paral·lel de referència és l'equador terrestre que és la latitud zero

Els valors de latitud van des del –90° al pol Sud fins als +90° al pol Nord.

Coordenades cartesianes geocèntriques

En un sistema de coordenades cartesià els eixos de la base de coordenades són ortogonals, y al ser geocèntric l'origen de coordenades és el centre de la terra.

La posició d'un punt es defineix en un espai tridimensional per les coordenades (x, y, z) de forma que els eixos coordenades es poden definir com:

- L'eix Z passa pel centre de la Terra i pels pols, amb sentit ascendent.
- L'eix X passa pel centre de la Terra i per la intersecció de l'equador amb el meridià de referència, generalment el de Greenwich, en aquest sentit.
- L'eix Y forma un angle de 90° amb els altres dos eixos en una rotació positiva.

Per caracteritzar un punt sobre la superfície de la terra les coordenades x, y i z no són independents.

Coordenades projectades

Al voler donar la referència d'un punt de la superfície de la terra cada posició necessita de dos valors referits a un punt central, que definim com la coordenada de l'origen (X, Y) = (0,0), ja que la superfície de la terra és una superfície.

Un valor especificarà la posició horitzontal i l'anomenarem coordenada X, i l' altre especificarà la posició vertical i l'anomenarem coordenada Y.

Aquestes posicions estaran en una superfície plana mallada, que ha de tenir una relació bijectiva amb la superfície de la terra, de forma que podem reproduir l'esfera terrestre en una superfície plana. Ho anomenem "projecció cartogràfica" y no hi ha, ni hi ha hagut, una única projecció.

Una projecció sempre introdueix distorsions, pel que les podem classificar segons el que no distorsionem: projeccions conformes on mantenim les relacions angulars (Mercator), projeccions equivalents o d'igual àrea on mantenim les àrees (Mollweide, Projecció de Peters), projeccions equidistants on mantenim les distàncies (Miller), projeccions azimutals, zenitals o de direcció veritable on mantenim les direccions (Lambert azimutal equal-area), o projeccions de compromís on intentem que la distorsió estigui balancejada (Projecció de Robinson).

També podem establir una classificació de les projeccions segons la superfície geomètrica de la qual deriven:

- Còniques, on visualitzem la Terra projectada en un con tangent o secant, el qual es talla longitudinalment per visualitzar-lo de forma plana. Normalment el vèrtex del con s'ubica en un dels pols, de manera que el cercle de tangència sigui coincident amb un dels

paral·lels, que anomenarem paral·lel estàndard de la projecció, i el meridià oposat a la línia de tall s'anomena meridià central.

- Cilíndriques, on visualitzem la Terra projectada en un cilindre tangent o secant, el qual es talla longitudinalment per a visualitzar-lo de forma plana. La posició del cilindre pot ser normal, on acostuma a ser tangent l'Equador, transversal o obliqua.
- Planes (azimutals o zenitals), on una porció de la superfície de la Terra es transforma des de la perspectiva d'un punt en una superfície plana. El punt de tangència les classifica com a polar, equatorial o obliqua. El punt de projecció ens classifica la projecció en: gnòmic (centre de la Terra), estereogràfic (punt oposat al punt de tangència) i ortogràfic (infinit o projecció paral·lela).

Cada projecció té un conjunt de paràmetres que la defineixen i els paràmetres més comuns són el fals est i fals nord, el meridià central o longitud origen, el paral·lel central o latitud origen, el paral·lels estàndard i el factor d'escala.

UTM (Universal Transverse Mercator)

La projecció de Mercator és una projecció cilíndrica normal tangent a l'equador, però la projecció de Mercator transversal es basa en una projecció cilíndrica transversal tangent en un meridià. D'aquesta forma la zona vertical al voltant del meridià de tangència està lliure de distorsions.

El sistema UTM defineix 60 projeccions transversals de Mercator en diferents meridians que cobreixen els 360°.

Els fusos es generen a partir del meridià de Greenwich amb un meridià central, que és la línia central de tangència de cada projecció, equidistant tres graus de longitud dels extrems de cada fus.

El sistema no s'usa en les regions polars per les grans distorsions que s'hi produeixen, pel que normalment s'utilitza el sistema anomenat universal polar stereographic (UPS).

Per a eliminar coordenades negatives tenim el fals est i el fals nord, de forma que les coordenades de l'est es mesuren a partir del meridià central aplicant un fals est de 500.000 metres, el valor donat al meridià central, i a les coordenades de l'hemisferi sud cal aplicar un fals nord de 10.000.000 metres, el valor assignat a l'equador.

Cada fus UTM és una projecció diferent que usa un sistema de coordenades diferent, ja que el sistema UTM es va dissenyar per a cartografiar objectes continguts en un únic fus.

La georeferenciació

La georeferenciació relaciona informació de diversa índole amb una única posició sobre la superfície de la Terra, pel que anomenem georeferenciació al mètode per a definir de manera única la localització dels objectes i llocs a la Terra.

Per a georeferenciar qualsevol objecte en la superfície terrestre és necessari definir una superfície de referència, un datum geodèsic i un sistema de referència.

Donada la forma de la Terra, irregular i molt complexa, es treballa amb dos models de representació simplificada de la forma de la Terra: el geoide i l'el·lipsoide.

El geoide

Definim geoide com la superfície equipotencial que es correspon amb el nivell mitjà dels oceans. Degut a la dificultat de saber on és el nivell mitjà del mar, utilitzem la propietat d'equipotencialitat per definir geoide com la superfície on la direcció de la gravetat és

perpendicular en tots els llocs i es correspon amb el valor de la gravetat que s'experimenta en el nivell mitjà del mar. D'aquesta manera s'estableix el concepte de nivell mitjà del mar (NMM) o mean sea level (MSL) com la superfície que millor s'adapta al geoide.

Usem el geoide com un pla sobre el qual podem referenciar les alçades del terreny.

L'el·lipsoide

L'el·lipsoide és la superfície matemàtica simple que millor s'aproxima a la forma de la Terra, de forma que intenta adaptar-se al geoide independentment del material que forma la Terra.

Els valors de la seva geometria emprats per càlculs geodèsics són: El semieix major o equatorial, el semieix menor o polar, el factor d'aplanament i l'excentricitat.

Les dificultats per a mesurar el geoide (superfície global) i la seva forma implica l'ús dels el·lipsoides locals que són una aproximació al geoide en una zona geogràfica concreta de manera que s'ajusti de la millor manera possible.

Els el·lipsoides d'ús a la Península Ibèrica i Catalunya són l'Internacional de Hayford de 1924 i el World Geodetic Datum de 1984 (WGS84).

Datum geodèsic

El datum geodèsic defineix les dimensions i la forma de la superfície de la Terra que es fa servir en el càlcul i determinació de coordenades, així com l'origen i l'orientació dels sistemes de coordenades que s'utilitzen en la cartografia.

En geodèsia s'utilitzen dos tipus de datum:

- El datum vertical és la superfície de referència que permet el càlcul d'alçades. Normalment aquesta superfície és el geoide i les alçades seran ortomètriques.
- El datum horitzontal defineix la relació entre la Terra física i les coordenades horitzontals, de manera que ens permet la determinació de la latitud i la longitud.

Les transformacions de datum són essencialment conversions entre dos sistemes de coordenades, definits sobre el·lipsoides amb localitzacions diferents i possiblement diferents paràmetres, és a dir, amb diferents forma i dimensions.

En la geodèsia espanyola es va utilitzar el datum ED50 fins al juliol de 2007.

Actualment el datum de referència és el ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) que utilitza l'el·lipsoide GRS80 (Geodetic Reference System 1980) en la cartografia oficial.

Els GPS (Global Positioning System) utilitzen el datum WGS84, pràcticament equivalent al datum ETRS89.

Cartografia

La cartografia és l'art, la ciència i la tècnica del disseny, producció i utilització de representacions que transmeten informació espacial mitjançant un sistema geomètric de símbols gràfics. Un cas particular de representació cartogràfica són els mapes. Aquests són una representació plana, a escala, generalitzada i explicativa de les manifestacions de la Terra o de l'Univers.

Cada mapa es fa amb un propòsit i de la manera més adient per aconseguir-lo. Per classificar-los, la Llei 7/1986, de 24 de gener, d'Ordenació de la cartografia, diu que la cartografia oficial es classifica en bàsica, temàtica i derivada.

En el context d'un SIG i com un dels aspectes de SIG, el "Manual del Usuario de GeoMedia

Profesional" especifica que un mapa no és un SIG, és un resultat derivat d'un SIG.

Dades cartogràfiques

Són les dades que poden identificar-se per les seves coordenades, que es componen d'una part gràfica i una altra alfanumèrica, i descriuen característiques i recursos de la Terra.

Informació vectorial:

- Punt, es determina per un únic parell de coordenades.
- Línia, es determina per un conjunt de parells ordenats de coordenades.
- Superfície, es descriu per les línies interconnectades que les delimiten.

Informació raster:

- Píxels, es defineix el seu número de fila i columna. Les coordenades conegudes generalment són les d'un sol píxel, i les dels altres són deduïdes.
- Valor que emmagatzema, indica el tipus d'objecte, fenomen o condició que es troba en una localització particular. Si hi ha diferents atributs, els seus valors s'emmagatzemen en temes separats.

Magatzems de dades geogràfiques

Per poder tenir un sistema d'informació geogràfica hem de poder emmagatzemar les dades geogràfiques i poder explotar-les mitjançant consultes.

Disposem de tres metodologies d'emmagatzematge: en un fitxer, en una base de dades local o en un sistema de gestió de bases de dades (SGBD). També disposem d'un llenguatge estàndard, l'SQL (structured query language), per a realitzar les consultes.

Les taules s'organitzen en camps i registres. Cada un dels registres de la taula representa un objecte. Cada una de les propietats està emmagatzemada en un camp d'un tipus determinat comú per a tots els objectes.

Els tipus de dades geogràfiques ens indiquen els tipus de dades a emmagatzemar.

- Emmagatzematge de dades vectorials: Objectes puntuals, objectes lineals i objectes àrea.
- Emmagatzematge de dades raster: Cobertures i imatges raster.

Emmagatzematge de punts

Un element puntual representa una realitat geomètricament discreta i mínima sobre el territori. Es pot emmagatzemar amb un sol conjunt de coordenades (X,Y), (Lat,Long) i la cota o l'LRS. També, en una geometria de punts orientats, necessitarem una orientació.

Emmagatzematge de línies

Tot element lineal es pot representar com un conjunt de segments i cada segment pot ser:

- Polilínia, és un conjunt ordenat de punts ordenats units per un segment.
- Arc de circumferència, és un conjunt de tres punts que defineixen els extrems i el centre.
- Corba de Bézier, és una corba definida per un conjunt de punts de pas i punts de control que en determinen el grau.

Els problemes principals a l'hora de definir línies són els punts repetits, els kickbacks o tornades enrere i els loops o bucles.

Emmagatzematge d'àrees

Dins dels sistemes d'informació geogràfics, un polígon és una superfície plana definida per una frontera exterior i, cap o més fronteres interiors que en defineixen els forats. Cada frontera és

un conjunt ordenat de línies connectades on l'extrem final de l'última línia connecta amb l'extrem final de la primera. Cada línia pot estar definida amb qualsevol de les eines per a emmagatzemar línies.

Per a emmagatzemar àrees no connexes ens cal més d'un polígon.

Emmagatzematge de geometries complexes

Les geometries compostes són una col·lecció de geometries del mateix o diferent tipus: punts, línies o àrees.

Algunes realitats necessiten geometries compostes per ser representades, però són un tipus de dades que afecten negativament al rendiment.

Informació geogràfica de suport

Les dades geomètriques no són suficients per tenir tota la informació geogràfica, pel que necessitem d'altres dades com la llista de capes, sistemes de coordenades i els camps on es guarda la geometria.

Formats d'emmagatzematge de dades vectorials

Fitxers CAD (Microstation i AutoCAD), són fitxers DXF, DWG o DGN.

General Electric Smallworld.

ESRI Shapefile.

.shp. Conté les geometries dels elements.
.shx. Conté l'índex dels elements.
.dbf. Conté els atributs alfanumèrics dels elements. Són aquestes dades les que es poden considerar com una taula de base de dades relacional.
.prj. Conté el sistema de coordenades del shapefile.
.sbn. Conté els índexs espacials, si n'hi ha.

Conjunt de formats Geomedia Warehouse.

Geomedia SmartStore, són fitxers DDC i DTC que emmagatzemen les dades i són obligatoris, i arxius CSF que emmagatzemen el sistema de coordenades, i és opcional.
Geomedia Access Warehouse, permet emmagatzemar dades geogràfiques dins d'un arxiu de Microsoft Access.
Geomedia Oracle Warehouse, permet emmagatzemar dades geogràfiques sobre una base de dades Oracle

GML (Geography Markup Language), és una gramàtica XML definida per OGC per a emmagatzemar i transmetre informació geogràfica.

ESRI ArcSDE (Environmental Systems Research Institute), format per una desena de productes amb el prefix Arc.

ArcMap: eina de visualització i anàlisi de dades geogràfiques.
ArcCatalog: eina de tractament i organització de dades geogràfiques.
ArcIMS: servidor de mapes per Internet.
ArcGIS Server: servidor de mapes i processament geogràfic per Internet.
ArcSDE: connector de la resta d'eines amb magatzems sobre bases de dades relacionals.

PostGIS, té el suport per a dades geogràfiques sobre l'SGBD PostgreSQL. És codi lliure sota llicència d'ús GNU.

Oracle Spatial, és l'aposta d'Oracle pels SIG.

Emmagatzematge amb topologia

La topologia és una part de les matemàtiques que es preocupa dels objectes a l'espai i les relacions entre ells.

Els elements bàsics de la topologia són els nodes, les arestes i les cares.

Les relacions topològiques inclouen relacions com Contenir, Dins de, Cobreix, Cobert per, Es toquen i S'encavalquen.

Les dades emmagatzemades amb topologia estalvien espai de disc ja que guarda la informació amb menys redundàncies, i ens aporta relacions que d'una altra manera serien impossibles de calcular: càlcul de rutes, flooding o inundació, i veïnatge.

Emmagatzematge d'LRS

El sistema de referència lineal (Lineal Referencing System o LRS) ens permet parametritzar amb un paràmetre. Hi ha casos en què, per definir els punts d'una entitat lineal, només ens cal definir la seva relació amb un dels extrems: distància, pressió, ...

La base d'LRS són els segments geomètrics, que han de tenir mesures en coordenades del seu punt origen i el seu punt final definint una recta. Es poden afegir punts de mesura, direcció del segment geomètric, mesura, desplaçament i entitats lineals per a definir-ne el traçat. Aquestes mesures serveixen com a punt de referència per a ubicar elements sobre el segment geomètric.

Magatzems raster

En format raster es representen els objectes espacials cobrint-los amb una matriu de cel·les i assignant valors concrets a cada una les cel·les. La matriu cobreix tot l'espai.

S'engloben dins dels magatzems raster les imatges georeferenciades i les cobertures (matriu de valors sobre el territori).

Les dades raster tenen alguns o tots els elements següents:

- Les cel·les o píxels.
- Domini espacial, és a dir, quina àrea de territori es cobreix.
- Informació de les bandes.
- Atributs de les cel·les.
- Informació de procés.

El nucli de l'emmagatzematge raster és una matriu multidimensional de cel·les amb:

- Un nombre de dimensions, que són les dimensions de la matriu.
- La mida de cada dimensió, que ens indica la quantitat de cel·les per dimensió.
- Una profunditat de cel·la, que és la mida de les dades de tots els valors de cel·la.

Les matrius estan formades per cel·les, que també es poden anomenar píxels, i el seu valor s'anomena valor de cel·la.

Una capa és una realitat a emmagatzemar que s'ha de poder escriure, llegir i representar. Dins d'un mapa emmagatzemat com a imatge raster s'organitzen els conceptes lògics (rius, cases, carreteres, etc.) com a capes. Una capa és un concepte lògic.

Una banda és una ordenada dins del format d'emmagatzematge d'imatges raster que es pot usar per a emmagatzemar capes. Una banda és un concepte físic que es pot usar per a emmagatzemar capes o una altra informació (com ara els diferents espectres d'una fotografia en RGB).

Formats d'emmagatzematge de dades raster

Arxius World, que és un fitxer de text pla.

GeoTiff, és un estàndard de metadades públic que permet la georeferenciació d'arxius Tiff.

MrSID (Multiresolution Seamless Image Database), és un format de fitxer desenvolupat i propietat de LizardTech amb extensió .sid que pot adjuntar un arxiu World (.sdw) de referència espacial.

ECW (Enhanced Compression Wavelet), és un format d'emmagatzematge d'imatges estàndard obert amb compressió amb wavelets (ones d'alta freqüència). Està optimitzat per a imatges aèries o satèl·lit i per comprimir-les amb la mínima pèrdua possible.

Georaster (Oracle Spatial), és una capacitat d'Oracle Spatial que permet emmagatzemar, indexar i consultar imatges raster i cobertures.

Consulta de dades geogràfiques

Per poder tenir un SIG hem de poder processar les dades mes enllà de les funcions bàsiques de consulta d'una BD.

Els operadors i funcions espacials ens permeten realitzar consultes entre els elements tenint en compte la seva posició al món. Per a poder executar consultes amb relacions espacials, cal una eina SIG o un SGBD que suporti consultes espacials.

Abans de fer una consulta hem de tenir en compte la possible relació entre les diferents dades, que pot ser de:

Herència. Quan els elements d'una classe tenen tots els atributs de la classe pare i els propis.

Composició. Quan un element d'una classe està compost per elements d'altres classes.

Relació d'un a molts (1-N). Quan un element d' A té relació amb diversos elements de B i un element de B únicament pot tenir relació amb un element d'A.

Relació de molts a molts (N-M). Quan un element d' A té relació amb diversos elements de B i un element de B pot tenir relació amb diversos elements d'A.

Entenem per operadors espacials aquells mètodes que ens permeten preguntar propietats de les geometries i ens responen cert o fals.

Entenem per funcions espacials aquells mètodes que ens permeten analitzar les geometries i ens responen amb una nova geometria fruit del càlcul.

Les relacions espacials es descriuen a partir dels conceptes:

Frontera és la delimitació de l'objecte. És un altre objecte geomètric d'una dimensió inferior.

Interior és l'àrea estrictament inclosa sense la frontera de l'objecte.

Exterior és l'espai estrictament fora de la frontera.

Operadors

Igual: A és espacialment igual a B si la seva geometria és igual.

Disjunts: A és disjunta de B si les dues geometries no tenen cap punt en comú en el pla.

Interseca: A s'interseca amb B si les dues geometries tenen algun punt en comú al pla.

Toca: A es toca amb B si intersequen i l'interior de les geometries són disjuntes.

Creua: A es creua amb B si intersequen i la dimensió de la intersecció és menor que el màxim de les dimensions de A i B.

Inclosa: A està inclosa en B quan la intersecció entre A i B és A.

Conté: A conté B si B està inclosa en A.

Encavalcades: A s'encavalca amb B si s'intersequen i A, B i la intersecció tenen la mateixa dimensió.

Funcions

Centre: El centre de A és el centroide (centre de gravetat) d'A.

Capsa contenidora: La capsa contenidora o MBR (Minimum Bounding Rectangle) d'A és el rectangle mínim amb costats paral·lels als eixos de coordenades del sistema de coordenades de projecció que inclou A.

Buffer: El buffer (o zona d'influència) d'un objecte A ens retorna una nova geometria que cobreix tots els punts des de la frontera d'A fins a una certa distància d'A.

Envolupant convexa (convex hull): L'envolupant convexa d'A en el pla és el polígon convex mínim que inclou tots els punts d'A.

Intersecció: La intersecció d'A i B retorna un objecte geomètric que inclou tots els punts que són d'A i de B a l'hora, en el pla. És l'operació lògica AND.

Unió: La unió de A i B retorna un objecte geomètric que inclou tots els punts d'A o de B, en el pla. És l'operació lògica OR.

Diferència: La diferència d'A respecte de B retorna un objecte geomètric que inclou tots els punts d'A que no són de B, en el pla. És l'operació lògica de resta.

Diferència simètrica: La diferència simètrica de A i B retorna un objecte geomètric que inclou tots els punts d'A, de B i que no pertanyen a la intersecció. És l'operació lògica XOR.

Distància: La distància entre A i B retorna un nombre real que indica la distància entre els dos punts més propers d'A i de B.

Veí més proper: El veí més proper a A retorna la geometria B més propera a A d'un conjunt de geometries.

Índexs espacials

Quan tenim grans quantitats d'informació geogràfica és molt important crear índexs, tant espacials com no espacials, de cara a optimitzar l'accés a la informació geogràfica.

Estructures com la quadtree (arbre quaternari) o els R-trees són unes bones opcions per crear índexs optimitzats per a informació geogràfica.

Capítol 2. Software emprat en el TFC

El TFC es basa en programar un Comando Geomedia en Visual Basic per a Geomedia, pel que els dos softwares principals que utilitzarem són el Geomedia Professional 6.1 i el Ms Visual Studio 2008. Podríem utilitzar un Studio més recent, però Geomedia Professional no ens consta que hi estigui preparat.

Geomedia Professional 6.1

En la documentació que adjunta la instal·lació del Geomedia hi ha el document de "GeoMedia Professional Manual del usuario" que en el seu capítol 1 dóna una introducció al programa.

Basat en tecnologia Jupiter de Intergraph Corporation en un entorn Windows, és una eina per recollir, emmagatzemar i processar dades SIG.

En un únic entorn, que anomenen GeoWorkspace, ens permet combinar dades de diferents procedències, de diferents tipus i en format diferents, per analitzar-les de forma conjunta.

Disposa d'eines de detecció, correcció i depuració d'errors en la captura de dades.

També és un entorn de desenvolupament de software que podem personalitzar amb eines de desenvolupament Windows com Microsoft Visual Basic i Visual C++.

Per treballar amb Geomedia necessitem un GeoWorkspace que hem de configurar amb els nostres paràmetres.

En els magatzems és on es guarda la informació geomètrica (gràfica) i els seus atributs (no gràfica), pel que hi hem d'establir una connexió. El programa ens ofereix i ens permet múltiples connexions a diferents formats i orígens.

Un cop establertes les connexions, en la finestra de mapa les entitats es representen per geometries i en la de dades per atributs.

La llegenda és el centre de control del mapa. Ens permet omplir-lo de contingut, controla les característiques, l'estil i l'ordre de visualització de les entitats.

Podem realitzar tasques, consultes i d'altres que ens proporcionin els resultats que busquem.

Per crear un Comando Geomedia disposem d'un assistent per entorns Visual Basic 6, Visual Studio 2003, Visual Studio 2005, o Visual Studio 2008.

Instal·lació

La instal·lació la fem amb el programari proporcionat des del departament de sistemes d'informació geogràfica de la UOC i utilitzem la llicència que ens proporcionen.

La instal·lació ens dóna una incidència amb els menús. Ho solucionem copiant el contingut de la configuració de la carpeta de l'idioma (C:\Program Files\GeoMedia 3D\Configuration*\en) en les respectives carpetes pare.

Microsoft Visual Studio 2008 Profesional.

Per a Microsoft, tot el software Studio és el fonament de desenvolupament i personalització de tot el seu producte.

En el desenvolupament en Windows és un entorn integrat en el sistema que ens permet desenvolupar en diversos llenguatges. En el desenvolupament del TFC ens centrarem en el Visual Basic .NET.

Visual Studio 2008 consolida la tecnologia .Net que es basa en no compilar en codi màquina fins a la execució, de forma que millorem l'opció multiplataforma. Compila en un llenguatge intermediari (CIL - Common Intermediate Language) que Microsoft anomena Microsoft Intermediate Language (MSIL). Per què una plataforma pugui executar la compilació ha de disposar d'una implementació d'infraestructura de llenguatge comú (CLI).

Visual Studio 2008 va ser publicat a finals de 2007. Estava preparat pel Framework .NET 3.5,

per aprofitar els dissenys de Windows Vista i els sistemes de Windows Communication Foundation i Windows Presentation Foundation.

Instal·lació

La instal·lació la realitzem amb el programari proporcionat per la plataforma DreamSpark de Microsoft que llicencia programari MS per a ús docent i a la que Universitat Oberta de Catalunya hi té una inscripció Premium.

Abans de fer la instal·lació realitzo una desinstal·lació de la versió 2012 de Visual Studio per evitar incompatibilitats.

Per poder utilitzar l'assistent que proporciona Geomedia executo regGM.exe. Aquest pas es fa de forma automàtica si la instal·lació de Geoemedia es fa amb el Visual Studio instal·lat.

Capítol 3. Informació del projecte.

El soroll ha estat un dels últims contaminants del medi ambient a ser legislats, tant pel medi com per la salut. En aquest sentit la Organització mundial de la Salut (OMS), estableix en Guidelines for Community Noise (World Health Organizacion, 1999), els valors objectius de qualitat acústica.

L'objectiu del projecte és desenvolupar una aplicació informàtica SIG amb l'objectiu d'avaluar les emissions de soroll i calcular l'índex del "confort acústic" d'un municipi.

Aquest càlcul el reflectirem en un mapa del municipi, on representarem els focus sonors i una representació temàtica d'una malla amb els valors de pressió sonora.

Els valors han de representar les diverses situacions que volem, com la pressió sonora durant el dia, la nit, o les zones del municipi que compleixin uns llindars establers de pressió sonora.

El nostre municipi serà Molins de Rei en la província de Barcelona.

A l'hora de definir els paràmetres i mètodes de càlcul ens decantem per seguir les directrius legals com a estàndard de càlcul.

El Reial Decret 1513/2005 defineix i crea el sistema bàsic d'informació sobre la contaminació acústica (SICA). La pàgina web del SICA disposa de documentació que seguirem pel càlcul de la propagació i atenuació del soroll.

En l'últim punt prepararem la base cartogràfica del Geomedia que utilitzarem.

Base legal

Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo

La primera referència moderna al so ambient ens la dóna la "Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental".

En ella s'estableix la necessitat de legislar contra el soroll per protegir el medi ambient i la salut. Enumera antecedents, defineix terminis i estableix objectius.

A nivell pràctic defineix els dos indicadors de sorolls comuns seleccionats que són:

- L_{den}, per avaluar molèsties.
- L_{night}, per avaluar alteracions del son.

També defineixen els conceptes relacionats de: soroll ambiental, efectes nocius, molèstia, indicador de soroll, avaluació, L_{den} (Indicador de soroll dia tarda nit), L_{day} (Indicador de soroll diürn), $L_{evening}$ (Indicador de soroll al vespre), L_{night} (Indicador de soroll per la nit), relació dosi efecte, aglomeració, zona tranquil·la en una aglomeració, zona tranquil·la a camp obert, gran eix viari, gran eix ferroviari, gran aeroport, mapa de soroll, mapa estratègic de soroll, valor límit, plans d'acció, planificació acústica i població.

En l'Annex I de la directiva, "INDICADORES DE RUIDO" defineix els indicadors de soroll L_{den} en decibels (dB) com una funció de L_{day}, $L_{evening}$ i L_{night}. També estableix els horaris de dia, vespre i nit.

En el seu Annex II "MÉTODOS DE EVALUACIÓN PARA LOS INDICADORES DE RUIDO" ens permet determinar els indicadors per medició o per càlcul, amb una adaptació dels mètodes nacionals de càlcul vigents. També hi ha una petita referència de mètodes de càlcul provisionals recomanats.

En el seu Annex IV "REQUISITOS MÍNIMOS SOBRE EL CARTOGRAFIADO ESTRATÉGICO DEL RUIDO", en el punt 3 ens dóna els elements fonamentals: el tràfic rodat, el tràfic ferroviari, els aeroports, i els llocs d'activitat industrial inclosos els ports.

LEY 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido

Aquesta llei desenvolupa la Directiva sobre soroll ambiental que marca la Unió Europea. També desenvolupa el mandat constitucional de protegir la salut i el medi ambient. És una llei que conté els fonaments on assentar la normativa en matèria de soroll.

Desprès de definir els conceptes i índexs de la directiva, en el punt 2 de l'article 12 ens dóna una classificació dels emissors acústics a efectes legals:

a) Vehicles automòbils
b) Ferrocarrils
c) Aeronaus
d) Infraestructures viàries
e) Infraestructures ferroviàries
f) Infraestructures aeroportuàries
g) Maquinària i equips
h) Obres de construcció d'edificis i d'enginyeria civil
i) Activitats industrials
j) Activitats comercials
k) Activitats esportiu recreatives i de lleure
l) Infraestructures portuàries

En la secció tercera estableix la identificació dels mapes de soroll (article 14), finalitat i contingut dels mapes (article 15), i la periodificació de la revisió del mapes (article 15).

Tot el Capítol IV està dedicat a la inspecció i al règim sancionador.

REAL DECRETO 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003

En aquest decret es desenvolupa la llei, de 17 de novembre, del Soroll referent a l'avaluació i gestió del soroll ambiental. S'incorporen a la llei les parts no incloses de la directiva europea en referència a l'avaluació i gestió del soroll ambiental.

Es desenvolupen els conceptes de soroll ambiental i els seus efectes i molèsties sobre la població. També desenvolupa una sèrie de mesures que permeten la consecució dels mapes estratègics de soroll, els plans d'acció i la informació a la població, entre altres.

En una Disposició addicional única estableix la creació d'un sistema bàsic d'informació sobre contaminació acústica (SICA) dependent del Ministeri de Medi Ambient, l'actual "Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente".

El SICA constitueix la base de dades necessària per a l'organització de la informació relativa a la contaminació acústica, i en particular, la referent als mapes estratègics de soroll i plans d'acció.

L'Annex I, al igual que la directriu europea, defineix els índexs de soroll, períodes, índexs suplementaris i les alçades dels punts d'avaluació dels índexs de soroll.

L'Annex II ens refereix als mètodes d'avaluació pels índexs de soroll. En el IV, els requisits mínims sobre el cartografiat estratègic del soroll. I en el VI la informació que s'ha de comunicar al Ministeri de Medi Ambient.

REAL DECRETO 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003

Aquest Reial Decret té com a principal finalitat completar el desenvolupament de la llei, que no s'hauria desenvolupat en el Reial Decret anterior. Torna a definir els índexs de soroll i de vibracions, les seves aplicacions, els efectes i les molèsties sobre la població i la repercussió en el medi ambient. També s'estableixen els objectius de qualitat acústica per a cada àrea, es regulen els emissors acústics, i els procediments i els mètodes d'avaluació de sorolls i vibracions.

El capítol II estableix els índexs per a l'avaluació del soroll i de les vibracions.

El capítol III desenvolupa les àrees acústiques i la regulació de les servituds acústiques.

El capítol IV defineix els emissors acústics i els seus valors límits.

El capítol V estableix els procediments i mètodes d'avaluació de la contaminació acústica.

El capítol VI es centra en l'avaluació de la contaminació acústica i creació del mapes de soroll.

En l'annex I estableix els índexs de soroll i els de vibració, i en l'annex II les taules d'objectius de qualitat acústica.

En l'annex III tenim els valors límit d'immissió del emissors acústics.

En l'annex IV es dóna la metodologia i el procediments d'avaluació pels índex acústics.

Conceptes bàsics del soroll ambiental

El SICA ens proporciona un document del CEDEX, "Conceptos básicos del ruido ambiental" de Fernando Segués publicat pel Ministerio de Medio Ambiente [1], que utilitzarem de referència.

El so

El so es defineix com una alteració mecànica de les partícules d'un medi elàstic. Això provoca una propagació d'aquesta alteració en forma de vibració i una transmissió d'energia.

En l'atmosfera la propagació d'aquesta ona sonora provoca una ona de pressió que altera de forma temporal la pressió atmosfèrica en un punt. Aquest diferencial, entre la pressió atmosfèrica mitja i la puntual, es denomina pressió acústica o pressió sonora.

Amb la distància, al no haver-hi una aportació d'energia i al no ser el medi perfectament elàstic, la propagació atenua el so.

[1] http://sicaweb.cedex.es/docs/documentos/Conceptos-Basicos-del-ruido-ambiental.pdf

Aquesta energia pot ser absorbida, transmesa, reflectida i difractada.

La transmissió a través del medi es produeix amb un moviment ondulatori. Si la vibració és en la direcció de la transmissió es diu que és un moviment ondulatori longitudinal, i si la vibració és perpendicular a la transmissió el moviment és transversal.

Com a moviment ondulatori, el so té unes magnituds característiques: amplitud (A), longitud d'ona (λ), període (T) i freqüència (f).

Pressió, potència i intensitat

La pressió sonora varia d'un punt a un altre i depèn de la potència radiada, de la distància a la font, de l'absorció i de l'energia transmesa, entre d'altres.

Per de definir una ona sonora podem parlar de la pressió sonora (P), de la potència (W) o de la intensitat (I), de forma que $I = \frac{P^2}{\rho \cdot c} = \frac{W}{S}$ on ρ és la densitat del medi, c la velocitat en el medi i S la superfície equipotencial, que podem considerar com equidistant de la font sonora.

La potència (W_s) del so és la quantitat d'energia que transporta l'ona sonora per unitat de temps a través d'una superfície donada. Depèn de la intensitat de l'ona sonora (I_s) i de la superfície (S): $W_s = \int_S I_s dS$

La intensitat serà la quantitat d'energia sonora transmesa en una direcció per unitat d'àrea.

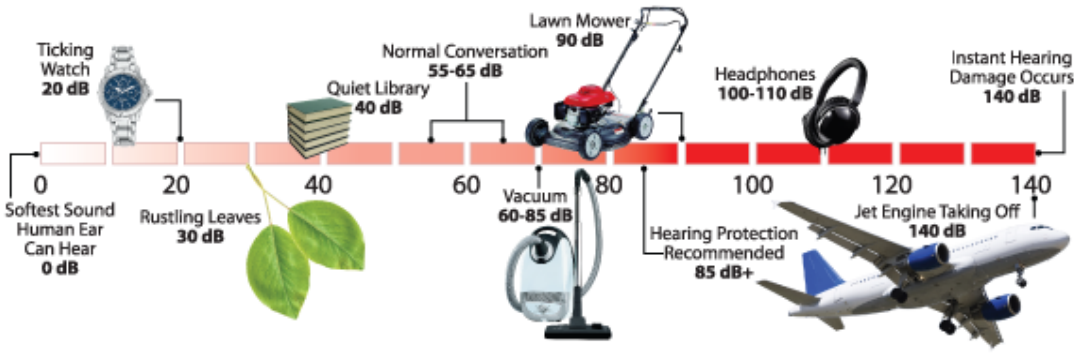
El rang de la pressió sonora en el que ens movem és del llindar de dolor en els 20 Pa fins al llindar d'audició en els 20 µPa.

La referència de la quantitat de potència acústica és el picowatt (10^{-12} w = 10 pw).

Nivell sonor. El decibel

Per poder treballar amb l'ample rang de valors de la pressió sonora, treballem de forma relativa en una escala logarítmica, pel que parlem de nivell de pressió sonora (L) i la unitat de mesura és el decibel dB. Com a pressió de referència p_0 es tria el límit auditiu de 20 µPa que són els 0dB de l'escala de la Il·lustració 1 on tenim identificats altres nivells sonors quotidians amb el seu valor per fer-nos una idea del nivell sonor.

$$L_p = 10 \cdot \log \frac{p^2}{{p_0}^2} = 20 \cdot \log \frac{p}{p_0}$$



Il·lustració 1 Exemples de nivells sonors. http://expecttohearbetter.com/hearing-damage-sound-chart.html.

Operar amb nivells sonors

Al ser l'escala logarítmica, no podem sumar els valors en decibels de forma canònica. El que tenim en un punt donat és una suma d'intensitats, pel que:

$$L_i = 10 \cdot \log \frac{{p_i}^2}{{p_0}^2} \rightarrow \frac{L_i}{10} = \log \frac{{p_i}^2}{{p_0}^2} \rightarrow 10^{\frac{L_i}{10}} = \frac{{p_i}^2}{{p_0}^2} = \frac{W_i}{W_0} = \frac{I_i}{I_0}$$

$$L_{total} = 10 \cdot \log \sum_i 10^{\frac{L_i}{10}}$$

Atenuació del soroll

El so a mesura que es propaga per l'atmosfera sofreix una atenuació en termes que són descrits com l'atenuació total (A_T) del soroll entre la font (s) i el receptor (r) com $A_T = 10 \log \left(\frac{I_{Pr}}{I_{Ps}}\right)$ en dB, on I_{Pr} és la pressió en el receptor i I_{Ps} la de la font.

L'atenuació total es defineix com la suma de l'atenuació deguda a la dispersió geomètrica (A_s), l'atenuació deguda a l'absorció atmosfèrica (A_a), i l'excés d'atenuació deguda a d'altres efectes (A_e) pel que tenim que: $A_T = A_s + A_a + A_e$.

L'atenuació deguda a la dispersió geomètrica (A_s) depèn de la superfície que adopta el front de pressió en la seva propagació, i aquest depèn en gran mesura del tipus de font sonora.

Aquesta atenuació entre dos punts a una distància r_1 i r_2 d'una font es pot expressar com $A_s = 20g \log \frac{r_2}{r_1}$ on g=0 per a la propagació d'ones planes, g = 0,5 per a la propagació cilíndrica des d'una font sonora lineal, i g = 1 per a la propagació esfèrica a partir d'una font puntual.

Si tenim una font sonora puntual, el punt del receptor a una distància r en metres de la font formarà part d'un front de pressió de forma esfèrica i $A_s = 11 + 20 \log r$.

Si tenim una font sonora lineal, el punt del receptor a una distància r en metres de la font formarà part d'un front de pressió de forma cilíndrica i $A_s = 8 + 10 \log r$.

L'atenuació deguda a la l'absorció per part de l'aire depèn de la temperatura, de la humitat i de la freqüència del soroll. Són uns valors que s'obtenen de forma experimental i es tabulen com en la Taula 1, o es poden formular com en el capítol "*Outdoor Sound Propagation*" del Wikibooks "*Engineering Acoustics*"[2].

El que obtenim per les nostres condicions i soroll és un coeficient lineal α, del que en la Taula 1 en tenim alguns possibles valors, tal que $A_a = \alpha r$.

Atmospheric attenuation coefficient by temperature (T) and relative humidity (%)
α (dB/km) at selected frequencies at 1 atm

T	(%)	62,5 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
30°C	10	0,362	0,958	1,82	3,4	8,67	28,5	96	260
	20	0,212	0,725	1,87	3,41	6	14,5	47,1	165
	30	0,147	0,543	1,68	3,67	6,15	11,8	32,7	113
	50	0,091	0,351	1,25	3,57	7,03	11,7	24,5	73,1
	70	0,065	0,256	0,963	3,14	7,41	12,7	23,1	59,3
	90	0,051	0,202	0,775	2,71	7,32	13,8	23,5	53,5
20°C	10	0,37	0,775	1,58	4,25	14,1	45,3	109	175
	20	0,26	0,712	1,39	2,6	6,53	21,5	74,1	215

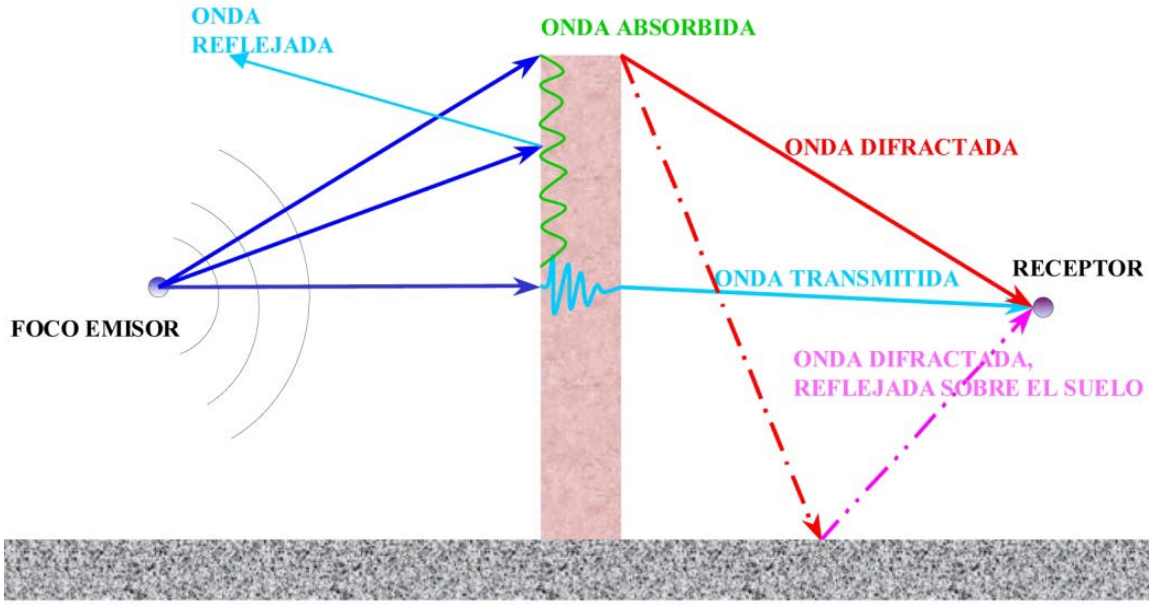
[2] http://en.wikibooks.org/wiki/Engineering_Acoustics/Outdoor_Sound_Propagation

	30	0,192	0,615	1,42	2,52	5,01	14,1	48,5	166
	50	0,123	0,445	1,32	2,73	4,66	9,86	29,4	104
	70	0,09	0,339	1,13	2,8	4,98	9,02	22,9	76,6
	90	0,071	0,272	0,966	2,71	5,3	9,06	20,2	62,6
10°C	10	0,342	0,788	2,29	7,52	21,6	42,3	57,3	69,4
	20	0,271	0,579	1,2	3,27	11	36,2	91,5	154
	30	0,225	0,551	1,05	2,28	6,77	23,5	76,6	187
	50	0,16	0,486	1,05	1,9	4,26	13,2	46,7	155
	70	0,122	0,411	1,04	1,93	3,66	9,66	32,8	117
	90	0,097	0,348	0,996	2	3,54	8,14	25,7	92,4
0°C	10	0,424	1,3	4	9,25	14	16,6	19	26,4
	20	0,256	0,614	1,85	6,16	17,7	34,6	47	58,1
	30	0,219	0,469	1,17	3,73	12,7	36	69	95,2
	50	0,181	0,411	0,821	2,08	6,83	23,8	71	147
	70	0,151	0,39	0,763	1,61	4,64	16,1	55,5	153
	90	0,127	0,367	0,76	1,45	3,66	12,1	43,2	138

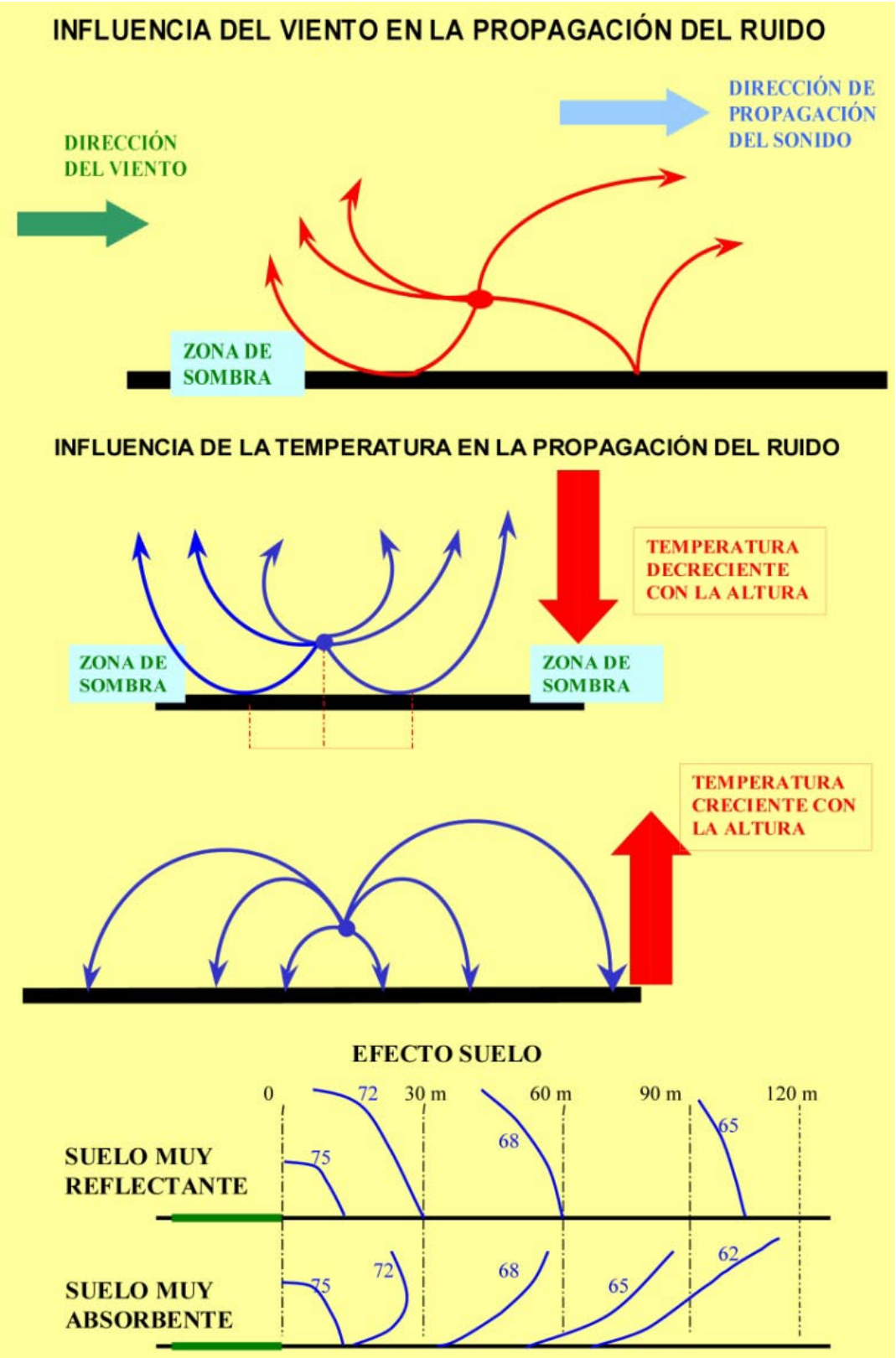
Taula 1 Valors del coeficient d'atenuació de Outdoor Sound Propagation (wikibooks).

Hi ha molt més factors que alteren el soroll en un punt degut a una font sonora com el vent, la temperatura, els obstacles o l'efecte sòl.

A mode d'exemple, en la Il·lustració 2 hi ha representades les alteracions del so al topar amb un obstacle i en la Il·lustració 3 hi ha els principals efectes que alteren al so que es propaga en un medi com l'atmosfera.



Il·lustració 2 Efectes dels obstacles en la propagació. "Conceptos básicos del ruido ambiental".



Il·lustració 3 Influències en la propagació. "Conceptos básicos del ruido ambiental".

Índexs per a l'avaluació del soroll ambiental.

Que un soroll sigui molest depèn de molts factors i els índexs a utilitzar han de poder resumir aquest factors, com l'energia sonora, el temps d'exposició, les característiques del so i del receptor, la seva activitat, les expectatives i la qualitat de vida.

No hi ha una unanimitat en quins són els índexs més vàlids, però ja hem vist que hi ha una legislació basada bàsicament en mesures.

El nivell de pressió sonora (SPL) s'anomena L_A mesurada en dB en A. Donat un període T, tenim L_{Amax}, L_{Amin} i el nivell de pressió sonora continua equivalent $L_{Aeq}(T)$:

$L_{Aeq}(T) = 10\log\left(\frac{1}{T}\right)\int_T \left(\frac{P}{P_0}\right)^2 dt = 10\log(\frac{1}{T})\sum 10^{L_i/10} t_i$ on t_i és el temps d'exposició a L_i.

Els nivells percentils L_N es defineixen com el nivell de soroll superat el N% dels temps, i està en desús per la gran quantitat de mostres que són necessàries.

El nivell d'exposició sonora (SEL) és el SPL d'un segon amb la mateixa energia que el soroll en T:

$SEL = 10\log\left(\frac{1}{T_0}\right)10^{L_i/10}\, t_i = L_{Aeq}(T) + 10\log(T/T_0)$ amb $T_0 = 1\ seg$.

La legislació defineix uns $L_{Aeq}(T)$ on T és el dia (L_{day}), la tarda ($L_{evening}$) i la nit (L_{night}). D'aquí n'extreuen el nivell sonor dia-tarda-nit (L_{den}) com a base de la legislació.

$$L_{den} = 10\log\left(\frac{12\cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4\cdot 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8\cdot 10^{\frac{L_{night}+10}{10}}}{24}\right)$$

Base cartogràfica

Centrem el TFC en la població de Molins de Rei. Disposa d'una autopista, una línia de tren i està influenciada per la línea de l'alta velocitat.

Origen de dades. Institut Cartogràfic de Catalunya

Entre tots els possibles orígens ens centrem en les dades proporcionades per l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC), ja que ens proporciona informació de la zona actualitzada, en el datum ETRS89 i podem escollir entre els formats DXF, DGN i SHP per l'emmagatzematge de dades vectorials, i SID per les dades raster.

Ens centrem en l'escala 1:25.000 en les dades vectorials en format SHP ja que disposa del detall suficient i necessari per poder establir els focus de soroll. Una escala més petita ens donaria un excés de detall. Descarreguem el full 72-31 editat el 2011-12, i el full 72-32 editat el 2011-12.

El ICC disposa d'una relació de documents associats a l'escala que són les especificacions tècniques, el diccionari i les especificacions per cada format.

Les especificacions tècniques de la base topogràfica de Catalunya 1:25.000 [3], on descriu les característiques tècniques generals de la base. Inclou el marc de referència, el model de dades, el contingut i les fonts d'informació, la qualitat, la distribució, la representació i les metadades.

[3] Especificacions tècniques BT-25M - V1 Revisió 2 - Juny 2011 - bt25mv10esp_02ca.pdf.

El diccionari de dades de la base topogràfica de Catalunya 1:25.000 [4], on es descriu com anomenen els objectes que modelen del món real i les seves característiques. Els conjunts d'informació que es detallen per a cada objecte són la nomenclatura, la geometria, els atributs, la classificació i el mètode d'obtenció, els criteris de selecció, les combinacions previstes d'atributs i les relacions establertes entre ells, i altres informacions d'interès.

Les especificacions per al format DGN/DXF/SHP de la base topogràfica de Catalunya 1:25.000 [5], on es descriuen les característiques tècniques de la implementació del model de dades, de la codificació de la base, i de l'organització i distribució de les dades segons el format.

Com a fons del projecte hi col·loquem una ortofotografia com a suport visual i estètic. Ens centrem en l'escala 1:5.000 de 50 cm/px i descarreguem els fulls del 286-123 al 286-126, i del full 285-123 al 285-126. Són fotografies del juny de 2013 en format SID.

El ICC disposa del document amb les especificacions tècniques de l'Ortofoto de Catalunya 1:5000 [6], on es descriuen les característiques tècniques generals del producte. El marc de referència, el contingut i les fonts d'informació, la qualitat, la distribució, la representació i les metadades.

Ho col·loquem tot estructurat en una carpeta GeoWorkspaceSound.

Creació del GeoWorkspace i definició del sistema de coordenades

Per definir el sistema de coordenades del TFC, utilitzem els establerts en la legislació que la documentació del ICC ens resumeix.

El sistema geodèsic de referència s'anomena ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989), establert com a oficial pel Reial Decret 1071/2007, constituït per l'el·lipsoide GRS80 (Geodetic Reference System 1980) fixat a la part estable de la placa continental eurasiàtica i consistent amb l'ITRS (International Terrestrial Reference System) a l'època 1989.0 i amb els actuals sistemes de posicionament per satèl·lit.

El sistema de representació plana és la projecció conforme Universal Transversa de Mercator (UTM). Aquesta projecció és coincident amb la que s'estableix com a reglamentària pel Reial Decret 1071/2007, que per a Catalunya és la projecció conforme ETRS-TM31 ja que Catalunya està inclosa en el fus 31.

Al engegar el Geomedia Profesional triem l'opció de crear un Geomedia nou utilitzant una plantilla i que triem la UTM31_ETRS89.gwt.

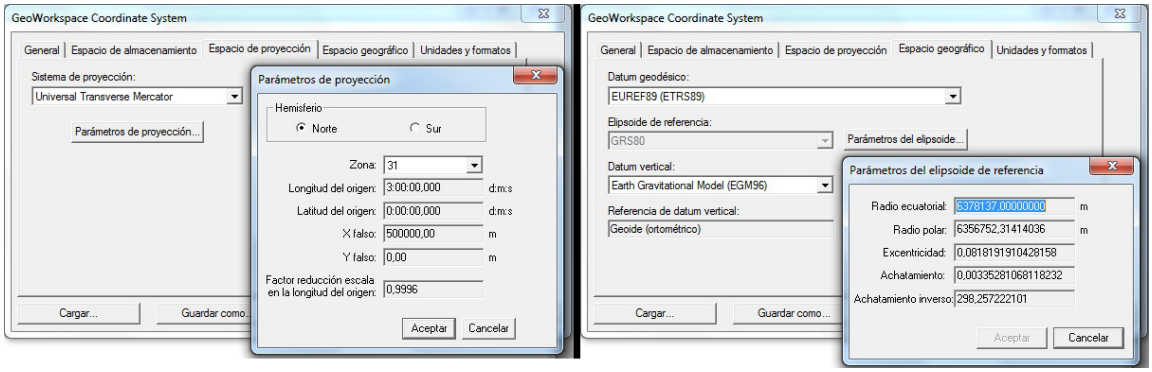
En l'opció "Ver" del menú hi ha l'opció "Sistema de coordenadas del GeoWorkspace" on comprovem que tenim els paràmetres del datum ETRS89 i del fus 31 en UTM, com es veu en la captura de pantalla de la Il·lustració 4.

---

[4] Diccionari de dades BT-25M - V1 Revisió 2 - Juny 2011 - bt25mv10dic_02ca.pdf.

[5] Especificacions per al format "MicroStation Design File v7" (DGN) BT-25M - V1 Revisió 2 Implementació de format 1 - Juny 2011 - bt25mv10sh0_02ca.pdf
Especificacions per al format "AutoCAD Drawing Exchange File" (DXF) BT-25M - V1 Revisió 2 Implementació de format 0 - Juny 2011 - bt25mv10dx0_02ca.pdf
Especificacions per al format "ESRI Shapefile" (SHP) BT-25M - V1 Revisió 2 Implementació de format 0 - Juny 2011 - bt25mv10sh0_02ca.pdf

[6] Especificacions tècniques OF-5M - V6 Revisió 1 - Setembre 2010 - of5mv60esp_01ca.pdf



Il·lustració 4 Paràmetres de coordenades establertes en el GeoWorkspace.

Guardem el GeoWorkspace amb el nom de GeoWorkspaceSound.gws.

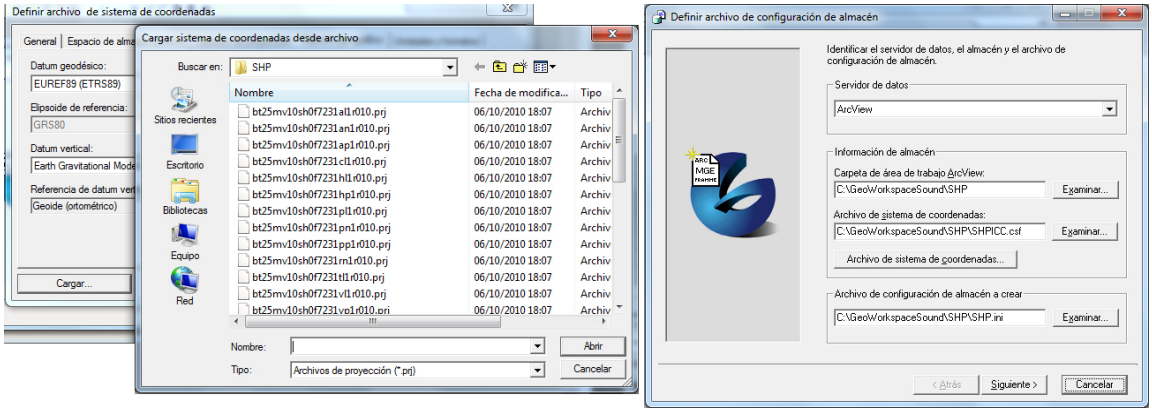
Creació de les connexions amb el magatzem ArcView

Les dades vectorials les tenim en format SHP, pel que hem de connectar a un magatzem ArcView.

Hem de disposar d'un arxiu de sistema de coordenades que definim amb la utilitat "Definir archivo de sistema de coordenadas", on importem un dels fitxers de projecció del directori SHP i ho guardem com SHPICC.csf.

El següent pas és crear un fitxer de configuració del magatzem .INI amb la utilitat corresponent.

El la captura de pantalla de la Il·lustració 5 podem veure els passos per poder crear els fitxers necessaris per a connectar el WorkSpace.



Il·lustració 5 Passos per definir una connexió a un magatzem ArcView. Creació del fitxer amb la definició del sistema de coordenades (.csf) i creació del fitxer amb els paràmetres de configuració de la connexió (.ini).

L'últim és establir la connexió amb l'opció "Conexión nueva" del menú "Almacén" i agreguem els elements mitjançant l'opció "Agregar entradas de leyenda" del menú "Leyenda".

Inserció d'imatges MrSid

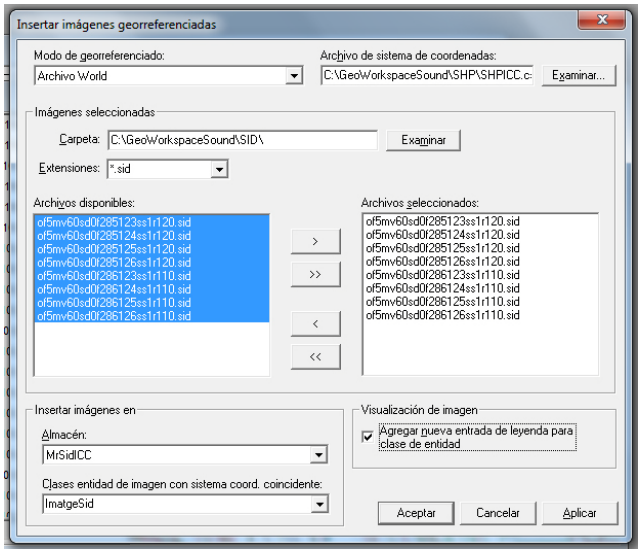
Abans d'inserir imatges, s'ha de determinar el magatzem correcte, la classe d'entitat i el mètode de col·locació.

Creem un magatzem nou des de l'opció "Almacén nuevo" del menú "Almacén". Es crea a partir de la plantilla normal.mdt, l'anomenem MrSidICC.mdb i el guardem en la carpeta SID.

Al fer la inserció, s'ha de definir el nom de la classe d'entitat de la imatge, i si l'entitat no

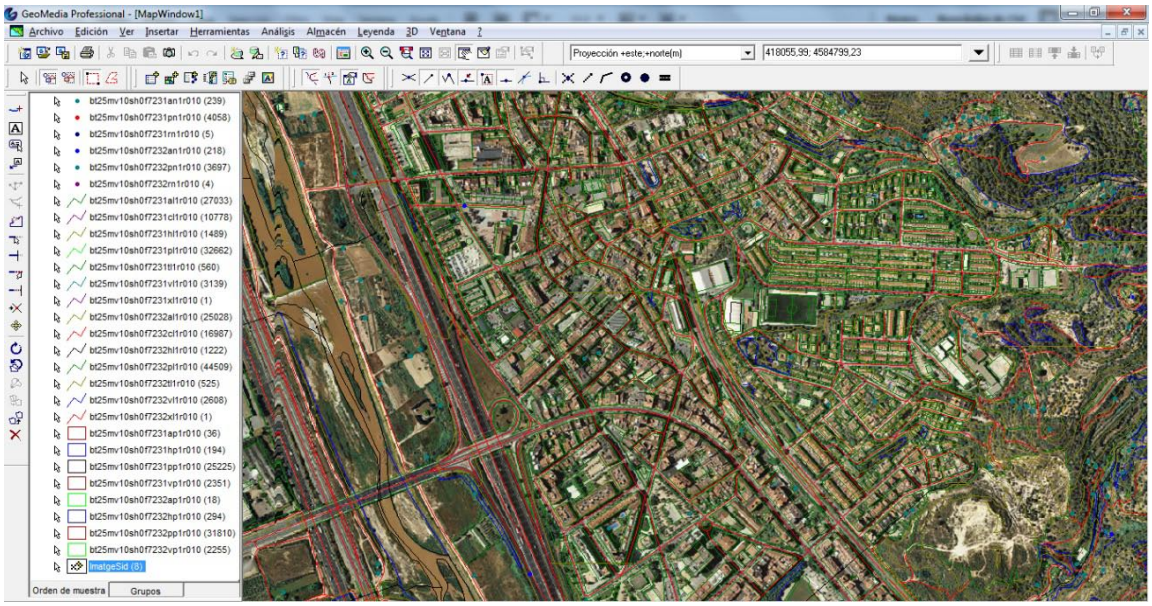
existeix, la crea automàticament. Aquest nom de la classe d'entitat és el nom de la taula en el magatzem en el qual es col·locarà la informació de les imatges especificades.

Amb els arxius MrSID, TIFF i JFIF (. Jpg) s'admeten els arxius de món associats (*. Sdw, *. Tfw, o *. Jgw). Aquests arxius de món, que l'ICC ens proporciona, contenen els sis paràmetres necessaris per definir una matriu que transformarà la imatge en la ubicació geogràfica desitjada d'un sistema de coordenades determinat. Com els arxius de món no contenen informació de sistema de coordenades utilitzarem l'arxiu de sistema de coordenades definit en la connexió amb el magatzem de dades SHP, tal com il·lustra la Il·lustració 6.



Il·lustració 6 Selecció de paràmetres per a la inserció d'imatges MrSID .

En aquest punt, tal com podem veure en la Il·lustració 7, disposem de les dades SIG que utilitzarem de base per desenvolupar el TFC.



Il·lustració 7 Imatge gràfica de les dades SIG disponibles per desenvolupar el TFC.

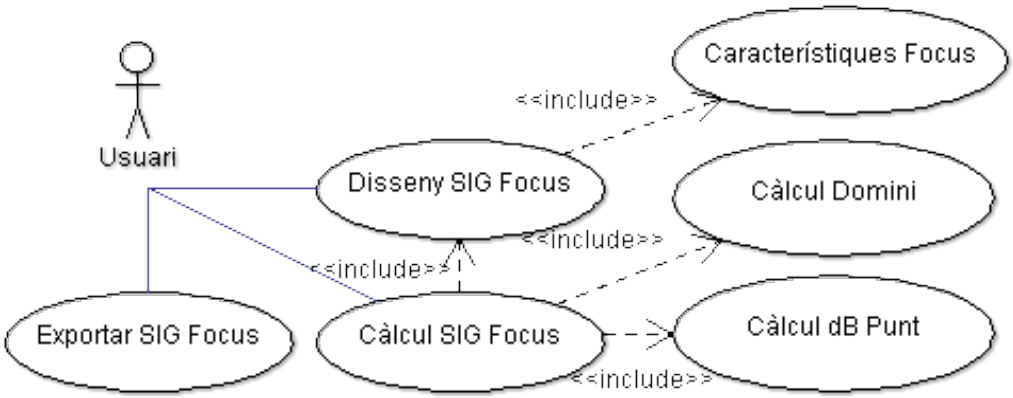
Capítol 4. Anàlisi funcional i disseny de l'aplicació.

En aquest punt definim els casos d'ús de l'aplicació, les dades que utilitzarem i els algoritmes a desenvolupar. També deixem esbossada la interfície que utilitzaran els actors per executar l'aplicació.

Casos d'ús

Considerem un únic actor, pel que no suposem diferències entre els possibles usuaris que utilitzen l'aplicació.

Aquest actor té tres possibles casos d'ús que inclouen tres casos d'ús vinculats com plasmem en la Il·lustració 8.



Il·lustració 8 Diagrama dels casos d'ús.

Disseny SIG Focus: Cas d'ús on establim els focus d'emissió sonora com elements del SIG.

Característiques Focus: Cas d'ús on establim les característiques sonores dels focus d'emissió i ho incloem en l'ús Disseny SIG Focus ja que, com a SIG, formen part de l'element.

Càlcul SIG Focus: És l'ús que calcula la pressió sonora en cada punt segons els focus donats.

Càlcul Domini: És l'ús que determina els punts que són afectats per la font sonora donada.

Càlcul dB Punt: És l'ús que ens determina el valor en dB en un punt d'una font donada.

Exportar SIG Focus: És l'ús que ens permet visualitzar, entre d'altres, les dades obtingudes.

Model de dades

En aquest punt plantegem les necessitats i els tipus de dades.

Ens centrarem en una base de dades exclusiva per a les dades introduïdes i calculades pel comandament que dissenyem en el TFC, pel que creem una connexió que anomenem SoundMap, a un Access dissenyat segons les especificacions relacionades, que anomenem SoundMap.mdb.

Tindrem quatre grups de dades, dos pels focus sonors (SoundPointFocus i SoundLineFocus), un per les dades resultants (PointPressure) i un últim amb les dades intermèdies dels valors de pressió dels punts (TempPointsPressures) relacionat molts a un amb les dades resultants.

Focus i Tipus de Focus

Representen les característiques físiques del elements emissors del so que tindrem definits

com a punt o línea. D'ells ens interessa la potència d'emissió i el tipus de focus.

Els índex per a l'avaluació del soroll ambiental ens defineixen els nivells SEL de dia (L_{day}), de tarda ($L_{evening}$) i de nit (L_{night}), pel que hem de poder disposar del valor de la potència en cada un dels períodes.

La legislació ens defineix una classificació dels emissors acústics a efectes legals que utilitzarem per classificar els tipus de focus: vehicles automòbils, ferrocarrils, aeronaus, infraestructures viàries, infraestructures ferroviàries, infraestructures aeroportuàries, maquinària i equips, obres de construcció d'edificis i d'enginyeria civil, activitats industrials, activitats comercials, activitats esportiu recreatives i de lleure, i infraestructures portuàries.

L'atenuació del soroll que està relacionada amb la font emissora, depèn de la geometria o tipus de propagació que pot ser esfèrica o cilíndrica, i de la freqüència del so, o el coeficient d'absorció atmosfèrica.

Creem dos "Clases de entidad", una amb una geometria de punt anomenada PointFocus i l'altre amb una geometria lineal anomenada LineFocus.

Qualsevol altre focus de soroll a l'atmosfera por ser representat per una combinació dels focus definits.

Les dues entitats tindran les dades associades:

Nom del camp	Tipus	Descripció
idSoundFocus	AutoNum	Clau per indexar els focus
focusType	Integer	Identificador del tipus de focus
dBDay	Double	Pressió sonora mitja pel dia
dBEvening	Double	Pressió sonora mitja per la tarda
dBNight	Double	Pressió sonora mitja per la nit
soundHz	Double	Freqüència dominant del so
attenuationCoeff	Double	Coeficient d'atenuació del so a l'atmosfera

Punts mesurats resultants

Per cada punt de la superfície volem conèixer la pressió sonora o els índex d'avaluació, en un període o períodes determinats, això ens donarà un raster amb els valors resultants que visualitzarem.

Per cada punt hem de guardar la pressió sonora per cada període i tipus de focus. Aquestes dades les guardarem de forma indexada de forma que un registre tingui el punt, el tipus de focus i els tres valors per període.

Per poder establir els punts en la superfície i al faltar l'opció de treballar amb un raster, treballarem amb una malla definida per geometries tipus rectangle pel que creem una "Clase de entidad" amb una geometria d'àrea. Crearem automàticament la malla amb rectangles de mida establerta que generarem per anar cobrint la superfície segons la necessitat de ser valorada. L'anomenem PointPressure.

Contindrà un identificador (idPointPressure) que ens permetrà localitzar les dades d'aquest punt, un camp valor (valuePointPressure) que ens permetrà la composició dels mapes temàtics segons el valor que vulguem calcular, i els tres valors (dBDay, dBEvening, dBNight) de pressió

del punt segons període.

Les dades associades seran:

Nom del camp	Tipus	Descripció
idPointPressure	AutoNum	Clau per indexar el punt
valuePointPressure	Double	Pressió sonora calculada
dBDay	Double	Pressió sonora mitja pel dia
dBEvening	Double	Pressió sonora mitja per la tarda
dBNight	Double	Pressió sonora mitja per la nit

Dades dels valors de pressió dels punts

Cada focus és d'un tipus de so i té fins a tres períodes de generació sonora, i cada punt és afectat per una quantitat de focus indeterminada.

Recopilem totes les dades en una "Clase de entidad" que anomenem TempPointsPressures sense geometria associada, però relacionada amb la malla de PointPressure.

Les dades associades seran:

Nom del camp	Tipus	Descripció
idTempPointsPressures	AutoNum	Clau per indexar el valor
idPointPressure	Long Integer	Índex del punt de les dades
focusType	Integer	Identificador del tipus de focus
soundTime	Text	Identificador del període: dBDay, dBEvening o dBNight
valuePointPressure	Double	Valor de la pressió sonora

De forma que podem compondre la taula agrupada:

		focusType →	Suma logarítmica (focusType)
idPointPressure	soundTime	Max(valuePointPressure)	Valor de la Pressió Sonora

Hem de tenir en compte que els valors són dB i per tant han de ser operats com a valors logarítmics.

Aquestes dades són les que hem de col·locar en la taula de punts mesurats resultants.

Descripció dels algoritmes

El projecte s'estructura sobre dos algoritmes.

Càlcul dels valors dels punts

Per cada element focus de soroll hem de calcular la seva contribució a la pressió sonora a cada un dels punts del nostre SIG.

En tot moment considerem el soroll com una transmissió d'energia, que es dissipa i és absorbida per l'atmosfera. Per això, aquest algoritme considera la pressió sonora depenent de la distància a l'emissor i del coeficient d'absorció atmosfèric.

Per realitzar el càlcul hem de tenir en compte varies simplificacions i ajudar-nos de taules de

valors empírics pels coeficients.

Quan un punt ja estigui alterat pel mateix tipus de font triarem la que més afecta, ja que parlem d'afectacions per pressions sonores mitges en un període de temps. Un generador de soroll pot ser part de diferents fonts de soroll en temps diferents, com en el cas d'un cotxe, pel que no té sentit sumar les aportacions del mateix tipus de font.

En un pseudo-codi l'algoritme seria:

```
Calcular la distància màxima d'afectació del focus sonor.
Calcular la capsa contenidora del focus emissor i engrandir-la amb la distància anterior.
Per cada punt de la capsa.
    Calcular la distància a la font.
    Calcular el nivell de dB del punt degut a la font.
    Guardar el valor pel tipus de font.
Fi per.
```

Càlcul dels valors resultants

Disposem d'una taula amb una relació de punts amb el seus valors per cada font.
L'objectiu és quedar-nos amb el valors màxims del valors de cada punt i tipus de font.
En pseudo-codi l'algoritme seria:

```
Per cada triplet (punt, valor, tipus de font)
    Si el punt ja està afectat pel mateix tipus de font.
        Actualitzar amb el màxim (valors comparats, valors emmagatzemat)
    En cas contrari.
        Emmagatzemat valor
    Fi si.
```

Quan disposem dels valors màxims sumarem logarítmicament els valors de forma que per cada punt disposem del valors resultants de totes les fonts sonores que actuen sobre el punt.

Treballar amb una taula agrupada ens permetrà tenir tres valors per cada punt de la superfície.

Si el resultat que volem obtenir és una funció dels valors que obtenim, podem aplicar-la per cada punt de la superfície i emmagatzemar-ne el resultat en el camp disponible l'efecte.

Interfície d'usuari

L'usuari interactua amb tres casos d'us.

Els casos de "Disseny SIG Focus" i "Exportar SIG Focus" l'usuari actua amb les interfícies proporcionades pel programa Geomedia Profesional.

En el "Disseny SIG Focus" definim els focus sonors i les seves característiques segons "Clases de entidad" que tenim definides.

En l'"Exportar SIG Focus" tenim tres valors per cada punt que hem de processar segons les nostres necessitats i fer-ne la presentació, segurament amb una llegenda temàtica.

En el cas d'us "Càlcul SIG Focus" l'usuari processa les dades amb la interfície programada en Visual Basic.

Per poder executar aquest últim procés necessitarem informar de la localització de les dades, de la mida que volem la malla que deixarem a 10 m per defecte.

L'atenuació del so d'un focus lineal és del tipus $A_s = 8 + 10 \log r$, pel que a 10 metres tenim una disminució de 18 dB, a 100 metres 28 dB, i necessitem 1.000 km per atenuar 98 dB, que és

el so de l'AVE, sense considerar altres atenuants.

Hem de poder informar del radi al que considerem el so extingit o sense efecte, pel que tindrem un radi màxim que establim en 1.000 m per defecte.

També hem de tenir un botó d'execució, un botó per tancar el formulari, i hem de poder rebre informació del procés per poder seguir-lo en temps real.

Dissenys de classes

L'estructura del programa Geomedia està basada en classes, de forma que totes les connexions a dades, elements geomètrics, operacions i altres són classes que utilitzarem en una programació clàssica del procediment.

L'única classe que considerem és la que ens representarà el focus sonors.

Classe classFocusSound

És la classe que ens permetrà caracteritzar els focus sonors, tant els seus paràmetres com el seu comportament.

Constructor: Donada la geometria com conjunt de dades, establim la geometria gràfica, detectem el tipus de focus, calculem les coordenades de la capsa contenidora i inicialitzem els valors.

rightClass: Ens indica si el constructor ha tingut èxit.

getX, **getY**: Ens donen respectivament la coordenada X, Y del punt de la geometria indicat.

getXmin, **getXmax**, **getYmin**, **getYmax**: Ens donen respectivament les coordenades de la capsa contenidora.

countPoints: Ens dóna la quantitat de punts que te la geometria gràfica.

getDistance: Ens dóna la distància al punt del pla que estem avaluant.

getdBPointDay, **getdBPointEvening**, **getdBPointdBNight**: Ens donen respectivament el valor de la pressió sonora dels períodes day, evening, night en el punt del pla que estem avaluant.

getRadius: Ens dóna la distància a la que la pressió sonora és nul·la.

setPoint: Estableix el punt del pla que avaluem, estableix la distància a la geometria i calcula l'atenuació que suporta.

setDbValues: Estableix la potència sonora de la font en els períodes day, evening, night.

setFrequency: Estableix la freqüència característica de la font. Pot ser utilitzat per determinar el coeficient d'atenuació atmosfèrica però únicament programarem el coeficient. La classe ha de recollir el valor per que el tingui disponible.

setAttenuationCoef: Estableix el coeficient d'atenuació atmosfèrica i calcula la distància a la que la pressió sonora és nul·la.

attenuationCalculator: Procediment privat que ens calcula l'atenuació a una distància donada.

distanceCalculator: Procediment privat que ens calcula la distància del punt del pla que estem avaluant a la geometria.

Capítol 5. Construcció del sistema

El primer pas és inicialitzar l'entorn de programació. Desprès s'ha de crear el formulari i la classe.

En tot el procediment considerem el seu us per usuaris avançats pel que els controls d'errors induïts per dades incorrectes els reduïm al mínim.

Preparació de l'entorn de programació

El nostre objectiu és programar una comanda personalitzada per poder calcular les pressions sonores. Aquesta comanda consta d'una llibreria (dll) programada en Visual Basic .Net. Als efectes Geomedia disposa d'un assistent que ens configura una base per poder desenvolupar la programació. Aquest assistent l'instal·lem en el Microsoft Visual Studio 2008.

Seguim l'ajuda "Temas de ayuda del Asistente para comandos de GeoMedia Professional" [7].

Per poder disposar de l'assistent en VB.Net cal tenir-lo instal·lat abans d'instal·lar GeoMedia perquè l'Auxiliar de comandaments i els seus components siguin registrats i estiguin disponibles. Com ja s'ha comentat en el capítol 2, i és el nostre cas, si instal·lem VB.Net després d'instal·lar el producte, s'ha d'executar regGM.exe per registrar l'Auxiliar de comandaments i els seus components.

El següent pas és crear un projecte VB.Net utilitzant l'assistent. Aquest ens generarà un mòdul de classe, una rutina principal i opcionalment un formulari, que ens permetran disposar de les funcionalitats que ofereix GeoMedia.

En el menú de "Herramientas" del Visual Studio 2008 tenim l'opció d'"Administrador de complementos", on seleccionarem el complement "GeoMedia Command Wizard".

Un cop fet aquest pas, en el menú de "Herraminetas" tindrem l'opció de "GeoMedia Command Wizard", que ens inicialitzarà l'assistent.

En el primer pas ens demana el nom de l'empresa, el llenguatge de programació, i si volem crear, editar o esborrar una comandament. En el segon ens demana el nom del projecte i la ubicació. Desprès ens demana els noms del comandament. Si volem una imatge per la barra d'eines. Si volem l'aplicació modal o no. Si volem un formulari, el seu nom i la seva posició. També ens demana les accions de GeoMedia que volem controlar. En el nostre cas tenim:

```
Creating a modal command.Calcula Pressio
Description:Calcula la pressió sonora segons els focus donats.
Tooltip:Calcula Pressio
Project Location:
 + c:\TFCCom\TFCCommand.vbproj
 + c:\TFCCom\CalcPresure.vb
 + c:\TFCCom\modCalcPresure.vb
 + Bitmap not defined
 + c:\TFCCom\frmCalcPresure.vb
 + Form centered on screen
View Listener Features
 + Not a Map View Listener
Command Enabling Conditions
 + No enabling conditions
```

Per poder executar la llibreria, aquesta ha d'estar registrada i per registrar-la disposem de dos

[7] "GeoMedia Professional Command Wizard Help". Intergraph Corporation 1998-2011.

executables: InstallAppCmd.exe si volem tenir-ho a disposició de tots els usuaris, i InstallUsrCmd per que estigui a disposició d'un usuari específic.

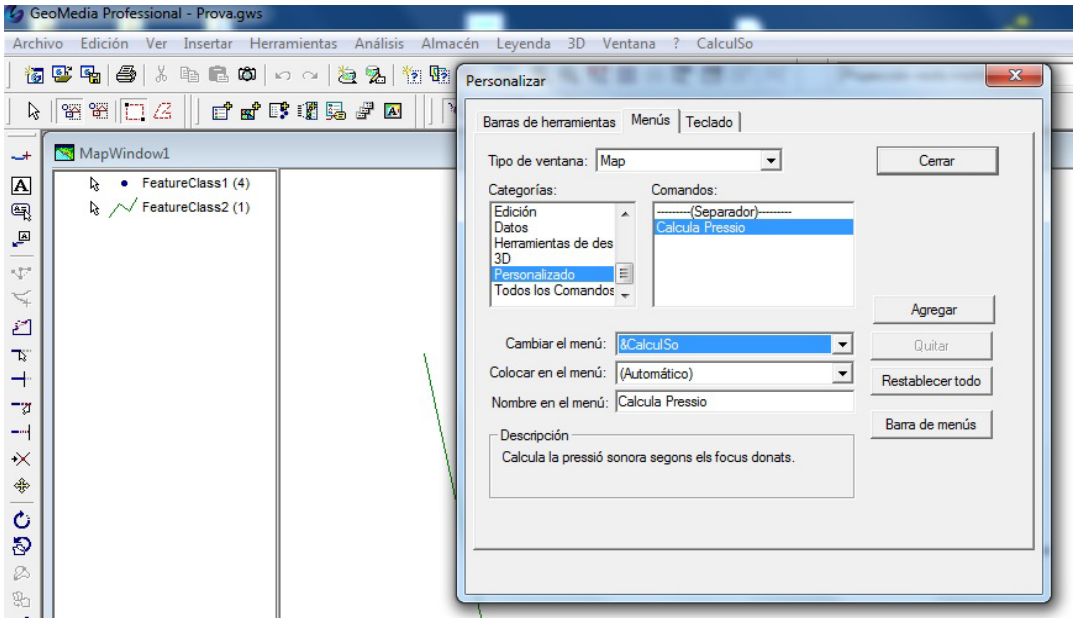
Els dos registres necessiten d'un fitxer de configuració complementari, .ini per InstallUsrCmd i .xml per InstallAppCmd. Ambdós, l'assistent els genera en la carpeta bin del projecte Vb.

El tipus de registre que realitzaran els executables depèn del tipus de codificació. En el nostre cas, que programem en .Net, utilitzarà la utilitat regasm de .Net framework 2.0.

Inicialment, per poder treballar amb el depurador, utilitzem la comanda:

```
"C:\Program Files\GeoMedia Professional\Program\InstallAppCmd" /cmdset
CalcPresure /loc C:\TFCCom\bin /dll C:\TFCCom\bin\Debug
```

L'últim pas que esta recollit en la Il·lustració 9, és afegir el comandament a la barra del GeoMedia amb l'opció "personalizar" del menú "herramientas". Per fer-ho creem un nou menú i hi afegim el comandament.



Il·lustració 9 Inserció de la comanda programada al menú de GeoMedia.

Per que funcioni correctament l'entorn de programació, desactivem el "control de cuentas de usuario" de la seguretat del "panel de control" de Windows que controla els canvis del sistema i diferencia les localitzacions per usuari. Això ens provoca la pèrdua de llicència al canviar la ruta de "Common files" perquè Geomedia en comptes de buscar el fitxer de llicències en la carpeta "C:\Users\<user>\AppData\Local\VirtualStore\Program Files\Common Files\Intergraph\Ingr_licenses" la busca en la carpeta "C:\Program Files\Common Files\Intergraph\Ingr_licenses". Per recuperar-la copiem els fitxers de la llicència en la nova ubicació.

També hem d'associar Geomedia al projecte Vb.Net mitjançant la notificació del valor "C:\Program Files\GeoMedia Professional\Program\GeoMedia.exe" del "Programa externo de inicio" en "Depurar" de l'opció "Propiedades de ..." del menú "Proyecto".

Formulari frmCalcPresure

El formulari incorpora un ComboBox que ens permetrà triar de les connexions del workspace, la connexió a les dades que volem processar. Dos TextBox amb la mida de la malla i el valor

màxim del radi a calcular.

Tenim quatre Label, dels que dos són merament informatius i dos ens permeten monitoritzar l'execució amb el procés writeLabel que els reescriu.

Tenim dos Button un per executar i l'altre per ocultar el formulari.

frmCalcPresure_Load

Al inicialitzar el formulari, capturem l'aplicació amb GetObject, el workspace amb la propietat Document i les seves connexions a dades amb la col·lecció Connections, que introduïm al ComboBox perquè l'usuari tingui disponibles totes les connexions per triar-ne la de les dades a processar.

cmdCalculate_Click

L'execució de l'aplicació realitza una eliminació de les dades calculades amb anterioritat amb el procés cleanTables, processarà els focus sonors amb el procés setGridPoints, processarà les dades resultants amb el procés putPointPressureValues i actualitzarà la vista de la finestra del mapa amb el procés viewRefresh, ja que tot el procés és no gràfic i la finestra no actualitza els canvis de dades automàticament.

viewRefresh

El procediment actualitza les dades de la finestra del mapa mitjançant la recàrrega de les dades de la llegenda del mapa i actualitzant la vista.

cleanTables

El procediment és del tipus "Delete * from taula" i "Update taula Set camps = valors" per eliminar les dades de processos anteriors, però no aconseguim executar una comanda Sql i hem de recórrer tots el registres.

Recorrem la taula TempPointsPressures borrant tots els registres.

Recorrem la taula PointPressure col·locant els camps dBDay, dBEvening i dBNight a cero. L'eliminació suposaria eliminar la quadrícula, que s'ha de fer des de la pantalla del mapa.

squareCreate

El procediment crea una figura geomètrica de forma quadrada centrada en un punt donat d'una mida donada.

Com que ens interessa la seva forma numèrica, convertim la geometria i l'emmagatzemem en la taula donada. D'aquesta forma no retornem una geometria, si no la posició de la geometria en la taula.

giveRecordset

El tipus de base de dades que gestionem en un SIG, i el particular Geomedia (GDataBase) és lleugerament diferent pel fet de que permet emmagatzemar dades geomètriques (GRecordset) i disposa de filtres espacials mitjançant operadors espacials:

- gdbEntirelyContains: Cada punt de la geometria emmagatzemada està totalment contingut pel tancament de la geometria donada.
- gdbEntirelyContainedBy: Cada punt de la geometria donada és contingut pel tancament de la geometria emmagatzemada .
- gdbTouches: Almenys un punt de tancament de la geometria emmagatzemada és igual a un punt de tancament de la geometria donada.

- gdbNotTouches: Cap punt de tancament de la geometria emmagatzemada és diferent a qualsevol punt del tancament de la geometria donada.
- gdbContains: Cada punt de la geometria emmagatzemada és contingut pel tancament de la geometria donada.

Geomedia proporciona un mètode de connexió abreviada creant un objecte OriginatingPipe a través del mètode CreateOriginatingPipe l'objecte Connection.

La funció està muntada sobre aquest mètode de forma que donada la connexió, el nom de la taula amb la geometria en el camp Geometry, ens retorna el grecorset amb les dades de la taula.

Opcionalment configurem l'opció de muntar un filtre espacial, de forma que donada una geometria en format numèric i un operador, ens retorni el grecorset filtrat.

setGridPoints

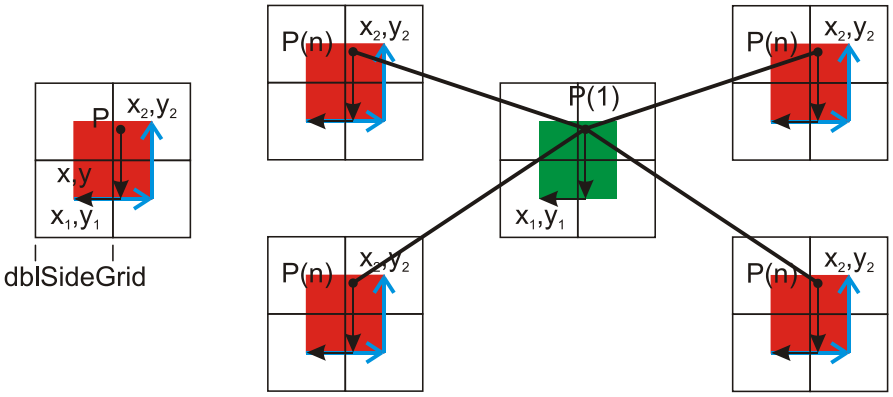
Donats el nom de la taula de focus sonors i la connexió a les dades, estableix els punts afectats i els valors d'afectació.

El primer és obtenir el grecordset dels focus amb la funció giveRecordset, i per cada focus amb la geometria en format numèric muntem l'objecte associat a cada focus amb tots els paràmetres, i obtenim el radi màxim d'afectació del focus.

Amb el radi i les dades de la capsa contenidora de la geometria muntem els intervals on ens mourem per crear la malla.

La mida de la malla ens condiciona l'arrodoniment de les coordenades del punt, del salt entre les cel·les i com la recorrem, ja que volem assegurar que la geometria queda coberta per la malla.

Tal com veiem en la Il·lustració 10, l'arrodoniment fa que les cel·les dels límits màxims de la capsa contenidora han de ser augmentades una vegada el valor de la malla per assegurar-nos la cobertura de la geometria.



Il·lustració 10 Efecte de l'arrodoniment de les coordenades i condicions de la malla per a cobrir la geometria.

El recorregut el muntem de centre a centre dels quadrats que formen la malla.

Per cada centre mirem si ja tenim la cèl·lula quadrada creada, pel que obrim un grecordset filtrat de forma que el punt toqui la geometria emmagatzemada.

En comptes de buscar l'operador toca es va intentar l'operador contingut, però no va retornar els resultats esperats.

Si el grecordset retornat esta buit creem el quadrat. Amb l'identificador del registre creat o del retornat, omplim la taula TempPointsPressures on recollim els valors que afecten als punts.

putPointPressureValues

En aquest procediment obrim la grecordset en forma de taula pivotant, de forma que per cada punt i període tinguem la pressió màxima de cada tipus de so.

Al no poder fer una cerca (find o seek) en un grecordset, optem per recórrer les taules de forma ordenada, de manera que quan tinguem coincidència d'identificador de punt mallat de la taula pivotant i la taula de punts, col·loquem el valor de la pressió del punt com a suma logarítmica dels valors de la taula pivotant.

Hem de portar un control d'índex de forma que avancin paral·lelament buscant el registre següent de la taula que tingui l'índex menor fins que coincideixen.

Classe classFocusSound

El constructor tria una de dues opcions entre els tipus de geometria convertida des del format numèric: Una OrientedPointGeometry, pel que afegim el punt a la PolylineGeometry de la classe. O una PolylineGeometry que associarem a la classe.

Recorrerà tots els punts de la PolylineGeometry per localitzar les coordenades màximes i mínimes, i inicialitzarà els valors.

Creem les propietats segons el descrit en el disseny.

setAttenuationCoef

Al establir el coeficient d'atenuació atmosfèrica calculem el radi d'afectació.

Per fer-ho hem de resoldre l'equació: $L_w = k_1 \log_{10} r + k_2 + \alpha r$ on k_1i k_2 depenent del tipus de font, r la distància del punt al focus, α el coeficient d'atenuació atmosfèrica i L_w la potència sonora de la font, que triarem la màxima de les tres que tenim per cada període.

Per poder trobar la solució ho intentem iterant amb una aproximació logarítmica, però en alguns casos la convergència oscil·la, pel que implementem una iteració amb aproximació lineal, que al estar acotada per la pròpia equació ens assegura la convergència de la iteració.

Busquem $f(x) = k_1 \log_{10} x + k_2 + \alpha x = L_w$ aproximat per $ax + b = y$.

Avaluem en x_1 i en x_2 de forma que $ax_1 + b = y_1 = f(x_1)$ i $ax_2 + b = y_2 = f(x_2)$ del que obtenim $a = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$ i $b = \frac{y_1 x_2 - y_2 x_1}{x_2 - x_1}$.

Per l'altre costat volem que $ax_{aprox} + b = L_w$ pel que $x_{aprox} = \frac{x_2(L_w - y_1) - x_1(L_w - y_2)}{y_2 - y_1}$.

Si $f(x_{aprox}) = L_w$ ja ho tenim. En cas contrari hi tornem amb $x_2 = x_{aprox}$.

attenuationCalculator

Per calcular l'atenuació hem de tornar a identificar el tipus de focus.

distanceCalculator

Per calcular la distància de la geometria al punt ens servim del servei DistanceService que ens dóna la distància entre geometries en el seu format numèric.

Modificacions per millorar el rendiment

Combinar entitats

El rendiment de l'aplicació és molt baix ja que per cada focus hem de recórrer totes les cel·les del radi d'acció, que pot ser molt gran, mirar si existeixen, i crear-les si no existeixen.

Geomedia ens permet combinar geometries, de forma que podem tractar diversos focus de so del mateix tipus com un de sol.

Això no afecta a la operativa, doncs sempre ens quedem amb el valor que més afecta un punt per tipus de focus.

Per poder fer aquest canvi hem d'evolucionar la classe classFocusSound per que accepti col·leccions de PolylineGeometry, i recorri les PolylineGeometry's i els seus punts.

Acotació de l'àrea de càlcul

Un altre inconvenient és el fet de tenir que gastar recursos en una àrea de la superfície de la que no ens interessen els valors, però que calculem al estar dins del radi d'acció d'un focus.

Per estalviar-nos-ho, incloem uns valors màxims i mínims de les coordenades que ens definiran la nostra àrea de treball.

Això no afecta a l'operativa, doncs el valor en un punt depèn de la distància al focus, i d'aquesta manera prescindim dels punts però no dels focus.

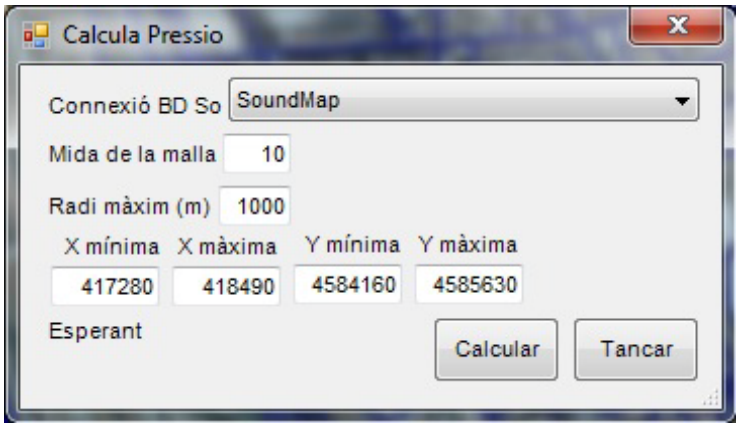
Càlcul de L_{den}: LdenCalculate

L_{den} és un índex molt utilitzat i de càlcul relativament elaborat per fer-lo en una consulta d'anàlisi de dades, pel que creem el procediment LdenCalculate que ens el calcula i el desa en valuePointPressure de la taula PointPressure.

Això no afecta a l'operativa, doncs el valor valuePointPressure està dissenyat per poder ser omplert segons les necessitats del projecte que estem elaborant, pel que podem seguir disposant-ne a voluntat encara que el valor inicial no sigui nul.

Interfície d'usuari final

L' interfície d'usuari final amb totes les modificacions per millorar el rendiment incorporades queda com en la Il·lustració 11.



Il·lustració 11 Interfície d'usuari final.

Capítol 6. Testos i resultats

Testos concloents

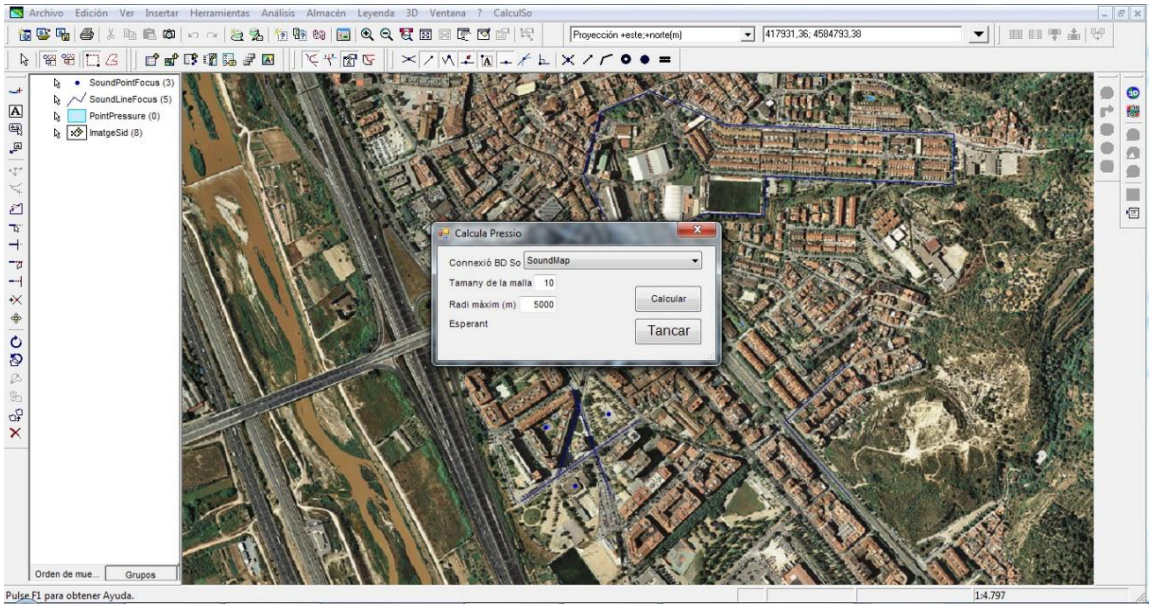
Durant tota la programació s'ha estat provant la funcionalitat dels mètodes i de les funcions, de forma que els errors detectats s'han pogut anar arreglant a cada pas.

Com a test final hem definit un test amb totes les possibles incongruències. Hem definit tres focus puntuals i tres lineals, de dos tipus diferents que interactuen entre ells.

També hem inclòs un focus lineal de dos segments rectes i un amb una línea closa. Són dos tipus de focus que no havíem previst, però que Geomedia ens permet definir.

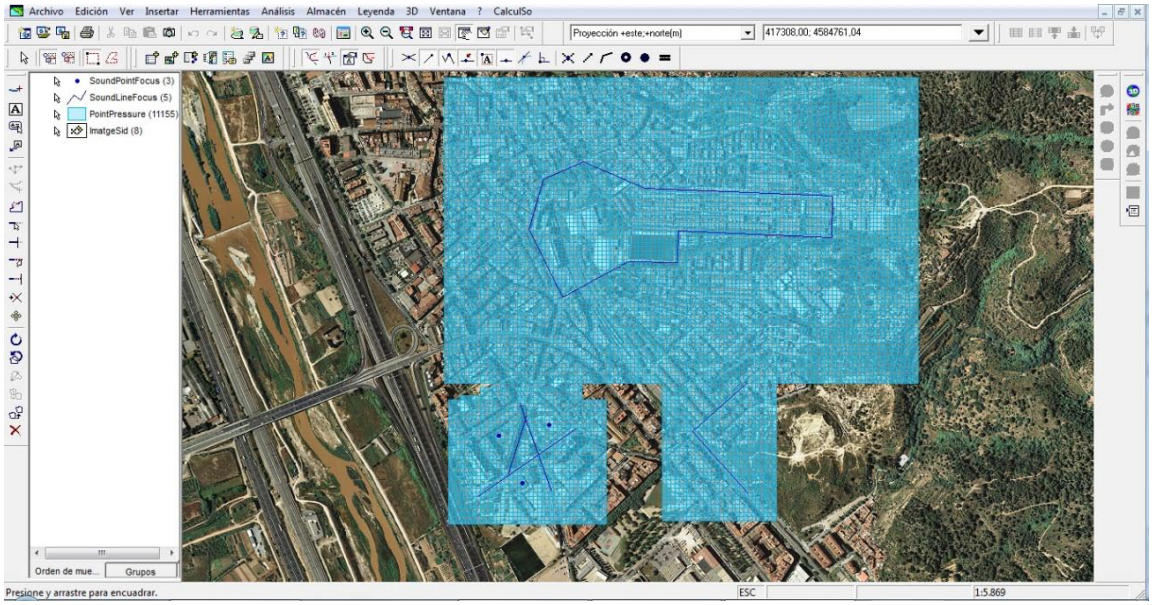
Considerar aquestes últimes geometries ens ha portat a reescriure part del codi per resseguir tots els punts de les PolylineGeometry per extreure'n les propietats, ja que inicialment consideràvem únicament el punt inicial i el final, i això ens induïa errors.

En la Il·lustració 12 tenim la captura de pantalla amb els focus definits amb dades no reals, però triades per calcular la bondat de l'aplicació, i la primera versió de la interfície d'usuari.



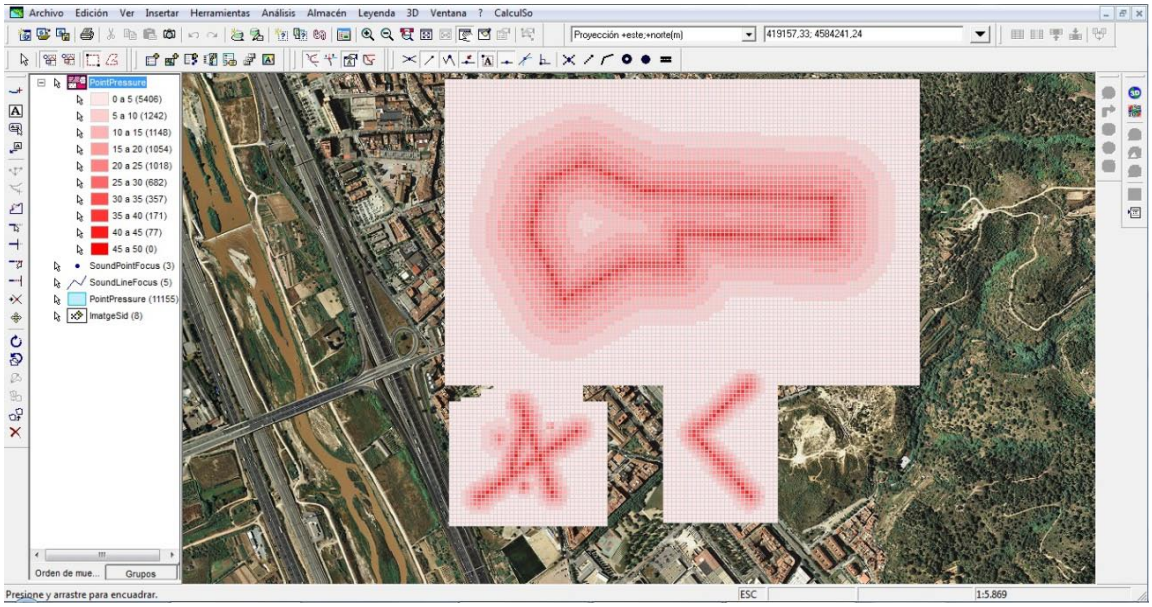
Il·lustració 12 Focus definits i formulari activat per a la seva execució.

Un cop executada l'aplicació, com recull la Il·lustració 13, obtenim una graella coherent i que cobreix tots els focus fins a un radi que depèn del focus.



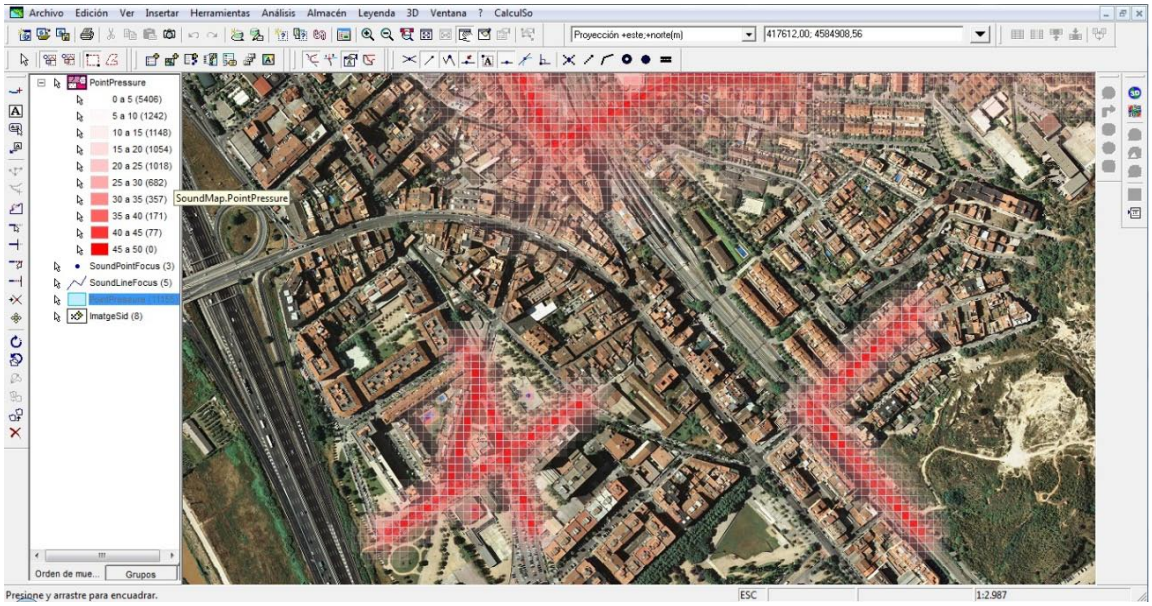
Il·lustració 13 Resultat de l'execució de la aplicació.

Per tenir una visió general del resultat muntem un el mapa temàtic amb el valor de dBDay i sense transparències. N'obtenim la Il·lustració 14 on podem veure que el so disminueix de pressió a mida que ens allunyem de la font .



Il·lustració 14 Mapa temàtic amb les dades de dbDay.

Si ajustem les transparències i ocultem la malla, podem fer-lo estèticament més atractiu i ens permet veure amb més claredat els punt d'afectació com es veu en la Il·lustració 15.



Il·lustració 15 Mapa temàtic amb les dades de dbDay amb les transparències ajustades.

Els resultats són satisfactoris, pel que donem el test per superat.

Manual d'ús

Aquestes instruccions són per poder utilitzar el comandament que s'ha programat.

Suposem que es disposa del programa Geomedia Profesional [8] i la llibreria Microsoft .Net Framework 2.0 [9] de Microsoft instal·lat en un sistema Microsoft Windows [10].

Contingut

En la carpeta Access hi ha el fitxer Access buit preparat amb tota l'estructura per poder ser processat pel comandament. És recomanable tractar-lo com a plantilla.

En la carpeta Dll hi ha tots els fitxers necessaris per a la instal·lació de la llibreria.

En la carpeta SHP hi ha els fitxers de dades vectorials en format SHP, i els fitxers necessaris per a connectar amb geomedia: el csf amb els sistema de coordenades i el ini amb la configuració del magatzem.

En la carpeta SID hi ha els fitxers raster del format SID, i el fitxer mdb que fa les funcions de servidor raster en la connexió amb Geomedia.

En la carpeta TFCCom hi ha els fitxers del projecte de programació en Visual Studio 2008.

En l'arrel hi ha la memòria i el pla de treball en format pdf, i els fitxers de dos worksets: el SoundMapV1 amb les proves finals i el GeoWorkspaceSound on desenvolupem el projecte pràctic .

Instal·lació de la llibreria

Si volem la instal·lació per a un usuari determinat utilitzeu InstallUsrCmd.

[8] http://geospatial.intergraph.com/products/GeoMedia/Details.aspx
[9] http://www.microsoft.com/net
[10] http://windows.microsoft.com/es-es/windows/home

Per poder ser utilitzat per tots els usuaris utilitzarem InstallAppCmd. Suposant que tenim el contingut de la carpeta Dll en la carpeta C:\GeoWorkspaceSound\Dll, executarem des d'una finestra de comandament:

```
 "C:\Program Files\GeoMedia Professional\Program\InstallAppCmd"
/cmdset CalcPresure /loc C:\GeoWorkspaceSound\Dll /dll
C:\GeoWorkspaceSound\Dll
```

En el programa Geomedia, amb una finestra de mapa seleccionada, obrim l'opció "Barra de herramientas" del menú "Ver" i seleccionem "Personalizar".

En la pestanya "Menús" executem "Barra de Menús", creem la barra "&Calcula So" i tornem a l'opció "Barra de herramientas".

Seleccionem el "Tipo de ventana" en Map, la comanda "Calcula Pressió" de la categoria "Personalizado", el "Cambiar el menú" en "&Calcula So" i el "Nombre en el menú" en "Calcula Pressio".

Per últim executem "Agregar" i tanquem.

Ja disposem de l'opció "Calcula Pressió" en el menú "Calcula So" que tenim disponible quan tenim una finestra de mapa seleccionada.

Desinstal·lació de la llibreria

Eliminem el menú "Calcula So" amb l'opció "Barra de herramientas" del menú "Ver" i seleccionant "Personalizar".

Executem el comandament per treure la llibreria del registre:

```
"C:\Program Files\GeoMedia Professional\Program\InstallAppCmd" /u
/cmdset CalcPresure /loc C:\GeoWorkspaceSound\Dll /dll
C:\GeoWorkspaceSound\Dll
```

Primer ús

Afegim una connexió de tipus Access a una còpia de la base de dades SoundMap.mdb que hi ha a la carpeta Access, des de l'opció "Conexión nueva" del menú "Almacén".

Des de l'opció "Agregar entradas de leyendas" afegim les llegendes de "SoundMap".

Treballar amb la llibreria

Inserim les entitats "SoundPointFocus" i "SoundLineFocus" segons les nostres necessitats i informem totes les dades.

Triem l'opció "Calcula pressio" del menú "Calcula SO" . Seleccionem la connexió a les dades de "Connexió BD So", la mida de la malla i el radi màxim que suposem.

Amb els resultats de l'execució podem calcular el valor valuePointPressure de PointPressure en una "ventana de datos" i una "consulta de datos".

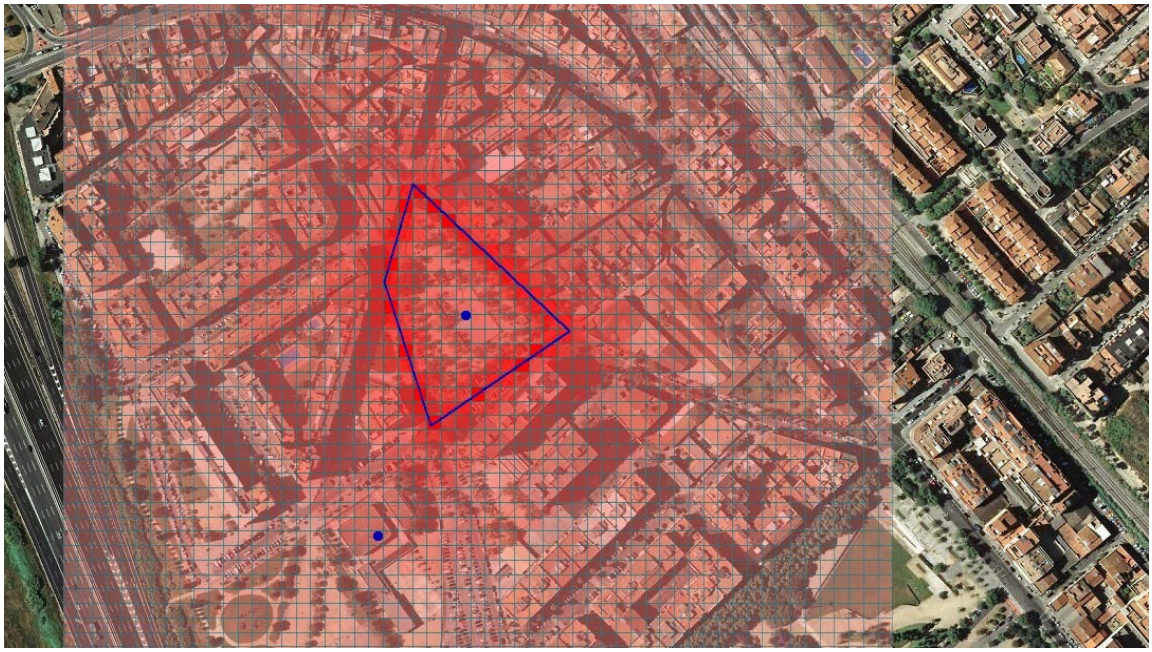
Amb aquest valor o utilitzant els valors disponibles afegim una llegenda temàtica des de l'opció "Agregar leyenda temática" del menú "Leyenda".

Exemple

El WorkSpace SoundMapV1 de l'arrel té una connexió a dades MrSid de la carpeta SID mitjançant una connexió Access al fitxer MrSidICC.mdb de la carpeta.

SoundMapV1.mdb establert seguint les instruccions del manual.

Les dades que representem en la llegenda temàtica de la Il·lustració 16 són els valors dBDay.



Il·lustració 16 Resultat del procés descrit en el manual.

Projecte pràctic

Volem valorar la pressió sonora de les vies de comunicació. En tenim de dos tipus: una de vehicles automòbils que identificarem amb el valor 1 en focusType, i de ferrocarrils que identificarem amb el valor 2.

Dades reals

En tot moment hem utilitzat dades en que prevalia el criteri informàtic, de forma que els resultats fossin coherents amb el funcionament de l'algorisme.

Trobar uns valors ajustats a la realitat no és fàcil, doncs tots els valors publicats i legislats es refereixen a la pressió sonora incident ja que és la que realment afecta.

El treball es basa en conèixer els valor de la potència sonora de la font i estimar-ne la seva dispersió i l'impacte en l'ambient.

Per estimar els valors de les autopistes, l'estudi realitzat per Acesa-Abertis "Elaboración De Los Mapas Estratégicos De Ruido De La Autopista AP-7 Y AP-2" [11] ens dona la Taula 2 d'intensitats amb les que estimem un nivell de 85 dB de dia i 80 dB per la tarda i per la nit.

Tráfico por tipos y periodos

Ligeros				Pesados			
Intensidad (veh/hora)		Velocidad (km/h)		Intensidad (veh/hora)		Velocidad (km/h)	
día	5.522	día	120	día	1.273	día	100
tarde	4.795	tarde	120	tarde	763	tarde	100
noche	1.098	noche	120	noche	465	noche	100

Taula 2 Taula d'intensitats del trànsit en el tram de Molins de Rei.

[11] http://webaux.cedex.es/egra/MER_PRIMERA/AUTOPISTAS/MEMORIAS_resumen/Memoria-resumen_AP7-AP2.pdf

http://webaux.cedex.es/egra/MER_PRIMERA/AUTOPISTAS/MEMORIAS_resumen/Memoria-resumen_AP7-AP2.pdf

Per estimar els valors de les línees ferroviàries, en el "Mapa Estratégico de Ruidos de los núcleos urbanos de Córdoba" [12], tenim els valors màxims de la potència sonora de diverses línees recollits en la Taula 3 que podem relacionar amb les nostres.

Tipo	Espectro	63	125	250	500	1000	2000	4000	TotA
FF-CCCórdoba=-Málaga	Día dB(A)	81.2	98.3	97.5	96.2	94.1	90.9	83.6	99.4
	Tarde dB(A)	79.0	96.1	95.2	94.0	91.9	88.7	87.3	97.1
	Noche dB(A)	79.0	96.1	95.2	94.0	91.9	88.7	87.3	97.1
FF-CC Madrid =- Cádiz	Día dB(A)	79.0	90.6	96.5	96.4	91.6	87.5	83.7	97.2
	Tarde dB(A)	84.7	95.9	102.8	103.1	98.3	93.8	90.0	103.8
	Noche dB(A)	83.6	94.4	102.1	102.6	97.8	93.1	89.3	103.2
FF-CC AVE	Día dB(A)	106.4	105.8	105.4	108.6	104.8	104.1	100.1	110.7
	Tarde dB(A)	107.1	106.4	106.1	109.3	105.5	104.8	100.8	111.4
	Noche dB(A)	92.6	92.0	91.6	94.8	91.0	90.3	86.3	96.9

Taula 3 Espectre acústic d'emissió dels trens al seu pas per Córdoba.
http://www.cordoba.es/doc_pdf_etc/MEDIO_AMBIENTE/PLANOS/Analisis_de_datos.pdf

Per a les vies urbanes utilitzarem els valors màxims de pressió sonora que estableix la llei i tenim resumits en la Taula 4.

		Índices de ruido		
Tipo de área acústica		Ld	Le	Ln
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	55	55	45
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	60	60	50
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	65	65	55
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	68	68	58
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	70	70	60

Taula 4 Valors límit d'immissió de soroll aplicables a noves infraestructures viàries, ferroviàries

L'última dada que estimarem és el coeficient d'atenuació atmosfèric. A 20 ºC i un 70% d'humitat per un soroll de 2kHz tenim un coeficient de 9,02 dB/km, pel que utilitzarem un coeficient de 0,01 dB/m.

Per augmentar el rendiment i l'operativitat col·loquem el radi a 1000 m, la malla a 10m i els valors de la finestra de càlcul a:

Xmin = 417280
Xmax = 418490
Ymin = 4584160
Ymax = 4585630

Són els valors que deixem en la llibreria per defecte.

[12] http://www.cordoba.es/doc_pdf_etc/MEDIO_AMBIENTE/PLANOS/Analisis_de_datos.pdf

Primer pas. Dissenyar el SIG

Per definir els focus sonors utilitzarem les dades vectorials que tenim en format SHP obtingudes del ICC. No podrem treballar-les, però les podem importar a la base de dades dels focus sonors.

Segons la informació del ICC, les Vies de comunicació (línies) son les llegendes identificades amb el codi "cl".

Importem les classes d'entitat bt25mv10sh0f7231cl1r010 i bt25mv10sh0f7232cl1r010 a la copia del Access que he anomenat GeoWorkspaceSound.mdb i serà el nostre SoundMap.

Com que no processarem tot l'espai que he importat, eliminem les entitats que estimem sobrants i les col·loquem en una única entitat amb l'opció "Cambiar clase de entidad" de l'opció "Entidad" del menú "Edición" . Sempre podem recuperar-les de la connexió a les dades SHP.

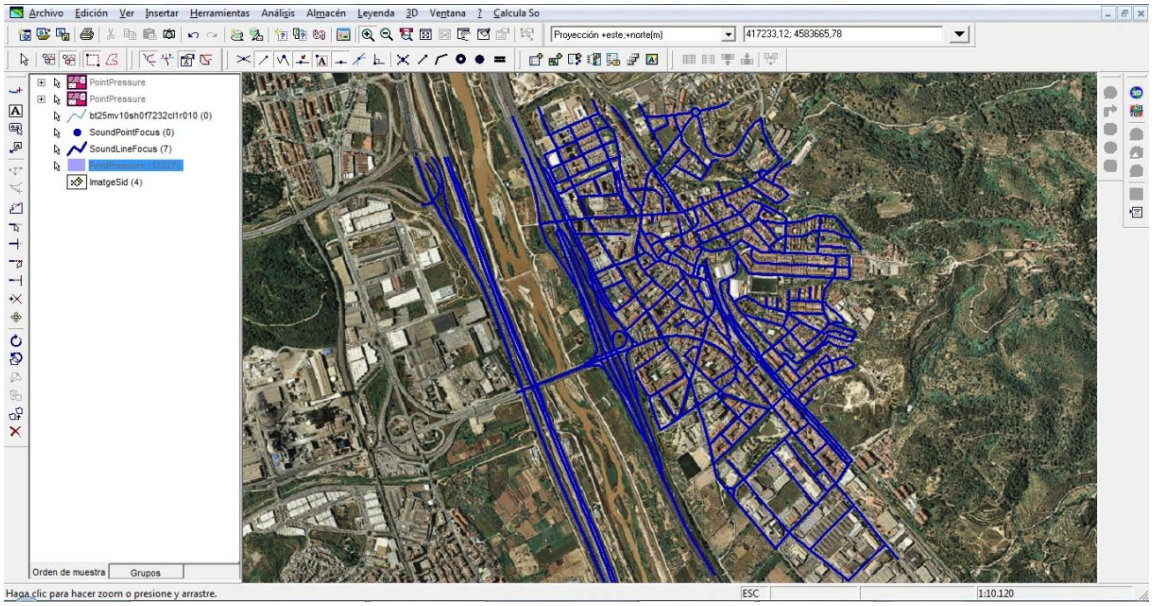
El següent pas és realitzar un canvi de classe d'entitat per que les entitats que tinc triades siguin SoundLineFocus i col·locar-ne els valors.

Per augmentar el rendiment i l'operativitat agrupem els focus per tipus de forma que tenim els valors de la Taula 5.

Tipus de via	focusType	dBDay	dBEvening	dBNight	soundHz	attenuationCoeff
Ave	2	95	95	80	2000	0,01
Rodalies	2	90	90	80	2000	0,01
Autopista	1	85	80	75	2000	0,01
Carretera	1	70	70	60	2000	0,01
Carrer Principal	1	65	65	55	2000	0,01
Carrer secundari	1	60	60	50	2000	0,01
Carrer Industrial	1	70	70	50	2000	0,01

Taula 5 Valors dels dB estimats per l'exercici pràctic.

Amb aquestes dades muntem els focus del SIG del projecte pràctic del que podem veure una captura de pantalla en la Il·lustració 17.



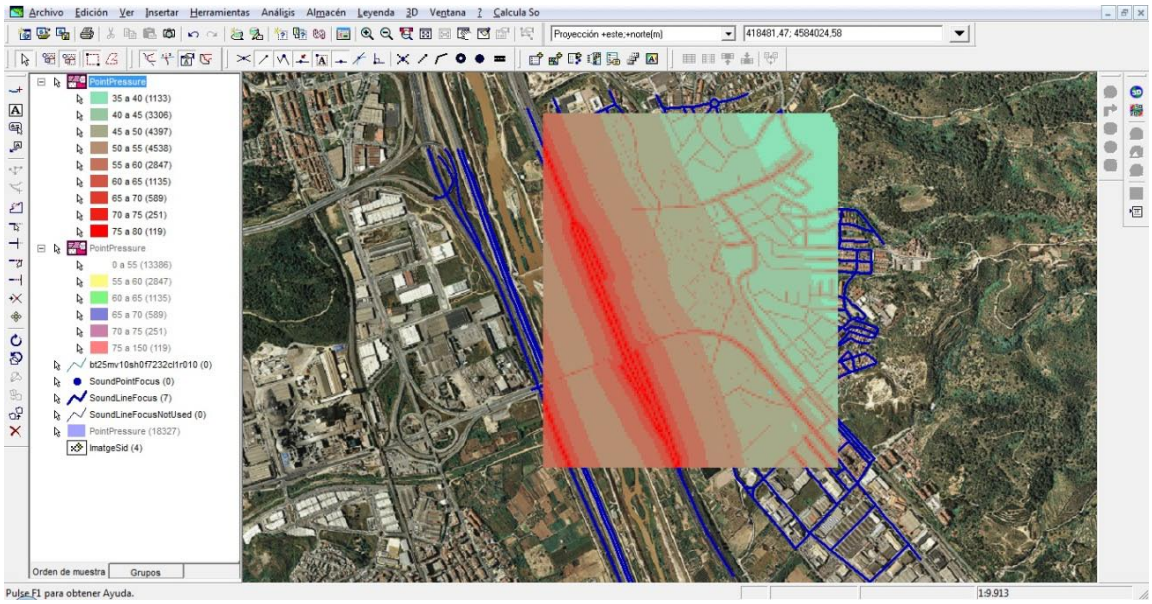
Il·lustració 17 Distribució dels focus de so que analitzem.

Segon pas. Executar la llibreria

És un pas que necessita molt de temps de processament. La primera execució ha requerit unes 8 hores, ja que disposàvem de més de 197 focus i una quadrícula de més de 200.000 cel·les.

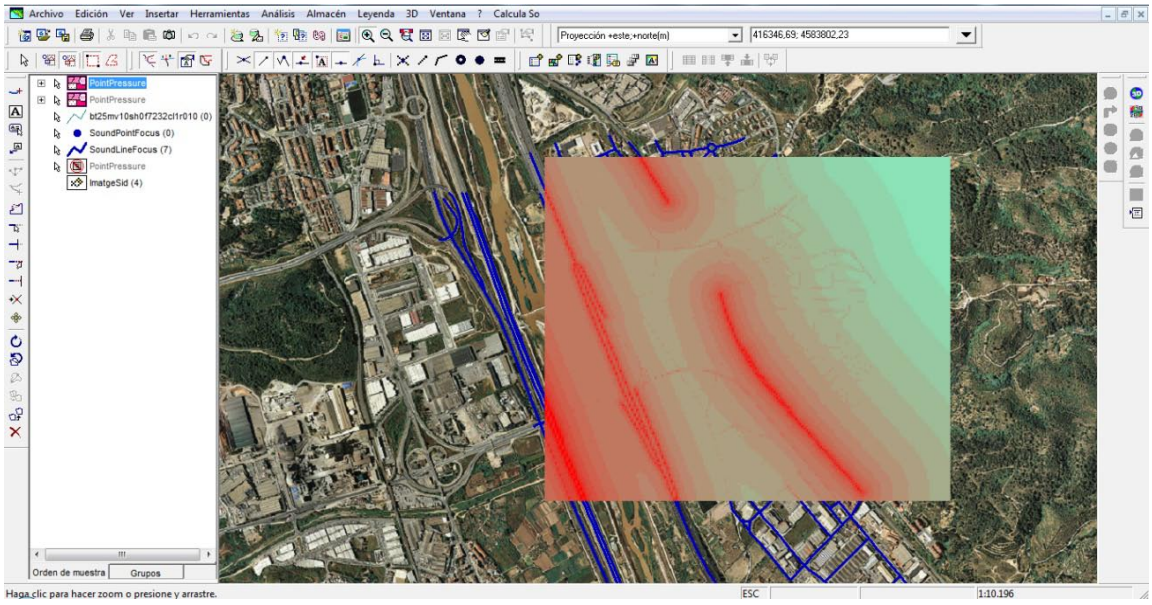
Hem identificat dos millores que hem implementat i el temps d'execució és de menys d'una hora, ja que tenim 7 focus i creem 18.327 cel·les.

En un primer processament no incloem el tren, i muntem un mapa temàtic amb el valor dBDay que podem veure en la Il·lustració 18 per verificar la bondat dels resultats. Ho fem així per que al tren li hem considerat un nivell de pressió molt alt i ho domina gairebé tot.



Il·lustració 18 Mapa temàtic amb el valor de dBDay del resultat del processament sense les vies fèrries.

Finalment fem una execució amb les vies fèrries i realitzem el mapa temàtic amb dBDay que veiem el la Il·lustració 19.



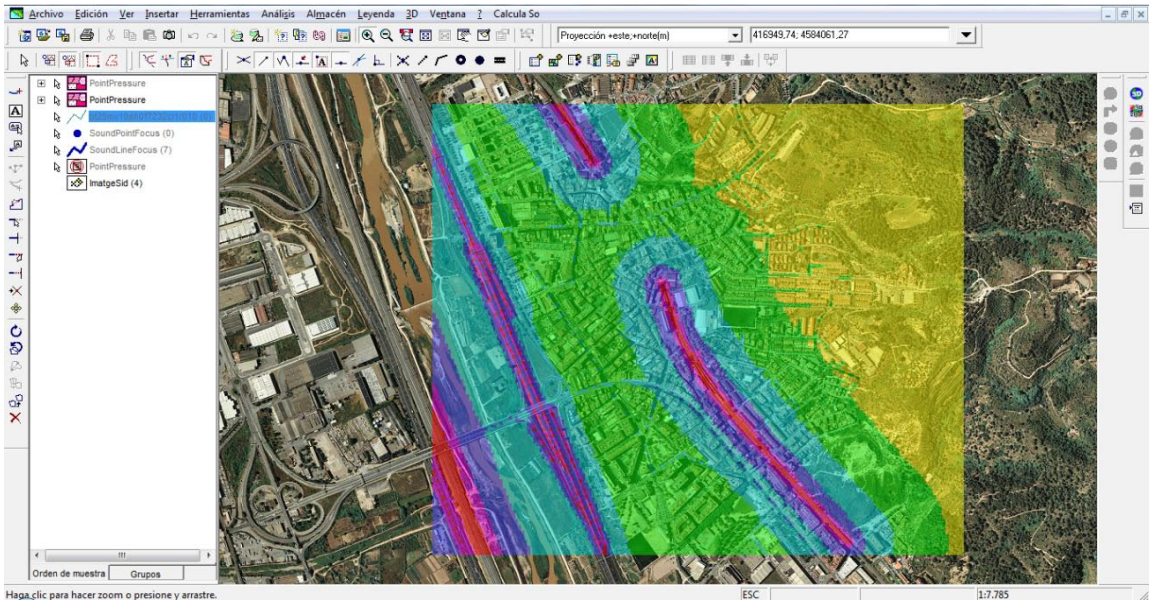
Il·lustració 19 Mapa temàtic amb el valor de dBDay resultant.

Tercer pas. Processar la informació

En aquest punt disposem d'una malla amb les pressions sonores en tres períodes.

Si en el mapa volem representar el nivell equivalent dia-tarda-nit que és l'indicador utilitzat per legislar, hem de calcular $L_{den} = 10\log\left(\frac{12\cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4\cdot 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8\cdot 10^{\frac{L_{night}+10}{10}}}{24}\right)$, pel que afegim el càlcul a la llibreria.

Finalment, en la Il·lustració 20, creem el mapa acústic de l'àrea geogràfica en estudi amb l'opció "Agregar leyenda temática ..." del menú "Leyenda" amb el valor valuePointPressure i ajustant-nos als intervals legislats: <50-55-60-65-70-75<



Il·lustració 20 Mapa Lden de confort acústic resultant.

En aquest punt, ja disposem de les dades acústiques per tal seguir processant-la amb tots els filtres i utilitats de que Geomedia disposa.

Capítol 7. Conclusions

En plantejar el projecte es varen establir uns objectius i competències que considerem plenament assolits.

L'objectiu principal del TFC era realitzar un treball de síntesi dels coneixements adquirits a les assignatures de la carrera i que requereixi posar-los en pràctica conjuntament.

Hem desenvolupat un projecte informàtic on hem dut a terme un anàlisi funcional, un estudi d'usos, hem modelat un conjunt de dades i hem definit una classe. Hem realitzat la programació en Visual Basic .Net del projecte. Hem desenvolupat uns testos de control. I per finalitzar, hem executat un exercici pràctic que ha revelat unes mancances crítiques i les hem incorporat de forma que han quedat corregides.

Per poder acomplir aquest objectiu hem d'haver adquirit competències en el plantejament i anàlisi del problema de la dispersió del so tractat des d'una vessant ambiental, de forma que podem predir la pressió sonora en cada punt del territori d'estudi segons unes fonts sonores existents.

Hem après les metodologies de treball dels sistemes SIG, de forma que hem pogut desenvolupar el projecte en l'entorn de Geomedia Professional basant-nos en els operadors espacials "contingut" i "distància".

Podem dir que disposem d'una calculadora acústica que amb metodologies pròpies dels Sistemes d'Informació Geogràfica ens permet disposar de les dades d'afectació sonora en una area geogràfica.

La gestió de la base de dades l'hem realitzat amb les eines que ens proporcionen les llibreries que Geomedia posa a disposició de Visual Basic per tal de poder utilitzar els operadors espacials i poder gestionar dades geogràfiques.

Hem sofert dos problemes que poden ser per falta de coneixement, però amb les llibreries Geomedia no he pogut gestionar adequadament dades no cartogràfiques, de forma que no he pogut fer cerques per valors, ni aprofitar les propietats dels índex per un rendiment òptim.

Aquest problema podríem superar-lo aprofitant les eines de Visual Basic .Net, però la connexió a les dades que utilitza Geomèdia crec que ha perdut la compatibilitat en el pas a .Net del Visual Basic, pel que hauríem de definir dos connexions a les mateixes dades, i perdríem la generalització del codi, dons una connexió és la que utilitza el WorkSpace, però l'altre hauria de ser específica per Visual Basic .Net.

L'altre problema ha estat que Intergraph [13], propietari del software Geomèdia, disposa de documentació d'ajuda a la programació, guies de treball i uns reculls d'informació de les classes que posa a disposició del programador i de l'usuari.

La documentació ens ha estat de molta utilitat fins que hem necessitat desviar-nos dels usos establerts per programar el nostre treball. En aquesta situació hi ha referències a exemples de codi en la "Referencia para objetos de GeoMedia Professional" a les que no hem pogut accedir al no estar registrats al "Intergraph SG&I Support" [14].

Tampoc hem pogut utilitzar la interfície ExecuteSQL , segurament per la falta de compatibilitat ja comentada entre connexions a les dades de Geomedia i .Net. És una incompatibilitat que en Visual Basic 6 suposo que no es donaria.

Al realitzar la presentació virtual del treball he tingut la opció de veure les característiques de les noves versions 2014 del productes Geomedia i tenen unes prestacions notablement millorades.

El projecte ha estat desenvolupat d'una forma organitzada i seguint una planificació establerta a priori, que s'ha seguit de forma bastant acurada a unes mínimes desviacions. Això ens ha permès d'anar seguint les tasques per assolir les fites i d'acomplir els terminis.

En un SIG, establir el valor per cada punt de l'espai correspon a dades tipus raster, però no hem pogut treballar amb dades raster i això ens ha obligat a buscar una opció alternativa, basada en mallar la superfície. Ha estat una solució amb un rendiment molt baix ja que per cada punt hem de buscar la cel·la i ho fem amb un operador espacial. Millorarìem el rendiment si cada punt estigues indexat per les coordenades, directament o amb un hash, i en poguéssim fer una cerca directe.

Les més grans evolucions i millores les podem realitzar en el tractament del problema acústic, ja que no hem considerat ni la possibilitat de tenir barreres acústiques, ni el relleu del terreny,

[13] http://www.intergraph.com/global/es/
[14] https://sgisupport.intergraph.com/infocenter/index?page=home

ni les atenuacions ambientals, entre d'altres.

La mancança més important que hi ha és que tot el tractament acústic es realitza amb mesures in situ, i tot aquest projecte està basat en el coneixement del valor de la potència mitja equivalent de la font.

El punt fort d'aquest projecte és que pot ser de molta utilitat per identificar els punts òptims per prendre les mesures de camp, ja que podem predir les zones d'igual pressió i la seva evolució.

L'evolució del programari, basat en el tractament del problema sonor i en un primer pas, rau en la incorporació en el càlcul de dades de camp i estudiar l'atenuació sonora per altres causes.

Des d'un punt informàtic, es podrien identificar les entitats per tipus de focus en comptes de per tipus morfològic que donarien una millor informació visual, i estudiar l'emmagatzematge per tenir millor rendiments en les cerques.

Bibliografia i referències

Bibliografia

Sistemes d'informació geogràfica i geotelemàtica. Antoni Pérez Navarro i altres. UOC 2009. ISBN: 978-84-691-4813-6.

GeoMedia Professional Manual del usuario 6.1.11. Intergraph Corporation 2011.

Temas de ayuda del Asistente para comandos de GeoMedia Professional. Intergraph Corporation 2011.

Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental: *http://sicaweb.cedex.es/docs/leyes/Directiva-2002-49-CE-Evaluacion-gestion-ruido-ambiental.pdf*

Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido: *https://www.boe.es/boe/dias/2003/11/18/pdfs/A40494-40505.pdf*

Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental: *http://www.boe.es/boe/dias/2005/12/17/pdfs/A41356-41363.pdf*

Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas: *http://www.boe.es/boe/dias/2007/10/23/pdfs/A42952-42973.pdf*

Conceptos básicos del ruido ambiental. Fernando Segués. Ministerio de Medio Ambiente. *http://sicaweb.cedex.es/docs/documentos/Conceptos-Basicos-del-ruido-ambiental.pdf*

Especificacions tècniques de la base topogràfica de Catalunya 1:25.000 (BT-25M) V1 Revisió 2. Institut Cartogràfic de Catalunya 2011. *http://www.icc.cat/cat/content/download/9700/30652/file/bt25mv10esp_02ca.pdf*

Diccionari de dades de la base topogràfica de Catalunya 1:25.000 (BT-25M) V1 Revisió 2. Institut Cartogràfic de Catalunya 2011. *http://www.icc.cat/cat/content/download/9701/30657/file/bt25mv10dic_02ca.pdf*

Especificacions per al format “MicroStation Design File v7” (DGN) de la base topogràfica de Catalunya 1:25.000 (BT-25M) V1 Revisió 2 Implementació de format 1 . Institut Cartogràfic de Catalunya 2011.
http://www.icc.cat/cat/content/download/9986/32573/file/bt25mv10dg1_02ca.pdf

Especificacions per al format “AutoCAD Drawing Exchange File” (DXF) de la base topogràfica de Catalunya 1:25.000 (BT-25M) V1 Revisió 2 Implementació de format 0. Institut Cartogràfic de Catalunya 2011.
http://www.icc.cat/cat/content/download/13519/44064/file/bt25mv10dx0_02ca.pdf

Especificacions per al format “ESRI Shapefile” (SHP) de la base topogràfica de Catalunya 1:25.000 (BT-25M) V1 Revisió 2 Implementació de format 0. Institut Cartogràfic de Catalunya 2011. *http://www.icc.cat/cat/content/download/13520/44069/file/bt25mv10sh0_02ca.pdf*

Especificacions tècniques de l’Ortofoto de Catalunya 1:5000 (OF-5M) V6 Revisió 1. Institut Cartogràfic de Catalunya 2011.
http://www.icc.cat/cat/content/download/21349/67621/file/of5mv60esp_01ca.pdf

ME 458 Engineering Noise Control. *http://www.me.psu.edu/lamancusa/me458/*

Documentación de Microsoft Visual Studio 2008 - Microsoft Document Explorer

Referències

Microsoft Visual Studio - Wikipedia: *http://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Visual_Studio*

Potència (física) - Wikipedia: *http://es.wikipedia.org/wiki/Potencia_(f%C3%ADsica)*

Engineering Acoustics - Wikibooks:
http://en.wikibooks.org/wiki/Engineering_Acoustics/Outdoor_Sound_Propagation

Sistema Básico de Información sobre la Contaminación Acústica (SICA):
http://sicaweb.cedex.es/

Institut Cartogràfic de Catalunya: *http://www.icc.es/*

Blog dominoc925: http://dominoc925.blogspot.com.es/

Foro de Usuarios de Sistemas de Información Geográfica GIS - SIG y Teledetección:
http://foro.gabrielortiz.com/

Mapa Estratégico de Ruidos de los núcleos urbanos de Córdoba:
http://www.cordoba.es/doc_pdf_etc/MEDIO_AMBIENTE/PLANOS/Analisis_de_datos.pdf

Elaboración De Los Mapas Estratégicos De Ruido De La Autopista AP-7 Y AP-2:
http://webaux.cedex.es/egra/MER_PRIMERA/AUTOPISTAS/MEMORIAS_resumen/Memoria-resumen_AP7-AP2.pdf