UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA

ENGINYERIA EN INFORMÀTICA

Creació d'un Sistema d'Informació Geogràfica de Carreteres amb GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2

Alumne/a: **Carlos Villa Ferrer**

Dirigit per: **Antoni Pérez Navarro**

CURS 2004-05 (Setembre)

Dedicatòria i agraïments

Als meus pares, José i Fina.

A la meva futura muller, Laura.

Resum de "Creació d'un SIG de Carreteres amb GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2"

El present document detalla, desglossant la informació en diferents capítols, les tasques realitzades per a la construcció d'un Sistema d'Informació Geogràfica (SIG) de carreteres utilitzant el producte GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2 de INTERGRAPH.

S'inicia el document detallant la planificació de tasques i activitats que s'ha seguit, per a continuació explicar què és un SIG, per a que serveix, quins usos pot tenir i què el diferencia d'altres productes similars com ara un programari de disseny assistit per ordinador (CAD) o un sistema de teledetecció.

Com que un SIG està fortament lligat a la cartografia es continua amb un capítol on s'expliquen nocions de cartografia amb les quals l'autor d'aquest treball ha hagut de familiaritzar-se i aprendre, essent també fortament recomanables, i pràcticament imprescindibles, per a aquell lector que no conegui gaire de cartografia, doncs permetran comprendre tant les explicacions i argumentacions com el resultat d'aquest projecte de final de carrera (PFC).

Més endavant s'estudien els formats d'intercanvi d'informació geogràfica, que com es veurà poden ser classificats en dos tipus en funció de com s'emmagatzema la informació: a partir d'un mostreig de la imatge (conegut com a format *raster*) o contenint dades poligonals (conegut com a format vectorial).

Un cop el lector tingui les nocions de cartografia i conegui els diferents formats en què es poden trobar les dades es fa una petita introducció a GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2, en la qual s'expliquen els conceptes bàsics d'aquest producte. Amb aquests conceptes explicats es passa a detallar el model de dades del SIG de carreteres.

A continuació es parla de com emmagatzema GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2 la informació. S'introdueixen els diversos sistemes gestors de base de dades (SGBD) amb els quals pot treballar. També es comparen els models de metadades generats a ORACLE i a ACCESS i es justifica la tria d'aquest últim per dur a terme el PFC.

Tenint clar el SGBD a utilitzar i el model de dades del SIG s'explica el procés seguit per a la importació de les dades que conté el SIG de carreteres i els problemes trobats tant en aquest procés com en la recerca d'informació.

Abans de passar a l'apartat de proves del sistema i conclusions, el document detalla el disseny de la interfície d'usuari, part força important en projectes aquest tipus, doncs degut a la gran quantitat d'informació que un SIG pot arribar a mostrar alhora és imprescindible una interfície clara que permeti a l'usuari entendre ràpidament el que està veient.

Finalment es comenten les conclusions a les que s'ha arribat, destacant la validesa de GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2 per a la realització del prototipus.

Resumen de "Creació d'un SIG de Carreteres amb GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2"

El presente documento detalla, desglosando la información en diferentes capítulos, las tareas desarrolladas para la construcción de un Sistema de Información Geográfica (SIG) de carreteras utilizando para ello el producto GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2 de INTERGRAPH.

El documento comienza detallando la planificación de tareas y actividades que se ha seguido, explicando a continuación que es un SIG, para que sirve, que usos puede tener y que lo diferencia de otros productos similares, como podría ser un programa de diseño asistido por ordenador (CAD) o un sistema de teledetecció.

Como un SIG esta fuertemente relacionado con la cartografía se continua con un capitulo donde se explican las nociones de cartografía con las que el autor del presente proyecto ha tenido que familiarizarse y aprender, siendo también altamente recomendables, y prácticamente imprescindibles para aquel lector que no conozca demasiado de cartografía, pues permitirán la compresión tanto de las explicaciones y argumentaciones como del resultado de este PFC.

Más adelante se estudian los formatos de intercambio de información geográfica, que como se verá pueden ser clasificados en dos tipos en función de como se almacene la información: a partir de un muestreo de la imagen (conocido como formato *raster*) o conteniendo datos poligonales (conocido como formato vectorial).

Una vez el lector posea las nociones de cartografía y conozca los diferentes formatos en los que se pueden encontrar los datos se hace una pequeña introducción a GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2, explicando los conceptos básicos que permiten dar una idea general de lo que permite hacer y a través de que elementos se construye un SIG. Con estos conceptos explicados se pasa a detallar el modelo de datos del SIG de carreteras.

A continuación se habla del modelo de meta datos de GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2, sobre como almacena los datos y de las bases de datos a las que da soporte, done se explican las diferencias existentes entre escoger un sistema gestor de bases de datos (SGBD) u otro, destacando la comparación del modelo de meta datos de ORACLE versus el de ACCESS y el porqué de la elección del SGBD ACCESS para el SIG objeto del presente PFC.

Quedando claro el SGBD a utilizar y el modelo de datos del SIG, se explica el proceso seguido para la importación de los datos que contiene el SIG de carreteras y los problemas encontrados al buscar e importar dichos datos.

Por último, y antes de pasar al apartado de pruebas del sistema i conclusiones, el documento detalla el diseño de la interfaz de usuario, parte muy importante en proyectos de este tipo, pues debido a la gran cantidad de información que puede llegar a mostrar simultáneamente un SIG es imprescindible una interfaz clara que permita al usuario entender rápidamente lo que esta viendo.

Summary of "Creació d'un SIG de Carreteres amb GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2"

This document details, detachhing the information in different chapters, the tasks developed for the construction of a Geographic Information System (GIS or SIG in catalonian) of highways and roadways using for it an INTERGRAPH's product: GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2.

Document begins detailing the planning followed for doing tasks and activities, and continues explaining what a SIG is, what a SIG is used for and explains the differences it has with other similar products, as it could be Computer Aided Dessign software (CAD) or a SCADA system (Supervisory Control And Data Acquisition).

As a SIG this strongly related to cartography, document continues with a chapter that explains cartographic concepts which this project's author has had to become familiar and has had to assimilate. In order to allow compression of the explanations and argumentations on this project, that chapter is highly recomendable, and essential for the reader who doesn't know much about cartography.

Formats of geographic information exchange are explained after the introduction of cartographic concepts, it's important to say here that these formats can be classified in two types based on how information is stored: from a image sampling (well-known like *raster* format) or containing polygonal data (well-known like vectorial format).

Once reader has cartography slight knowledge and knows the different formats in which data can be found, this document makes a small introduction to GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2, explaining its basic concepts that allow to give a general idea of how it allows to do operations and how a GIS is constructed with it. With these explained concepts one goes to detail the data modeling of the SIG of highways.

Next, the metadata of GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2 is explained, detailing how it stores data and explaining which data bases are suported by it and differences between choosing a database manager or another one. The author emphasizes the comparison of the ORACLE metadata model versus the ACCESS one and why ACCESS database has been chosed for this SIG project.

Document continues explaining the data import to the GIS and problems found when looking for data and to manipulate and puting into the GIS these data.

Finally, and before system testing and conclusion chapters, user interface design is detailed, this is a very important part in projects of this type, because due to the great amount of information that a GIS can show simultaneously is essential to have a clear interface which allows the user to understand quickly what's seeing on display.

Índex

Índex de continguts

Dedicatòria i agraïments 2
Resum de "Creació d'un SIG de Carreteres amb GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2" 3
Resumen de "Creació d'un SIG de Carreteres amb GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2" 4
Summary of "Creació d'un SIG de Carreteres amb GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2" 5
Índex 6
Índex de continguts 6
Índex de figures 9
1 Introducció 10
1.1 Objectius 10
1.2 Abast del Projecte 10
1.3 Planificació del projecte 11
1.3.1 Relació d'Activitats 11
1.3.1.1 Llançament del projecte 11
1.3.1.2 Planificació del projecte. 11
1.3.1.3 Preparació de la PAC 2 11
1.3.1.3.1 Estudi de què és un SIG. 11
1.3.1.3.2 Estudi de conceptes de cartografia. 12
1.3.1.3.3 Estudi de formats d'intercanvi d'informació geogràfica 12
1.3.1.3.4 Cerca d'ortofotografies i dades geogràfiques 12
1.3.1.3.5 Obtenció de programari per a l'estudi de les dades geogràfiques 12
1.3.1.3.6 Preparació de la documentació per al lliurament de la PAC 2 12
1.3.1.4 Preparació de la PAC 3 13
1.3.1.4.1 Estudi dels manuals de GEOMEDIA PROFESSIONAL 13
1.3.1.4.2 Instal·lació i configuració de GEOMEDIA PROFESSIONAL 13
1.3.1.4.3 Disseny del model de dades 13
1.3.1.4.4 Configuració i preparació del GEOWORKSPACE 13
1.3.1.4.5 Elecció del gestor de bases de dades, instal·lació i configuració 14
1.3.1.4.6 Importació de les dades 14
1.3.1.4.7 Disseny de la interfície d'usuari 14
1.3.1.4.8 Proves del prototipus 14
1.3.1.4.9 Preparació de la documentació per al lliurament de la PAC 3 14
1.3.1.5 Memòria i presentació 15
1.3.1.5.1 Memòria 15
1.3.1.5.2 Presentació 15
1.3.1.6 Tancament del projecte 15
1.3.2 Anàlisi de riscos i pla de contingència 16
1.3.3 Calendari de Treball 17
1.3.4 Seguiment de la planificació 18
1.3.5 Fites Principals del projecte 18
1.4 Avaluació del material requerit. 19
1.4.1 Maquinari 19
1.4.2 Programari 19
1.4.3 Instal·lació de programari 19
1.5 Productes Obtinguts 20
2 Què és un SIG 21
2.1 Introducció 21
2.2 Concepte de SIG 21

2.2.1 Mapes interactius ... 21
2.2.2 Dades geogràfiques ... 21
2.2.3 Models de geoprocessament ... 22
2.2.4 Models de dades ... 22
2.2.5 Metadades ... 22
2.3 Els SIGs versus altres sistemes semblants. ... 22
2.3.1 SIG vs. CAD ... 23
2.3.2 SIG vs. Cartografia Automàtica ... 23
2.3.3 SIG vs. Sistema Gestor de Bases de Dades ... 23
2.3.4 SIG vs. Teledetecció ... 23

3 Conceptes de cartografia ... 24
3.1 Introducció ... 24
3.2 Problemes als quals s'enfronta la cartografia ... 24
3.3 Sistemes de coordenades ... 25
3.3.1 L'esferoide ... 25
3.3.2 El *Datum* ... 26
3.3.3 Coordenades geogràfiques ... 26
3.3.4 Coordenades UTM ... 27
3.4 Sistemes de projecció ... 29
3.4.1 Projeccions cilíndriques ... 30
3.4.1.1 Projecció de Behrmann ... 30
3.4.1.2 Projecció estereogràfica de Gall ... 30
3.4.1.3 Projecció de Peters ... 30
3.4.1.4 Projecció cilíndrica de Mercator ... 30
3.4.1.5 Projecció Mercator transversal ... 31
3.4.1.6 Projecció Mercator Transversal Universal (UTM) ... 31
3.4.2 Projeccions Pseudocilíndriques ... 31
3.4.2.1 Mollweide ... 31
3.4.2.2 Eckert IV ... 31
3.4.2.3 Eckert VI ... 32
3.4.2.4 Sinusoïdal ... 32
3.4.3 Projeccions còniques ... 32
3.4.3.1 Projecció cònica de Lambert ... 32
3.4.4 Projeccions azimutals ... 32
3.4.4.1 Projecció Polar ... 32
3.4.5 Altres tipus de projeccions ... 33
3.4.5.1 Projecció homolosena de Goode ... 33

4 Formats d'emmagatzematge de dades geogràfiques ... 34
4.1 Introducció ... 34
4.2 Dades analògiques i dades digitals ... 34
4.3 Tècniques de captura de les dades ... 35
4.4 Formats d'emmagatzematge de les dades ... 36
4.4.1 Formats *raster* ... 36
4.4.2 Formats vectorials ... 37

5 Cerca d'ortofotografies i dades geogràfiques ... 38

6 Eines utilitzades per al desenvolupament del SIG ... 39
6.1 GEOMEDIA PROFESSIONAL ... 39
6.2 GLOBAL MAPPER ... 40
6.3 MrSID VIEWER ... 40
6.4 MRSIDDECODE ... 40
6.5 MICROSOFT PAINT ... 40
6.6 XNVIEW ... 40

7 Estudi dels manuals de GEOMEDIA PROFESSIONAL ... 41
7.1 GEOWORKSPACES ... 41
7.2 Magatzems ... 41
7.3 Entitats ... 42
7.4 Classes d'entitats ... 42

7.5 Sistemes de coordenades ... 43
7.6 Finestres de mapa ... 44
7.7 Llegendes ... 44
7.8 Estils de visualització ... 45
7.9 Mapes temàtics ... 45
7.10 Finestres de dades ... 47
7.11 Consultes ... 47
7.12 Finestres de composició ... 48
7.13 Digitalització de dades ... 48
7.14 Registrar imatges ... 49

8 Disseny del model de dades ... 50
8.1 GEOWORKSPACES ... 50
8.2 Magatzems ... 50
8.3 Classes d'entitats ... 51
8.3.1 Diagrama UML del model de dades ... 52
8.3.2 Atributs de les classes d'entitat ... 53
8.3.2.1 Sense geometria ... 53
8.3.2.2 Geometria de punt ... 53
8.3.2.3 Geometria de línia ... 54
8.3.2.4 Geometria d'àrea ... 55
8.3.2.5 Geometria de text ... 56
8.3.2.6 Imatges ... 56
8.4 Finestres de mapa ... 57
8.5 Llegendes ... 57
8.6 Consultes ... 58

9 Elecció del gestor de BBDD ... 59
9.1 Model de metadades de GEOMEDIA PROFESSIONAL ... 59
9.1.1 GFeatures: ... 60
9.1.2 FieldLookup: ... 60
9.1.3 AttributeProperties: ... 60
9.1.4 GeometryProperties: ... 60
9.1.5 GCoordSystem: ... 61
9.1.6 GAliasTable: ... 61
9.1.7 GSQLOperatorTable: ... 61
9.1.8 ModificationLog: ... 61
9.1.9 ModifiedTables: ... 61
9.2 Diferències entre el model de metadades d'ACCESS i el d'ORACLE ... 62

10 Importació de les dades ... 63
10.1 Registrar imatges ... 63
10.2 Digitalització i vectorització de les dades ... 65

11 Interfície d'usuari ... 67
11.1 Simbologia ... 68
11.2 Estils ... 68
11.3 Visualitzacions segons escala ... 70

12 Proves del prototipus ... 71
12.1 Finestra de mapa Vies principals de l'Àrea metropolitana i el Vallès ... 71
12.2 Finestra de mapa Estat del trànsit ... 73
12.3 Finestra de mapa Estat de l'asfalt ... 73

13 Conclusions ... 73

14 Glossari de Termes ... 73

15 Bibliografia ... 73
15.1 Llibres ... 73
15.2 Web ... 73

Índex de figures

(Fig. 1) Evolució del projecte **17**
(Fig. 2) Paràmetres de l'el·lipsoide **25**
(Fig. 3) Taula d'el·lipsoides de referència **25**
(Fig. 4) Coordenades Geogràfiques **27**
(Fig. 5) Quadrilàters de les Zones UTM **28**
(Fig. 6) Projeccions: Cilíndrica directa (A), Cilíndrica secant (B), Cilíndrica obliqua (C), Cilíndrica transversal (D), cònica directa tangent (E) i cònica directa secant (F). **29**
(Fig. 7) Projecció de Behrmann **30**
(Fig. 8) Projecció estereogràfica de Gall **30**
(Fig. 9) Projecció de Peters **30**
(Fig. 10) Projecció cilíndrica de Mercator **30**
(Fig. 11) Projecció de Mercator transversal **31**
(Fig. 12) Projecció Mercator Transversal Universal **31**
(Fig. 13) Projecció de Mollweide **31**
(Fig. 14) Projecció Eckert IV **31**
(Fig. 15) Projecció Eckert VI **32**
(Fig. 16) Projecció Sinusoïdal **32**
(Fig. 17) Projecció cònica de Lambert **32**
(Fig. 18) Projecció Polar **32**
(Fig. 19) Projecció homolosena de Goode **33**
(Fig. 20) Finestra de definició de classes d'entitat **42**
(Fig. 21) Finestra de definició d'atributs de les classes d'entitat **42**
(Fig. 22) Finestra de mapa dins l'entorn de treball de GEOMEDIA PROFESSIONAL. **44**
(Fig. 23) Llegenda **45**
(Fig. 24) Definició dels estils de visualització per a una línia **45**
(Fig. 25) Configuració d'un mapa temàtic **46**
(Fig. 26) Finestra de mapa visualitzant un mapa temàtic del prototipus **46**
(Fig. 27) Finestra de dades **47**
(Fig. 28) Una consulta **47**
(Fig. 29) Visualització en una finestra de dades del resultat d'una consulta **47**
(Fig. 30) Una finestra de composició **48**
(Fig. 31) Línia en procés de digitalització a partir d'una imatge raster **48**
(Fig. 32) Exemple de registre d'imatge **49**
(Fig. 33) Diagrama del Model de Dades **52**
(Fig. 34) Llegenda de les vies principals **57**
(Fig. 35) Llegenda de l'estat del trànsit **58**
(Fig. 36) Llegenda de l'estat del asfalt **58**
(Fig. 37) Errors al georeferenciar les ortofotos **63**
(Fig. 38) Ortofotos referenciades sense errors **64**
(Fig. 39) Detall de la vectorització del Circuit de Catalunya **65**
(Fig. 40) Detall d'un tram dels Túnels de Vallvidrera **66**
(Fig. 41) Interfície molt carregada. **67**
(Fig. 42) Interfície que mostra sols els elements necessaris. **67**
(Fig. 43) Vies principals de l'Àrea Metropolitana i el Vallès, Escala 1:1.787.016 ..... **71**
(Fig. 44) Vies principals de l'Àrea Metropolitana i el Vallès, Escala 1:1.077.974 ..... **72**
(Fig. 45) Vies principals de l'Àrea Metropolitana i el Vallès, Escala 1:104.967 ..... **73**
(Fig. 46) Vies principals de l'Àrea Metropolitana i el Vallès, Escala 1:100000 ..... **73**
(Fig. 47) Estat del trànsit a escala 1:408.483 ..... **73**
(Fig. 48) Estat del trànsit a escala 1:102.744 ..... **73**
(Fig. 49) Estat del trànsit a escala 1:30.370 ..... **73**
(Fig. 50) Estat del trànsit a escala 1:15.580 ..... **73**
(Fig. 51) Estat de l'asfalt, escala 1:142.078 ..... **73**

1 Introducció

L'objectiu final d'aquest projecte és la implementació d'un Sistema d'Informació Geogràfica (SIG) de carreteres.

Per aconseguir-ho és necessari adquirir una sèrie de coneixements previs, com nocions de cartografia o el funcionament del programari d'INTERGRAPH per a la construcció de SIGs: GEOMEDIA PROFESSIONAL versió 5.2.

Aquest projecte dissenya un prototip inicial d'un SIG de carreteres que representa una regió geogràfica petita però significativa de Catalunya per a demostrar les capacitats d'aquests tipus de programari.

El prototipus està orientat a l'administració, essent una eina que permetrà prendre decisions sobre vies de comunicació per al transport rodat, tant de persones com de mercaderies.

Als següents apartats es podran trobar els objectius del projecte, el seu abast, la planificació d'activitats, l'anàlisi de riscos i el seu pla de contingència, el calendari de treball i les principals fites del projecte.

1.1 Objectius

Una vegada dut a terme aquest projecte s'espera haver:

- Comprès què és un SIG.
- Estudiat el producte GEOMEDIA PROFESSIONAL i les seves possibilitats i limitacions.
- Estudiat conceptes de cartografia.
- Estudiat formats d'intercanvi d'informació geogràfica.
- Saber si GEOMEDIA PROFESSIONAL és un eina adequada per al SIG que es proposa.
- Construït el prototipus de SIG de carreteres.
- Provat el prototipus de carreteres en dos casos reals: estudi de mobilitat per al Gran Premi 2005 de Fórmula 1 al Circuit de Catalunya i estudi de la priorització del manteniment del ferm de la xarxa principal de carreteres de Barcelona.

1.2 Abast del Projecte

Es considera dins de l'abast d'aquest projecte:

1. Planificar les tasques a realitzar durant el projecte.
2. Estudi de les tecnologies i conceptes necessaris per a la construcció d'un SIG.
3. Implementar un prototipus de SIG de carreteres.
4. Proves del prototipus
5. Presentació i memòria de treball del projecte.

1.3 Planificació del projecte

1.3.1 Relació d'Activitats

1.3.1.1 Llançament del projecte

El dia 18 de setembre de 2004 té lloc la consultoria del projecte de final de carrera a la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB).

Com a resultat d'aquesta activitat s'obté el calendari definitiu del projecte en quant a presentació de PACs, treball i memòria.

També es defineixen les activitats bàsiques del projecte.

Durada: 2 hores.

1.3.1.2 Planificació del projecte.

S'elaborarà una planificació del projecte amb les tasques que cal desenvolupar al llarg del mateix.

Durada: 15 hores.
Inici: 18 de setembre de 2004
Final: 27 de setembre de 2004

Aquesta planificació pot ser modificada en funció dels problemes i inconvenients que puguin anar sorgint al llarg del mateix.
Durada de les modificacions i manteniment de la planificació: 8 hores.

1.3.1.3 Preparació de la PAC 2

Aquesta tasca inclou les activitats següents:

- Estudi de què és un SIG.
- Estudi de conceptes de cartografia.
- Estudi de formats d'intercanvi d'informació geogràfica.
- Cerca d'ortofotografies i dades geogràfiques.
- Obtenció de programari per a l'estudi de les dades geogràfiques.
- Preparació de la documentació per al lliurament de la PAC 2.

Aquestes activitats són explicades a continuació.

1.3.1.3.1 Estudi de què és un SIG.

En aquesta activitat l'objectiu final és comprendre què és un SIG, a qui va destinat, com emmagatzema la informació i com s'actualitza, com representa les dades que conté i en definitiva, les seves característiques.

Un cop realitzada es serà capaç de explicar quines són les diferencies entre un SIG i una base de dades que contingui coordenades geogràfiques o quines són les diferencies entre un SIG i un sistema CAD.

Durada: 8 hores.
Inici: 28 de setembre de 2004
Final: 30 de setembre de 2004

1.3.1.3.2 Estudi de conceptes de cartografia.

Cal tenir nocions de cartografia fonamentals a l'hora d'interpretar, tractar i representar la informació que alimentarà al SIG.

S'hauran de estudiar formes de representació d'una esfera sobre una superfície 2D així com els sistemes de coordenades usats en cartografia. Es centrarà l'estudi en les representacions i sistemes de coordenades usades per l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC).

Durada: 12 hores.
Inici: 1 de octubre de 2004
Final : 2 de octubre de 2004

1.3.1.3.3 Estudi de formats d'intercanvi d'informació geogràfica

S'estudiarà detalladament el format dels fitxers que podran trobar-se durant la realització del prototipus.
Es compararan els formats vectorials i els *raster*, analitzant les característiques de cadascun.
S'analitzaran els formats raster i vectorial següents: DXF, DGN, EXPORT, COVERAGES, GeoTIFF, MrSID.

Durada: 7 hores.
Inici: 5 de octubre de 2004
Final : 7 de octubre de 2004

1.3.1.3.4 Cerca d'ortofotografies i dades geogràfiques

Un cop comprès el contingut dels formats d'intercanvi d'informació geogràfica i tenint les nocions de cartografia caldrà trobar exemples i ortofotografies de zones de Catalunya susceptibles de ser representades al prototipus.

S'intentarà trobar informació el més detallada possible, doncs quan es construeixi el prototipus aquesta informació ja serà filtrada per mostrar únicament la que es consideri necessària.

Durada: 18 hores.
Inici: 11 de octubre de 2004
Final : 15 de octubre de 2004

1.3.1.3.5 Obtenció de programari per a l'estudi de les dades geogràfiques

S'intentarà aconseguir l'INTERGRAPH GEOMEDIA PROFESSIONAL i la seva documentació.

En el cas de no poder-lo aconseguir, es parlarà amb el consultor per a escollir algun altre programari de característiques similars.

Durada: 2 hores.
Seria necessari disposar del programari com a molt tard el 18 de octubre de 2004.

1.3.1.3.6 Preparació de la documentació per al lliurament de la PAC 2

Aquesta tasca es durà en paral·lel a la vegada que es fan les tasques 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5, 4.1.6 i 4.1.8.
Es prepararà el document a lliurar a la PAC 2.

Durada: 16 hores.
Inici: 27 de setembre de 2004
Lliurament per a revisió del consultor: 24 de octubre de 2004.
Final : 1 de novembre de 2004

1.3.1.4 Preparació de la PAC 3

Aquesta tasca inclou les activitats següents:

- Estudi dels manuals de GEOMEDIA PROFESSIONAL.
- Instal·lació i configuració de GEOMEDIA PROFESSIONAL.
- Disseny del model de dades.
- Configuració i preparació del GEOWORKSPACE.
- Elecció del gestor de bases de dades, instal·lació i configuració.
- Importació de les dades
- Disseny de la interfície d'usuari.
- Proves del prototipus.
- Preparació de la documentació per al lliurament de la PAC 3.

Aquestes activitats són explicades a continuació.

1.3.1.4.1 Estudi dels manuals de GEOMEDIA PROFESSIONAL

S'estudiarà el producte, esbrinant les seves característiques principals i les funcionalitats que ofereix.
S'analitzarà quins formats de dades geogràfiques permet importar així com les possibilitats de representació de la informació que ofereix.
S'estudiarà com es connecta GEOMEDIA PROFESSIONAL a una base de dades i amb quines ofereix conectivitat.
En paral·lel a aquesta tasca s'anirà preparant el maquinari i programari base per a la instal·lació de GEOMEDIA PROFESSIONAL.

Durada: 20 hores.
Inici: 18 de octubre de 2004
Final : 6 de novembre de 2004

1.3.1.4.2 Instal·lació i configuració de GEOMEDIA PROFESSIONAL

Un cop llegida la part de documentació que correspongui al capítol d'instal·lació i configuració s'instal·larà GEOMEDIA PROFESSIONAL i es configurarà el que es requereixi per al seu correcte funcionament.

Durada: 6 hores.
Inici: 22 de octubre de 2004
Final : 23 de octubre de 2004

1.3.1.4.3 Disseny del model de dades

Es definirà el model de dades del prototip, s'indicarà els elements a mostrar, tractar i relacionar.

Durada: 18 hores.
Inici: 28 de octubre de 2004
Final : 10 de novembre de 2004

1.3.1.4.4 Configuració i preparació del GEOWORKSPACE

Un cop complet el disseny, es configurarà el GEOWORKSPACE (entorn de treball geogràfic) per al prototipus.

Durada: 14 hores.
Inici: 12 de novembre de 2004
Final : 17 de novembre de 2004

1.3.1.4.5 Elecció del gestor de bases de dades, instal·lació i configuració

Un cop complet el disseny, s'escollirà el gestor de bases de dades (BBDD) més adient al prototipus. També s'estudiaran els models de metadades així com es guarda la informació geogràfica.

Durada: 4 hores.
Inici: 20 de novembre de 2004
Final : 20 de novembre de 2004

1.3.1.4.6 Importació de les dades

En aquest punt s'introduiran les dades cartogràfiques al prototipus.

Durada: 26 hores.
Inici: 22 de novembre de 2004
Final : 28 de novembre de 2004

1.3.1.4.7 Disseny de la interfície d'usuari

Es definiran les possibilitats d'interacció i visualització de l'usuari al prototip i s'implementarà.

Durada: 12 hores.
Inici: 29 de novembre de 2004
Final : 4 de desembre de 2004

1.3.1.4.8 Proves del prototipus

Es provarà el correcte funcionament del prototipus

Durada: 12 hores.
Inici: 4 de desembre de 2004
Final : 9 de desembre de 2004

1.3.1.4.9 Preparació de la documentació per al lliurament de la PAC 3

Aquesta tasca es durà en paral·lel a la vegada que es fan les tasques 4.1.8, 4.1.10, 4.1.11, 4.1.12, 4.1.13, 4.1.14, 4.1.15, 4.1.16, i 4.1.17 (aquesta ultima si es pogués fer).
Es prepararà el document a lliurar a la PAC2.

Durada: 8 hores.
Inici: 2 de novembre de 2004
Lliurament per a revisió del consultor: 2 de desembre de 2004.
Final : 9 de desembre de 2004

1.3.1.5 Memòria i presentació

Aquesta tasca inclou les activitats següents:

- Memòria.
- Presentació.

Aquestes activitats són explicades a continuació.

1.3.1.5.1 Memòria

Un cop fet el prototipus i basant-se en la documentació de la PAC 2, PAC 3 i el mateix prototipus es procedirà a documentar la memòria de pràctiques.

Durada: 18 hores.
Inici: 10 de novembre de 2004
Final : 9 de gener de 2005

1.3.1.5.2 Presentació

Es faran una sèrie de diapositives per a presentar el treball realitzat durant aquesta assignatura i el seu resultat (prototipus d'un SIG de carreteres).

Durada: 15 hores.
Inici: 10 de novembre de 2004
Lliurament per a revisió del consultor: 28 de desembre de 2004.
Final : 9 de gener de 2005

1.3.1.6 Tancament del projecte

El dia 25 de gener de 2005 té lloc el tancament de l'aula de projecte. Així doncs el projecte es tancarà aquesta data.

1.3.2 Anàlisi de riscos i pla de contingència

Amb la informació disponible al moment de iniciar el projecte s'identifiquen els següents riscos:

1. Risc Tecnològic

   RISC: Des de un punt de vista tecnològic, aquest projecte és del tot nou i no es disposa de cap experiència en projectes similars, això podria materialitzar-se en algunes estimacions temporals no gaire realistes.

   SOLUCIÓ: S'ha intentat valorar la duració de cada tasca tenint en compte la poca experiència.

2. Viatges

   RISC: Degut a requeriments de la feina de l'autor d'aquest treball, és molt probable la realització de viatges esporàdics de duració inferior a una setmana que puguin endarrerir algunes de les tasques planificades.

   SOLUCIÓ: Per a contrarestar-ho s'ha pactat amb la feina la necessitat de disposar d'ordinador i de connexió a Internet mentre s'està desplaçat.

3. Disponibilitat del programari

   RISC: Encara no es disposa del programari GEOMEDIA PROFESSIONAL per a poder començar el seu estudi, tot i que s'ha assegurat que es rebria, cap la possibilitat de no rebre'l o de rebre'l tard.

   SOLUCIÓ: Per a contrarestar-ho s'han buscat altres medis d'aconseguir-lo (com ara Internet).Una altra possibilitat seria la de canviar de programari quan arribi el moment de l'estudi del mateix si no estigués disponible.

4. PACs, exàmens i pràctiques d'altres assignatures.

   RISC: Imprevistos que poguessin sorgir en les PACS, exàmens i pràctiques de les altres assignatures que es cursaran alhora que aquesta. A més, si algun lliurament d'un enunciat es retardés podria afectar a la planificació del projecte.

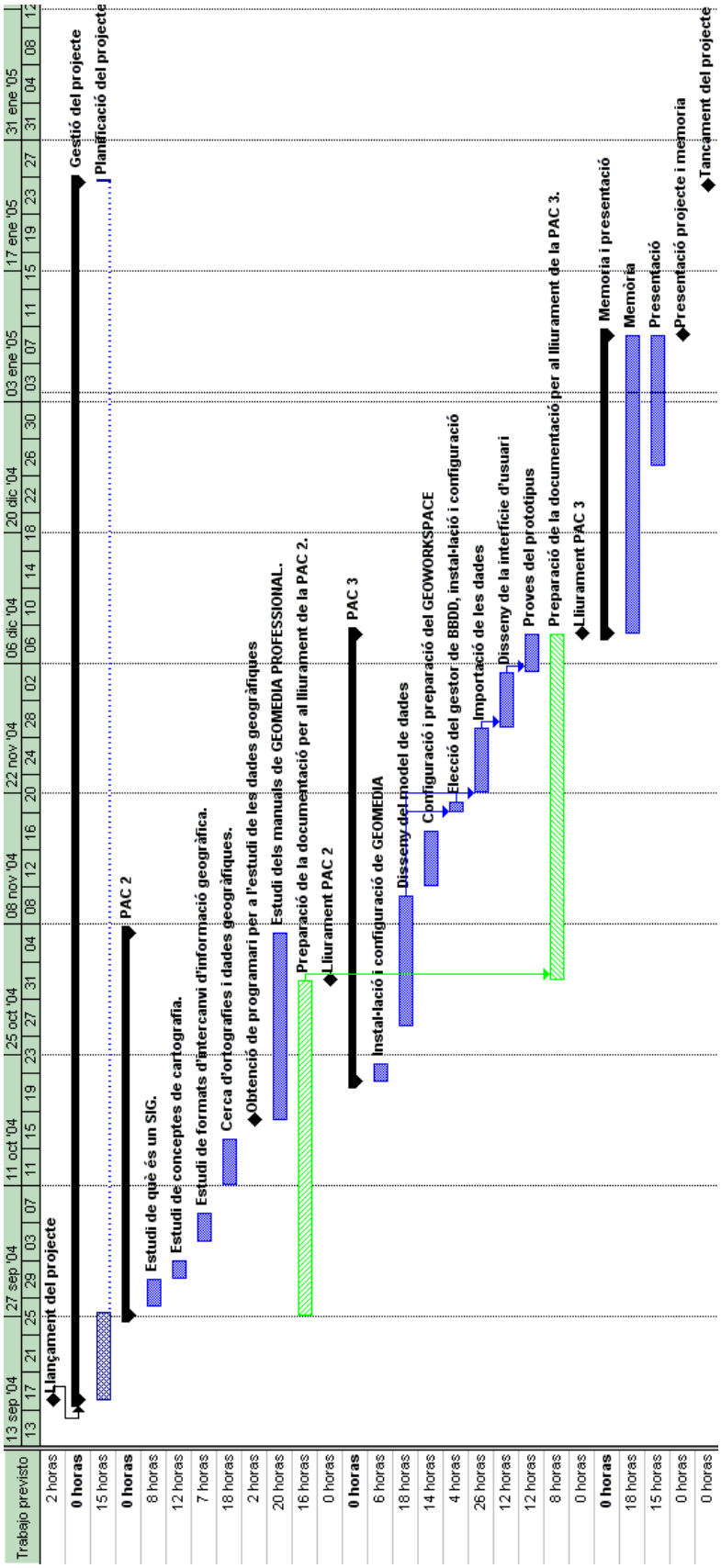
   SOLUCIÓ: Atès que es disposa del calendari de proves d'avaluació continuada (PACs), exàmens i pràctiques de les altres assignatures, es podran tenir en compte els dies i períodes que no podran ser dedicats al projecte. Si calguessin més dies l'autor es pot prendre dies de festa al treball.

5. Canvi de feina.

   RISC: Existeix la possibilitat de que l'autor canviï de feina durant la realització del projecte, provocant que al llarg d'un temps no es pugui dedicar al projecte.

   SOLUCIÓ: De produir-se aquest canvi de feina, inicialment podria endarrerir el projecte en gairebé una setmana, recuperant-la desprès ràpidament, alhora que guanyant més temps de dedicació al projecte, ja que desapareixeria pràcticament el risc de viatges.

1.3.3 Calendari de Treball



(Fig. 1) Evolució del projecte

1.3.4 Seguiment de la planificació

La planificació del projecte s'ha pogut seguir en generar. Algunes activitats però, no s'han pogut realitzar a la data prevista a causa de diversos viatges a Madrid, pràcticament cada dues setmanes, de 3-4 dies de durada."

Així, degut a la gran quantitat de feina que s'ha acumulat a l'empresa per a la qual treballa l'autor d'aquest projecte i el gran nombre de viatges i estances a Madrid, que també han fet que PACs i practiques d'altres assignatures que l'autor cursava el present semestre es veiessin retardades, s'han adoptat les mesures de contingència previstes, demanant a l'empresa dies festius per a poder seguir l'assignatura.

També s'ha recuperat el temps perdut els caps de setmana i ponts, com el de la Constitució, permetent de poder acabar el prototipus i provar-lo per a la PAC 3.

Un altre factor que ha afectat a la planificació del projecte ha estat l'obtenció de dades geogràfiques per al prototipus. Les dades , com per exemple les ortofotografies obtingudes a l'Institut Cartogràfic de Catalunya, ocupaven uns 7-8 Mbytes cadascuna, havent de descarregar-les a la matinada.

Tampoc s'havia contemplat el temps que s'ha hagut de dedicar a instal·lar el programari, com ara l'Oracle 9i, que es va rebre després de fer la planificació.

1.3.5 Fites Principals del projecte

S'han establert com a fites principals del projecte les que corresponen al correcte compliment de les activitats principals i que en cas de no ser complides afectarien el camí crític del projecte.

Les fites definides són les següents:

- Trobada presencial:
  Feta a la UOC i on el tutor va explicar en que consistiria aquest PFC.

- Planificació del projecte:
  El projecte ja ha estat planificat.

- Obtenció del programari:
  El programari va arribar abans i tot del que era esperat, podent avançar la seva instal·lació.

- Lliurament PAC 2:
  En finalitzar l'estudi de les tecnologies i camps de coneixements necessaris per a utilitzar GEOMEDIA PROFESSIONAL.

- Lliurament PAC 3:
  En enviar el document al consultor i rebre la seva aprovació.

- Presentació:
  En fer la presentació i lliurament de la memòria de projecte.

- Fi de projecte:
  En acabar el semestre vigent.

1.4 Avaluació del material requerit.

1.4.1 Maquinari

Els requisits maquinari són els següents:

- Pentium 3 o superior.
- 512 RAM
- 4 Gb de disc lliure
- Connexió a Internet

1.4.2 Programari

Els requisits programari són els següents:

- MICROSOFT WINDOWS 2000 PROFESIONAL o WINDOWS XP PROFESIONAL
- MICROSOFT WORD 2003
- MICROSOFT POWERPOINT 2003
- MICROSOFT EXCEL 2003
- MICROSOFT PROJECT 98
- MrSID
- INTERGRAPH GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2
- MICROSOFT VISUAL STUDIO 6.0
- ADOBE ACROBAT 5.0

1.4.3 Instal·lació de programari

S'ha instal·lat a la maquina de desenvolupament el següent programari:

- MICROSOFT WINDOWS 2000 PROFESIONAL Service Pack 4
- MICROSOFT WORD
- MICROSOFT POWERPOINT
- MICROSOFT EXCEL
- MICROSOFT PROJECT
- MICROSOFT ACCESS
- MICROSOFT INTERNET EXPLORER 6.0
- ORACLE 9i SERVER
- LIZARTECH MrSID VIEWER 2.0.0.50
- LIZARTECH MrSID *plugin* [1]per a INTERNET EXPLORER
- LIZARTECH DjVú *plugin* per a INTERNET EXPLORER
- INTERGRAPH GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2
- MICROSOFT VISUAL STUDIO .Net
- ADOBE ACROBAT 6.0
- ESRI ARCEXPLORER 2.0

S'ha detectat que LIZARTECH ja no té disponible per a descarrega el Visor de MrSID, però s'ha aconseguit obtenir-lo mitjançant webs que tenien còpia de l'instal·lable al seu propi servidor. De totes maneres LIZARTECH ofereix un *plugin* per a INTERNET EXPLORER que permet veure les imatges, però no permet la seva exportació a altres format com TIFF i això és una funcionalitat que potser es requerirà i que el Visor de MrSID 2.0.0.50 sí que suporta.

No es comptava instal·lar Oracle 9i, però ja que s'ha rebut s'ha instal·lat, això permetrà tenir-lo més en compte a l'hora de decidir quin SGBD utilitzar.

[1] *Plugin:* programa que es executat per un altre programa incorporant a l'ultim noves funcionalitats.

1.5 Productes Obtinguts

El producte final obtingut es un prototipus d'un SIG de carreteres, format pels següents arxius:

- Arxiu de GEOWORKSPACE: ***'carreteres.gws'***
- Arxiu de magatzem de dades: ***'carreteres.mdb'***
- Document de Memòria de projecte: ***'cvillaf_memoria.doc'***
- Presentació de projecte: ***'cvillaf_presentacio.ppt'***

2 Què és un SIG

2.1 Introducció

En aquest apartat es pretén explicar què és un SIG, per a què serveix, de quines tecnologies es val per als seus objectius i en què es diferencia d'altres programaris que tenen alguna similitud amb ells. Per a fer-ho es defineix el què és un SIG i es compara un SIG amb sistemes de teledetecció, cartografia automàtica, sistemes CAD i amb sistemes gestors de Bases de Dades.

L'apartat s'estructura en els següents punts:
- **Concepte de SIG**: on s'explica què és un SIG.
- **Els SIG versus sistemes semblants**: on es comparen els SIGs amb altres sistemes que hi tenen relació, com ara CAD o sistemes de teledetecció.

2.2 Concepte de SIG

Un SIG és un eina per a la gestió, anàlisi, visualització i estudi de coneixement geogràfic. Aquest coneixement el componen els següents conjunts d'informació:

- Mapes interactius
- Dades geogràfiques
- Models de geoprocessament
- Models de dades
- Metadades

Aquests elements es desenvolupen al llarg dels apartats següents.

Així doncs, el propòsit d'un SIG és el de proporcionar un entorn adequat per a permetre l'anàlisi de les dades geogràfiques, facilitant el procés de presa de decisions en aquells casos en què el component geogràfic és determinant.

2.2.1 Mapes interactius

Els mapes interactius proporcionen una visió interactiva de la informació geogràfica, permeten per tant buscar respostes a qüestions concretes i presentar un resultat d'aquestes respostes. Els mapes proporcionen a l'usuari la informació necessària per a interactuar amb la informació geogràfica.

2.2.2 Dades geogràfiques

Les dades geogràfiques inclouen informació vectorial i *raster*, models digitals del terreny, xarxes lineals, informació d'estudis topogràfics, topologia i atributs. Vectorial i *raster* són maneres de representar mapes en format digital, tal i com es veurà en el punt formats d'emmagatzematge de fitxers.

2.2.3 Models de geoprocessament

Els models de geoprocessament són fluxos de processos que permeten automatitzar tasques que es solen repetir freqüentment, permetent enllaçar uns models amb uns altres.

2.2.4 Models de dades

El model de dades a un SIG és més que un conjunt de taules relacionades en un Sistema Gestor de Bases de Dades (SGBD). Incorpora, com a altres sistemes d'informació, regles de comportament i d'integritat de les dades. Tant l'esquema, com el comportament i les regles d'integritat juguen un paper importantíssim en un SIG.

2.2.5 Metadades

Les metadades són les dades que descriuen la informació geogràfica, facilitant informació com ara qui és el propietari, quin és el format, quin és el sistema de coordenades o quina és l'extensió de la informació geogràfica.

Un catàleg de metadades permet a l'usuari organitzar, realitzar cerques i accedir a informació geogràfica compartida. Qualsevol catàleg de metadades ha de proporcionar eines per a generar, modificar i sincronitzar de manera automàtica la informació que descriuen les metadades.

2.3 Els SIGs versus altres sistemes semblants.

A continuació es comparen els SIG amb altres sistemes semblants o relacionats, ja que això ajudarà a tenir una major comprensió sobre el que un SIG engloba.

Existeix una certa dificultat a l'hora de fixar els límits dels SIGs davant d'altres eines informàtiques, com el CAD (*Computer Aided Design,* en català 'Disseny Assistit per Ordinador'), la cartografia automàtica, els SGBD o els sistemes de tractament d'imatges per satèl·lit. Tots aquests són anteriors als SIG, però atès que aquests han evolucionat a partir d'aquells, tenen molts punts en comú, tot i que també diferències notables.

És possible d'establir una diferenciació clara entre aquestes tecnologies observant quin és el seu objectiu. Per exemple:

- L'objectiu del CAD és generar la imatge d'un objecte, una casa o un esquema d'una xarxa viària.
- L'objectiu de la cartografia automàtica és molt semblant al del CAD, però el seu producte final és molt més concret:: Fer un mapa.
- L'objectiu d'un SGBD es el tractament de dades, disposant-les en forma de taules relacionades entre elles.
- L'objectiu del tractament d'imatges per satèl·lit o teledetecció és la interpretació dels valors de les radiacions emeses per la superfície terrestre i registrar-les mitjançant sensors remots.

Un SIG té com a principal objectiu la producció de nova informació a través de l'anàlisi de les dades que conté. Per a fer-ho, els SIGs poden combinar la tecnologia CAD per a introduir les dades vectorials al sistema, la tecnologia cartogràfica per a obtenir els mapes que s'hi introduiran i la

informació rebuda de sensors remots tant per a alimentar la base de dades d'on el SIG obté la informació que mostra sobre els mapes.

2.3.1 SIG vs. CAD

Els CAD són sistemes que permeten representar al detall des de simples objectes com una petita peça d'una màquina complexa, fins a plànols detallats d'un edifici o mapes de regions. Originalment, els CAD van ser creats per a dissenyar i crear nous objectes. Són eines de treball bàsiques per a dissenyadors, delineants, arquitectes o enginyers. El que ressalta d'ells són les funcionalitats gràfiques, per això es van fer servir també per a dibuixar mapes, estructurant-los en capes temàtiques, millorant el procés de producció tant en qualitat com en cost.

Segons explica Burrough a l'obra "Principles of Geographical Information Systems" (bibl. I) , la diferencia més notable entre un SIG i un CAD està en el major volum d'informació que manega el SIG; en la forma d'analitzar les dades mitjançant una base de dades; i en l'anàlisi espacial.

El que distingeix un SIG de un CAD és la capacitat del SIG per a integrar dades georreferenciades així com per a realitzar certes operacions d'anàlisi com l'anàlisi de proximitat i les superposicions de mapes.

2.3.2 SIG vs. Cartografia Automàtica

Els sistemes de cartografia automàtica permeten generar mapes a partir de dades obtingudes d'explorar una regió. Ofereixen grans avantatges a l'hora de realitzar cartografia d'alta qualitat.

Aquests sistemes es centren en el dibuix dels mapes, no en el seu anàlisi. La principal diferència amb els SIGs és que els sistemes de cartografia automàtica no generen topologia, això limita les capacitats d'anàlisi ja que els mapes són únicament dibuixos.

En sistemes de cartografia automàtica, els mapes generats es poden superposar, i s'hi veurien per exemple entrecreuaments de carreteres, però el sistema no té coneixement d'aquests encreuaments. D'altra banda, encara que aquests sistemes es puguin connectar a bases de dades, aquestes ni en són una part essencial.

2.3.3 SIG vs. Sistema Gestor de Bases de Dades

Un SGBD és un sistema desenvolupat per emmagatzemar, tractar i consultar informació mitjançant taules de dades organitzades en tuples que poden estar o no interrelacionades entre elles.

Pot tractar grans volums d'informació, però no té grans funcionalitats gràfiques.

2.3.4 SIG vs. Teledetecció

Els sistemes de teledetecció permeten obtenir dades en temps real a traves de sensors, tractar-les, emmagatzemar-les en un SGBD i realitzar operacions amb aquestes dades, essent possible de representar-ho gràficament.

Els sistemes de teledetecció són un camp cada cop més proper als SIGs, ja que es solen usar com a font de dades per a alimentar-los. Aquests sistemes estan dissenyats per a tractar la informació obtinguda, com podria ser a partir de sensors remots que captin algun dels tipus de radiacions emeses per la superfície terrestre, com per exemple el color o la temperatura. Es centren en la classificació de aquestes dades però no en el seu anàlisi, a més, els sistema de representació gràfica que incorporen no conté informació geogràfica.

3 Conceptes de cartografia

3.1 Introducció

En aquest apartat s'explicaran els conceptes bàsics de cartografia que són necessaris per a l'ús d'un SIG. Per a fer-ho s'introdueixen els problemes als que s'enfronta la cartografia en intentar representar una superfície a un espai 3D com és la Terra sobre una superfície a un espai 2D; els problemes que es troben en intentar representar un objecte tan gros com és la terra sobre una superfície diverses vegades més petita; els problemes a l'hora de localitzar i referenciar mitjançant coordenades un punt sobre l'objecte real a la seva representació.

L'apartat s'estructura en els següents punts:

- **Problemes als quals s'enfronta la cartografia**: Explica els problemes de representar un objecte 3D sobre una superfície 2D.
- **Sistemes de coordenades**: s'explica què és un sistema de coordenades, en què es basa com funciona i de quins components consta.
- **Sistemes de projecció**: s'expliquen els diferents mètodes de projecció existents i a continuació es mostren exemples dels principals sistemes de projecció.

3.2 Problemes als quals s'enfronta la cartografia

La cartografia és la ciència que permet representar sobre un pla una part de l'àmbit que resulta d'interès per al desenvolupament humà. Aquest àmbit és generalment una porció de territori terrestre, però pot estendre's a l'espai o d'altres cossos del cosmos com per exemple la superfície de la Lluna.

El problema principal amb el qual s'enfronta la cartografia és el de voler representar una porció de territori o tota la superfície de la Terra, que són superfícies corbes o gairebé esfèriques respectivament, sobre una superfície 2D com podria ser un paper: Les dades es deformen. S'ha de buscar un mètode de transportar aquestes dades d'un espai 3D a un 2D perdent el mínim d'informació possible i un sistema de correspondència de coordenades entre el model real i el representat. Això es resol mitjançant les projeccions, que són sistemes de traslladar l'àrea a representar sobre un paper.

Un altre problema amb el qual s'enfronta la cartografia és el de representar la gran extensió de la Terra en l'espai limitat d'un mapa. Això es resol mitjançant la utilització d'una escala, que permet ampliar o disminuir una superfície respectant les seves proporcions.

L'últim problema amb què s'enfronta és el de referenciar un punt de la superfície terrestre (que com ja s'ha dit, pateix deformacions al ser projectada), fent-lo correspondre sobre un mapa . Per a establir aquesta correspondència es fan servir els anomenats "Sistemes de coordenades".

3.3 Sistemes de coordenades

Els sistemes de coordenades permeten traslladar un punt qualsevol sobre la superfície a un mapa que la representa. Per a entendre com funcionen els sistemes de coordenades i l'error que poden tenir en intentar correspondre ambdós punts s'han de comprendre conceptes com ara què es un esferoide i què és el *datum*.

3.3.1 L'esferoide

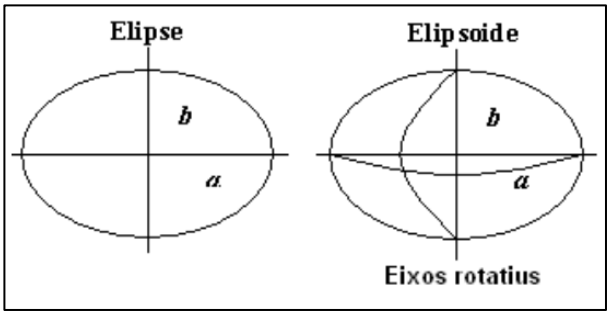
Si la Terra fos una esfera perfecta el problema de les coordenades seria senzill. Tanmateix, la seva superfície no forma una esfera perfecta, ja que s'eixampla cap a l'equador[2] i tant a les terres emergents com sota els mars i oceans hi ha muntanyes i depressions. Per aproximar la superfície de la Terra a un model matemàtic el més precís és adaptar la Terra a un sòlid de revolució obtingut a partir d'una el·lipse de referència. Com es pot veure a Fig. 3, existeixen varies el·lipses de referència estàndard essent cada país el que escull el que més s'assembli a la seva forma.

Els paràmetres necessaris per a definir l'el·lipsoide, tal i com es pot veure a la Fig. 2 són tres:

Radi polar = b

Radi equatorial = a

Aixafament = f = (a - b) / a



(Fig. 2) Paràmetres de l'el·lipsoide

A la següent taula podem trobar els el·lipsoides de referència utilitzats en diversos països:

El·lipse	a	f
Airy 1830	6377563.396	299.3249646
Bessel 1841	6377397.155	299.1528128
Clarke 1866	6378206.4	294.9786982
Clarke 1880	6378249.145	293.465
Everest 1830	6377276.345	300.8017
Fischer 1960 (Mercury)	6378166	298.3
Fischer 1968	6378150	298.3
G R S 1967	6378160	298.247167427
G R S 1975	6378140	298.257
G R S 1980	6378137	298.257222101
Hough 1956	6378270	297.0
International	6378388	297.0
Krassovsky 1940	6378245	298.3
South American 1969	6378160	298.25
WGS 60	6378165	298.3
WGS 66	6378145	298.25
WGS 72	6378135	298.26
WGS 84	6378137	298.257223563

(Fig. 3) Taula d'el·lipsoides de referència

El sistema GPS te com a referència nativa el WGS84, tot i que a Espanya l'IGN (Institut Geogràfic Nacional), el SGE (Servei Geogràfic del Exercit) i altres fonts fan servir l'Europeu de 1950 o ED50 (també anomenat 'EUR50 ? Western Europe').

[2] Equador: cercle màxim de la Terra que la divideix en dos hemisferis: el Nord i el Sud.

3.3.2 El *Datum*

Si l'esferoide defineix la forma de la Terra, el *datum* defineix la posició de l'esferoide en relació amb el centre de la Terra. Així doncs, per a trobar el datum es necessita:

- L'el·lipsoide.
- El punt fonamental: Punt on la Terra i l'el·lipsoide són tangents i on s'ha d'especificar longitud, latitud i acimut d'una direcció establerta des d'aquest. La longitud, la latitud i l'acimut són variables que permeten situar un punt en un espai 3D, en el punt següent s'explicaran aquests conceptes.

Existeixen dos tipus de *Datum*: centrat i local, el centrat té el centre de masses coincident amb el de la Terra, mentre que el local només és vàlid en determinades posicions geogràfiques.

3.3.3 Coordenades geogràfiques

Les coordenades geogràfiques determinen la posició d'un punt sobre la superfície terrestre fent servir dues dades numèriques anomenades latitud i longitud. Una xarxa de línies imaginàries, anomenades paral·lels i meridians, cobreixen la superfície de la Terra i formen la xarxa de coordenades geogràfiques.

Les dues línies imaginàries que es prenen com a referència són:

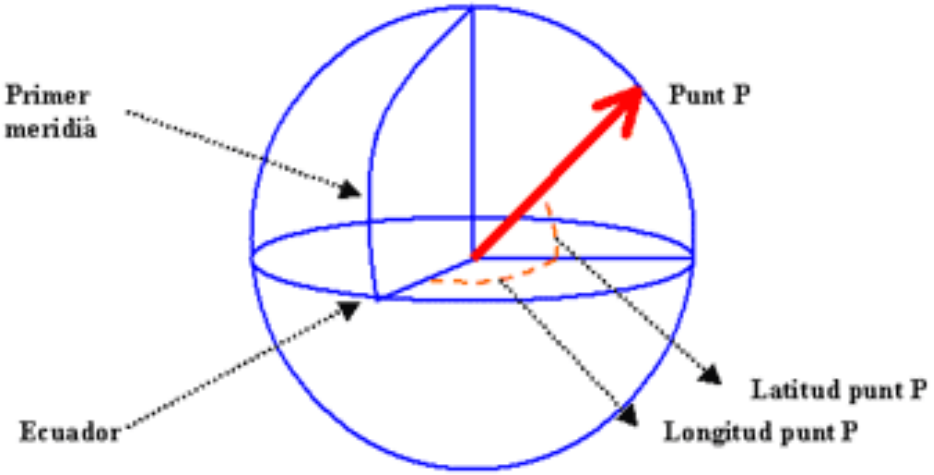
- L'**Equador**: És la circumferència màxima que envolta la Terra equidistant als dos pols i que divideix la Terra en dos hemisferis: Nord i Sud. Té una longitud de 40.068,66 km. Es pren com a origen per a determinar la latitud geogràfica de qualsevol punt situat sobre la Terra.

- El **meridià inicial**: Divideix la Terra en dues meitats: est i oest. Es pren com a origen per a determinar la longitud geogràfica de qualsevol punt situat sobre la Terra. També se'l coneix com a **meridià zero** o **meridià de Greenwich.**

La **latitud** és la distància angular[3] entre qualsevol punt de la superfície terrestre i l'equador. Assenyala si un punt es troba al nord o al sud de l'Equador. Es mesura en graus, minuts i segons. El seu valor oscil·la entre els 0º de l'Equador i els 90º dels Pols.

La **longitud** és la distància angular entre qualsevol punt de la superfície terrestre i el meridià inicial. Assenyala si un punt es troba a l'est o a l'oest del meridià inicial. Es mesura en graus, minuts i segons. El seu valor oscil·la entre els 0º i els 180º tant cap a l'est com cap a l'oest.

[3] Distància angular: l'angle que es forma entre dos punts de la superficie terrestre prenent com a referència el punt imaginari que representa el centre de la Terra.



(Fig. 4) Coordenades Geogràfiques

La intersecció d'un paral·lel i un meridià, tal i com es pot veure a Fig.4 mostra la situació concreta d'un punt sobre la Terra. És per això que quan es vol localitzar un indret es dóna el valor de les seves coordenades geogràfiques. Per exemple les coordinades de Sant Vicenç dels Horts són 2º 1' de longitud est i 41º 23' de latitud nord. La latitud i longitud de Sant Boi, seria 41º 20' N 2º 03' E.

3.3.4 Coordenades UTM[4]

Els mapes topogràfics moderns d'escala mitjana i petita només porten anotades les coordenades geogràfiques (latitud i longitud) d'aquells punts que se situen a cadascun dels quatre angles del mapa.

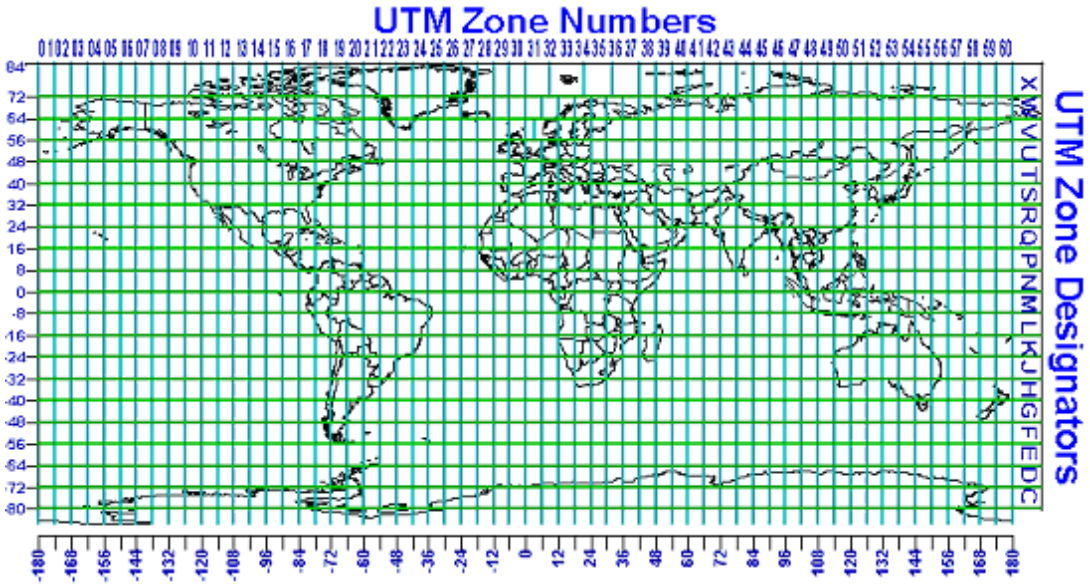
Les coordenades de referència que apareixen a cadascun dels segments laterals i superiors pertanyen al sistema internacional de coordenades.

Aquest sistema de coordenades només es fa servir en aquells mapes que representen una àrea compresa entre els 80ºS i els 84ºN. A partir d'aquestes latituds fins als pols s'utilitzen altres tipus de sistemes de coordenades.

Els mapes topogràfics estan dividits en un conjunt de quadrilàters, la unitat bàsica dels quals és el metre.

Als mapes 1:5.000 i 1:50.000 de l'ICC, a cadascun dels angles apareix, a banda de les coordenades geogràfiques, una altra numeració. Per exemple, al mapa del Baix Llobregat 1:50.000 apareixen a l'angle superior esquerre aquests números: 4.607.110,36, a la línia horitzontal i 399.173,46, a la línia vertical. El primer fa referència a la distància que hi ha en metres des de l'equador fins la línia superior horitzontal del sistema de coordenades UTM. El segon fa referència a la distància que hi ha en metres des del meridià inicial fins a la primera línia vertical del sistema de coordenades UTM. La intersecció d'ambdós números indicaria el punt exacte de la superfície terrestre on es situa l'angle superior esquerre del mapa.

[4] UTM: *Universal Traverse Mercator*: Es un sistema de projecció. (Veure punt 3.4.1.6)



(Fig. 5) Quadrilàters de les Zones UTM

La numeració de les línies que composen el sistema de coordenades UTM se simplifica fent desaparèixer les xifres referides a les unitats, desenes, centenes i mantenint la resta de xifres.

El format que presenta cada coordenada del sistema UTM és el següent: Una o dues xifres petites seguides de dues xifrés més grosses (xxXX).

Al mapa topogràfic de Catalunya 1:50.000 aquesta numeració es caracteritza perquè:

- El número de cada línia es situa a la seva dreta en el cas de les coordenades verticals i a sota en el cas de les coordenades horitzontals.
- Augmenta a mesura que hom es desplaça cap a l'est, és a dir, incrementa el seu valor d'esquerra a dreta.
- Augmenta a mesura que hom es desplaça cap al nord, és a dir, que incrementa el seu valor de baix a dalt.
- Cada línia representa una distància de 5 quilòmetres. Només apareixen les coordenades que acaben en 0 i en 5.

Cada quadrilàter de la xarxa UTM (veure Fig. 5) es designa pel valor de les coordenades del punt inferior esquerre.

El quadrilàter on se situa la població de Cervelló es designa per la intersecció de les línies $_{4}10$ i $_{45}80$. Sempre es posa en primer lloc el número que fa referència a la línia vertical. Aquests valors no són rés més que l'anotació reduïda de les coordenades 410.000 metres est i 4.580.000 metres nord.

Aquests números s'han d'escriure junts: $_{4}10$ $_{45}80$. D'aquesta manera s'anomena el quadrilàter.

Per a designar un punt es fa de la mateixa manera, però sempre fent referència a la dècima part d'un quadrilàter de la xarxa de coordenades, que és de 100 metres. Aleshores la representació incorpora els números decimals: $_{4}10.6$ $_{45}80.7$

3.4 Sistemes de projecció

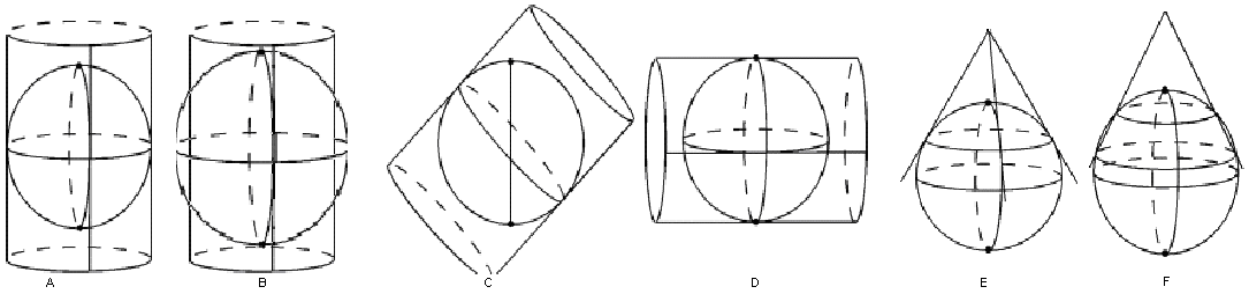
La millor manera de representar la superfície de la Terra seria sobre un esferoide o sobre la típica bola del món, però es molt menys pràctic que un mapa, i les pantalles dels ordinadors o dels dispositius mòbils són planes i en 2D. Per aquesta raó els cartògrafs fan servir diferents sistemes matemàtics anomenats 'projeccions', que són xarxes de meridians i paral·lels dibuixats sobre una superfície plana, per transportar una realitat esfèrica sobre una superfície plana. Però tota representació de la Terra sobre un mapa conté certes deformacions de la superfície degut a que el pas d'una superfície esfèrica a una de plana sempre provoca certes deformacions.

Per aquests motius existeixen diversos sistemes de projecció o mètodes de correspondència entre els punts del globus terrestre i el pla. Hi ha tres tipus bàsics segons les deformacions provocades:

- Projeccions conformes: Respecten la forma però no les superfícies.
- Projeccions equivalents: Respecten les superfícies però no les seves formes.
- Projeccions equidistants: Mantenen la distancia real entre tots els punts del mapa a partir del centre de projecció.

Cap projecció pot ser de tots els tipus alhora. En funció de la utilitat que es busqui s'escollirà un dels sistemes, encara que normalment es prefereix el conforme, ja que representa la forma real dels continents.
Classificant pel mètode de projecció trobem les següents classes de projecció:

- **Cilíndriques**: Projecció en la qual el focus es situa en el centre del globus, utilitza un cilindre tangent o secant a aquest com a pla de projecció que posteriorment desenrotlla. Les característiques comuns de totes les projeccions cilíndriques són els meridians representats per línies rectes paral·leles equidistants i perpendiculars als paral·lels, també rectes però espaiats diferentment en cada modalitat de projecció cilíndrica. Quan l'eix del cilindre de projecció és perpendicular a l'eix nord-sud del globus, la projecció cilíndrica pren la posició transversal. Quan la posició no és directa ni transversal s'anomena *obliqua*. (Veure Fig.6 A,B,C,D)
- **Pseudocilíndriques**: Projecció similar a la cilíndrica en la qual els meridians, en lloc de ser línies rectes paral·leles, són corbes.
- **Còniques**: Projecció inspirada en la perspectiva cònica que, amb el focus en el centre del globus, utilitza un con tangent o secant a aquest com a pla de projecció que posteriorment desenrotlla. Generalment l'eix del con es fa coincidir amb l'eix nord-sud del globus. (Veure Fig.6 E,F)
- **Azimutals**: Projecció en la qual el globus queda projectat sobre un pla que li és tangent o secant. Segons que el punt de tangència o el centre del cercle secant estigui situat en un pol, en l'equador o en un altre lloc, qualsevol projecció azimutal pren, respectivament, la posició polar, equatorial o obliqua.
- **Altres**: Altres mètodes de representar el globus o una part del mateix no classificables entre els anteriors.



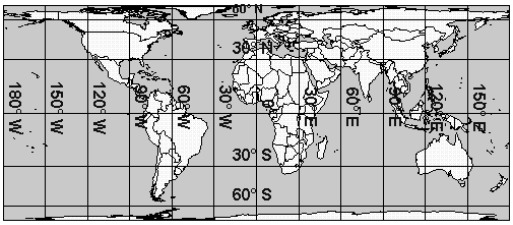
(Fig. 6) Projeccions: Cilíndrica directa (A), Cilíndrica secant (B), Cilíndrica obliqua (C), Cilíndrica transversal (D), cònica directa tangent (E) i cònica directa secant (F).

Tot seguit es donaran exemples de les projeccions més utilitzades classificant-les pel mètode de projecció:

3.4.1 Projeccions cilíndriques

3.4.1.1 Projecció de Behrmann

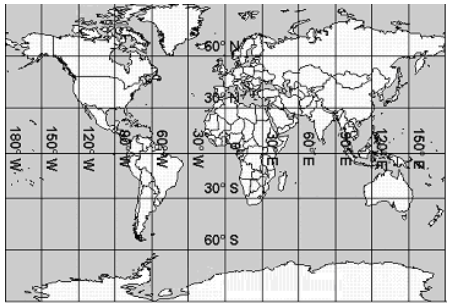
A la projecció de Behrmann les deformacions de forma i d'escala s'incrementen a mesura que el punt que es vol trobar s'allunya de la línia central, que en el cas de la projecció de Behrmann és el paral·lel 30 nord.



(Fig. 7) Projecció de Behrmann

3.4.1.2 Projecció estereogràfica de Gall

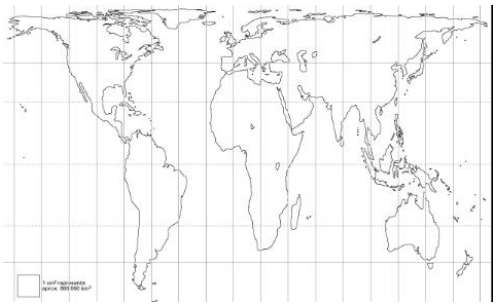
La projecció estereogràfica de Gall és el resultat de projectar la superfície de la Terra des de l'equador sobre un cilindre secant que intersecciona amb el globus 45 graus al nord i 45 graus al sud, reduint la distorsió de la distància, forma i àrea.



(Fig. 8) Projecció estereogràfica de Gall

3.4.1.3 Projecció de Peters

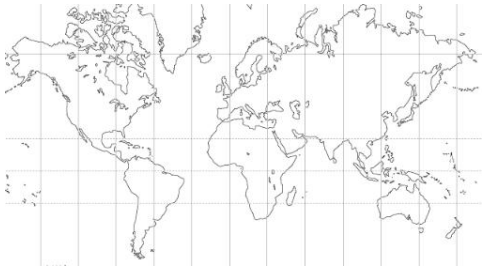
A la projecció de Peters la mida de les masses continentals està ben delimitada, però les seves formes han estat terriblement distorsionades i les distancies són molt imprecises.



(Fig. 9) Projecció de Peters

3.4.1.4 Projecció cilíndrica de Mercator

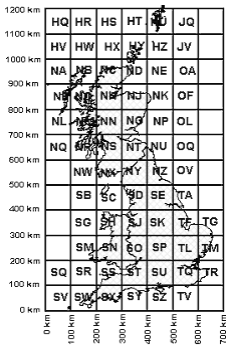
La superfície cilíndrica es tangent a la Terra per l'equador. Els meridians es representen per rectes paral·leles i equidistants, mentre que els paral·lels, representats per rectes perpendiculars als meridians són més propers entre ells com més gran sigui la latitud. Representa prou bé les zones càlides, però deforma i augmenta les distancies a les zones temperades i més encara a les fredes.



(Fig. 10) Projecció cilíndrica de Mercator

3.4.1.5 Projecció Mercator transversal

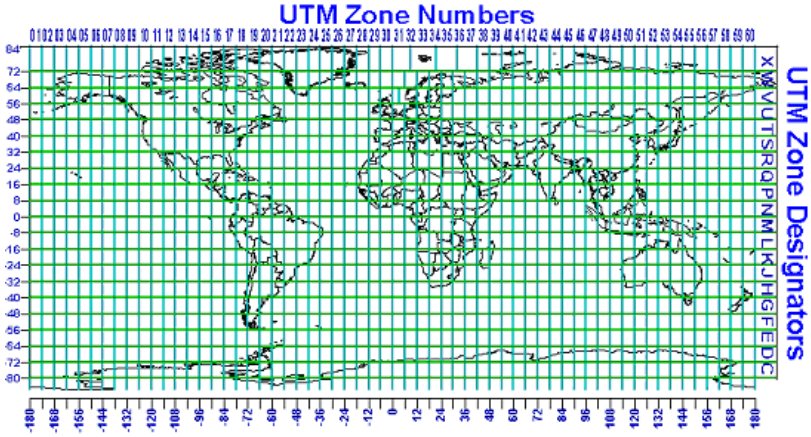
La projecció Mercator transversal és el resultat de projectar el globus sobre un cilindre tangent a un meridià. Els mapes Mercator Transversals es solen fer servir per a representar zones que són més altes (de nord a sud) que amples (de est a oest). Molts mapes nacionals es basen en aquesta projecció.



(Fig. 11) Projecció de Mercator transversal

3.4.1.6 Projecció Mercator Transversal Universal (UTM)

La projecció Mercator Transversal Universal (UTM) es fa servir per a dividir la superfície de la Terra en zones de 6 graus, cadascuna projectada fent servir la projecció Mercator Transversal amb el centre al meridià central de cada zona. Els números de zona UTM designen 60 posicions longitudinalment i les lletres de zona 20 posicions transversals. (Veieu el punt 3.1.4 per a més informació sobre UTM)

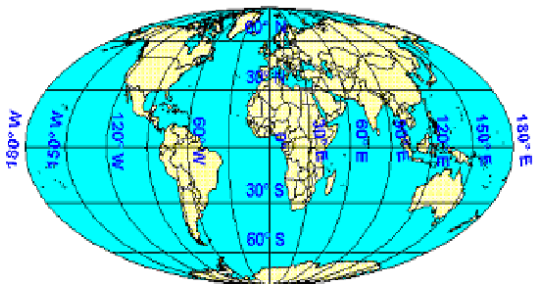


(Fig. 12) Projecció Mercator Transversal Universal

3.4.2 Projeccions Pseudocilíndriques

3.4.2.1 Mollweide

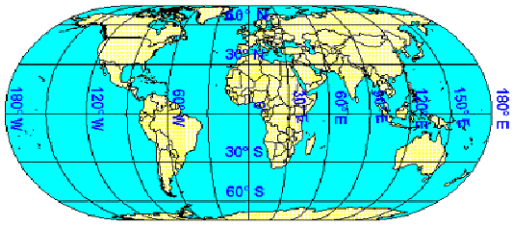
La projecció de Mollweide es fa servir per mapes del món. El meridià central és recte, els altres són arquejats. L'escala és real únicament sobre els paral·lels 40:44 N i 40:44 S.



(Fig. 13) Projecció de Mollweide

3.4.2.2 Eckert IV

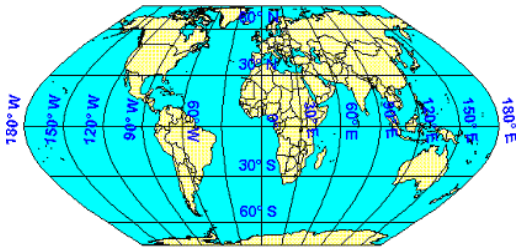
La projecció Eckert IV es fa servir per a mapes del món. El meridià central és recte, els meridians 180 són semicercles, els altres són el·lipses. L'escala és correcta sobre els paral·lels 40:30 Nord i Sud.



(Fig. 14) Projecció Eckert IV

3.4.2.3 Eckert VI

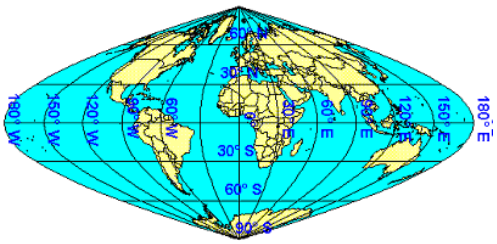
La projecció Eckert VI es fa servir per a mapes del món. El meridià central i tots els paral·lels són línies rectes, els altres meridians són corbes sinusoïdals. La distorsió de la forma s'incrementa als pols. L'escala és correcta als paral·lels 49:16 nord i sud.



(Fig. 15) Projecció Eckert VI

3.4.2.4 Sinusoïdal

La projecció sinusoïdal té els paral·lels i el meridià central recte. Els altres meridians són corbes sinusoïdals. L'escala es correcta només sobre el meridià central i els paral·lels.

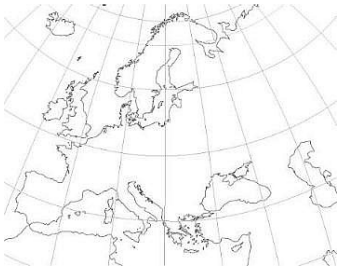


(Fig. 16) Projecció Sinusoïdal

3.4.3 Projeccions còniques

3.4.3.1 Projecció cònica de Lambert

Fa servir un con tangent a la superfície terrestre on l'eix coincideix amb el de la Terra. Els meridians són línies rectes concurrents i els paral·lels són arcs concèntrics centrats al punt d'intersecció dels meridians. És una projecció conforme.

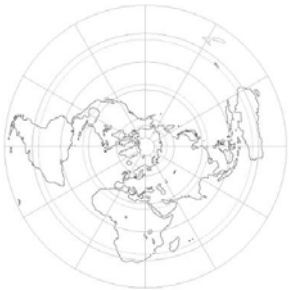


(Fig. 17) Projecció cònica de Lambert

3.4.4 Projeccions azimutals

3.4.4.1 Projecció Polar

Fa servir un pla tangent als pols. En aquest cas les dimensions en torn al pol són encertades, però es van distorsionant a mesura que hom s'allunya de la superfície terrestre on l'eix coincideix amb el de la Terra. És una projecció conforme.

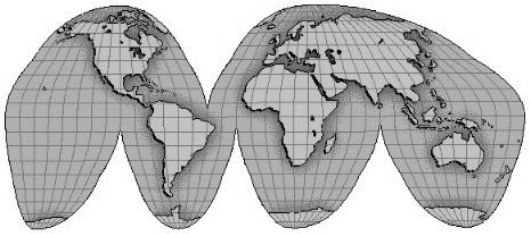


(Fig. 18) Projecció Polar

3.4.5 Altres tipus de projeccions

3.4.5.1 Projecció homolosena de Goode

És una projecció discontínua on la Terra es representa en parts irregulars ajuntades. Així s'aconsegueix mantenir la sensació d'esfera i una distorsió mínima de les zones continentals.



(Fig. 19) Projecció homolosena de Goode

4 Formats d'emmagatzematge de dades geogràfiques

4.1 Introducció

En aquest apartat es pretén donar una visió de com s'obtenen, emmagatzemen i s'intercanvien dades geogràfiques. Per a fer-ho s'explica d'una banda, com es poden obtenir les dades; i de l'altra, com es guarden en format digital.

L'apartat s'estructura en els següents punts:

- **Dades analògiques i dades digitals**: s'explica que són cada una i les seves característiques.
- **Tècniques de captura de les dades**: s'explica com es procedeix per a capturar informació analògica i digital.
- **Formats d'emmagatzematge de les dades**: s'enumeren i s'expliquen els principals formats d'emmagatzematge per a dades classificant-los en dos tipus: *raster* i vectorial.

4.2 Dades analògiques i dades digitals

El mapa en paper té l'inconvenient de que ofereix una visió estàtica i rígida del territori i a més conté moltes dades que fan que el seu tractament sigui difícil. No té la informació separada en capes i aquesta informació seria poc útil per a un SIG.

Al món real únicament existeixen dades analògiques, que són dades contínues on es poden fer infinites subdivisions, per tant no són dades fàcilment tractables per a un ordinador. Aquestes dades s'han de convertir a formats binaris o digitals, prenent mostres (o *samples*) de petites subdivisions, per a que un ordinador pugui emmagatzemar i tractar aquesta informació en unitats indivisibles de 0 i 1's.

Avui en dia hi ha moltes tècniques per capturar la informació del nostre entorn per a digitalitzar-la. Es més, es produeix una producció massiva d'informació digital. Aquestes dades han de guardar-se en formats que siguin coneguts per tothom i permetin la seva distribució.

El procés pel qual es converteixen dades analògiques en digitals s'anomena digitalització. D'altra banda el procés pel qual s'intenten trobar polígons a una imatge digitalitzada s'anomena vectorització.

4.3 Tècniques de captura de les dades

Hi ha diverses tècniques per capturar les dades gràfiques. Aquestes es divideixen principalment, segons el tipus de dades resultants en:

- ***Raster***: Conté informació digitalitzada d'una imatge mostrejada.
- **Vectorial**: Conté informació digitalitzada ubicant línies i polígons dins d'un espai de coordenades.

Algunes de les tècniques de captura de dades per obtenir-les en un format *raster* són:

- La digitalització amb un escàner
- La digitalització amb una càmera de vídeo
- La digitalització amb una càmera fotogràfica digital
- La digitalització amb sensors remots.

El més utilitzat és l'escàner, que és un aparell que permet la digitalització de les dades diferenciant en el plànol els diferents colors o tonalitats.

Pel que fa a la captura de dades gràfiques en forma vectorial la tècnica més utilitzada és la digitalització amb una taula digitalitzadora, que és un eina que permet anar definint punts, línies i polígons sobre una imatge informatitzada.

Altres maneres de generar aquesta informació són:

- La digitalització amb ratolí.
- La digitalització *raster* i posterior vectorització.
- La restitució analítica o analògica assistida per ordinador.
- Digitalització amb un sistema de posicionament global o local.

A diferència de les tècniques de captura d'informació en *raster*, les tècniques vectorials requereixen molt més temps i són més cares. Per exemple, la digitalització *raster* i la vectorització posterior es realitza amb aparells semiautomàtics ja que l'operari ha de controlar el que fa el programa de traspàs.

4.4 Formats d'emmagatzematge de les dades

4.4.1 Formats *raster*

Entre els formats *raster* podem trobar formats força coneguts com:

- **PC Paintbrush Exchange** (PCX)
  Format que guarda la imatge bit a bit.

- **Tagged Image File Format** (TIFF)
  Format que guarda la imatge bit a bit amb suport de compressió no agressiva[5].

- **Mapes de bits** (BMP)
  Format que guarda la imatge bit a bit, internament és molt similar al PCX i poc a poc el va substituint.

- **Graphics Intechange Format** (GIF)
  Format que guarda la imatge comprimint-la fent servir l'algorisme de domini públic LZH, creat per Haruyasu Yoshizaki l'any 1988.

- **JPEG JFIF** (JPG).
  Format que guarda la imatge buscant patrons de comportament i perdent informació (compressió agressiva), però amb l'avantatge d'ocupar molt poc espai.

- **Portable Network Graphics** (PNG)
  Format que guarda la imatge buscant patrons de comportament, però perdent menys informació que el JPG.

- **Targa TGA** (TGA)
  Format que guarda la imatge bit a bit invertida.

N'hi ha d'altres més orientats a emmagatzemar dades cartogràfiques com:

- **Band Interleaved by Line** (BIL)
  Format que guarda la imatge ordenant-la per línies, permetent una previsualització ràpida.

- **Band Sequential** (Band Sequential)
  Format que guarda la imatge de forma seqüencial.

- **MrSID** (SID)
  Format que guarda la imatge amb compressió no agressiva, optimitzat per al us en xarxa.
- **GEOTIFF** (TIFF)
  Format que guarda la imatge amb compressió no agressiva, afegeix al format TIF estàndard informació geogràfica.

[5] Compressió no agressiva: mètode de compressió de la imatge en què a partir de l'arxiu resultant es pot recuperar tota la informació.
Compressió agressiva: mètode de compressió de la imatge en què a partir de l'arxiu resultant no es pot recuperar tota la informació, perdent part de la qualitat i del detall de la imatge.

Tots aquests formats guarden la informació de cada punt un a un seqüencialment dins l'arxiu, ordenant i codificant cada punt segons l'especificació de cada format. Aquest és el problema que tenen aquests formats, ja que els arxius resultants solen ser enormement grossos i lents en carregar i visualitzar, especialment per xarxa.

Depenent de per a que es vol fer servir una imatge s'ha de triar el format que millor s'ajusta a les necessitats en cada cas. Per exemple, si treballem en xarxa probablement escollirem un format com el SID, que permet visualitzar ràpidament trossos de l'arxiu del que es vol carregar la imatge transferint únicament els trossos que li calguin.

4.4.2 Formats vectorials

Dins dels formats vectorials trobem que gairebé cada companyia de programari ha dissenyat el seu propi format. Entre els principals trobem :

- **Arc Export**
  Arc Export és un format per a transferir dades entre diferents versions d'ARC/INFO (un SIG), tant en ASCII com en format binari comprimit. Està sense documentar i teòricament només funciona amb productes de la companyia ESRI.

- **AutoCAD Drawing Files (DWG)**
  DWG es el format intern i propietari d'AutoCAD®, que és un programari CAD. Tot i que és propietari, AutoCAD pot convertir un fitxer DWG a DXF (descrit més avall) sense perdre informació.

- **Autodesk's Data Interchange File (DXF)**
  DXF és probablement el format que més es fa servir per a transferir dades vectorials entre diferents sistemes, ja que és el més conegut arreu del món. Conté una informació molt completa sobre com mostrar la imatge i pràcticament qualsevol programari de tractament o visualització d'imatges vectorials el pot llegir.

- **MapInfo Data Transfer Files (MIF/MID)**
  MIF/MID és un estàndard que fa servir MapInfo, un sistema de visualització de mapes d'escriptori.

- **MapInfo Map Files**
  És un format no documentat i propietari que no es pot fer servir fora d'un sistema MapInfo.

- **MicroStation Design Files (DGN)**
  És un format ben documentat i estandarditzat de MicroStation que pot fer-se servir per a transferir dades.

- **Spatial Data Transfer System (SDTS)**
  És un nou format desenvolupat pel govern dels Estats Units. Les dades poden guardar-se en format ASCII, però generalment es guarden en binari.

5 Cerca d'ortofotografies i dades geogràfiques

Per a la obtenció ortografies, topografies i dades geogràfiques s'han fet servir els recursos que proporciona l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC).

L'ICC permet la descàrrega d'ortofotos, topografies i altres tipus d'informació geogràfica.

També es pot trobar informació a la web de l'I.G.M.E., que està allotjada dins la web del Ministeri de Foment (Institut Geològic i Miner d'Espanya).

S'ha disposat de un mapa general de carreteres de Catalunya i d'ortofotos de la zona compresa en el triangle definit per Terrassa, Castelldefels i Cardedeu.

S'han aconseguit alguns mapes topogràfics d'aquestes zones, però el volum que ocupen és més que considerable: cada fitxer ocupa uns 7 Megabytes de mitjana.

A més s'ha trobat el problema de que no sempre es rep el enllaç abans de que caduqui i les descarregues s'han de fer a una hora que no hi hagi gaire tràfic per Internet, com pot ser mitjanit.

Així doncs es disposa de mapes *raster* de la zona de Catalunya per a la que es vol fer el SIG.

No s'ha trobat informació vectorial útil, així totes les dades vectorials s'han digitalitzat sobre les imatges *raster* directament. Ha estat un procés força laboriós, ja que ha implicat resseguir les línies de totes les carreteres (aquestes dos cops, una per a cada sentit), comarques i municipis presents al prototipus.

6 Eines utilitzades per al desenvolupament del SIG

En aquest apartat s'expliquen quines són les eines utilitzades per a la realització del PFC, indicant per a que serveixen i quines funcionalitats d'aquestes eines s'han utilitzat per a la realització del treball.

Les eines utilitzades, que són explicades a continuació són:

- **GEOMEDIA PROFESSIONAL**
- **GLOBAL MAPPER**
- **MrSID VIEWER**
- **MrSIDDECODE**
- **MICROSOFT PAINT**
- **XNVIEW**

6.1 GEOMEDIA PROFESSIONAL

GEOMEDIA PROFESSIONAL versió 5.2.20.26 ha estat el programari base sobre el qual s'ha desenvolupat el SIG de carreteres, objectiu d'aquest projecte.

GEOMEDIA és el nom d'una tecnologia SIG de nova generació que INTEGRAPH va crear l'any 1996. Els criteris bàsics que es van tenir en compte des del seu inici són:

- Funcionament en entorn WINDOWS.
- Accés en temps real i sense necessitat de conversió a tots els formats SIG i CAD del mercat.
- Emmagatzematge d'informació gràfica i alfanumèrica a Bases de Dades.
- Programació en els llenguatges estàndard del mercat, com ara Visual Basic o Visual C++.

Seguint aquesta filosofia apareix GEOMEDIA PROFESSIONAL, que representa per a INTERGRAPH la culminació d'anys de treball en el desenvolupament d'un estàndard SIG per a l'administració, la indústria i l'ensenyament.

GEOMEDIA PROFESSIONAL permet, fent servir la tecnologia WINDOWS, recollir dades SIG, compartir-les dins d'una base de dades corporativa i convertir-les en informació clara i precisa en forma de mapes, per al seu ús i distribució dins de tota l'empresa; fent possible connectar-se a una gran varietat de magatzems de dades SIG (anomenats WAREHOUSES) alhora. A més, conté eines intel·ligents de captura i edició de dades geogràfiques, juntament amb d'altres que permeten la creació de complexos anàlisis espacials.

Les característiques principals d'aquest SIG són:

- Captura, automatització i manteniment de dades.
- Manipulació de dades corporatives.
- Anàlisis espacial avançat.
- Producció de mapes.
- Generació d'informes.
- Anotacions en plànols.
- Creació de presentacions.
- Integració amb el paquet Office de Microsoft.
- Suport de Bases de Dades Access, SQL Server, Oracle i DB2.

6.2 GLOBAL MAPPER

GLOBAL MAPPER en la versió 5.0 s'ha fet servir per a convertir dades geogràfiques trobades a Internet en formats llegibles per GEOMEDIA PROFESSIONAL.

GLOBAL MAPPER és un visor shareware de dades geogràfiques que suporta formats com: DLG-O, DRG, DOQ, DEM, DGN, DXF, SDTS DLG, SDTS DEM, ECW, MrSID, ESRI Shapefiles, E00, MapInfo MIF/MID, MapInfo TAB/MAP, GTOPO30, TerrainBase, SRTM, ETOPO2, ENVI DEM, JPG, PNG, BIL, BSQ, BIP, XYZ, Tiger/Line, Arc Vector Coverages, VPF (VMAP, DNC), S-57, ADRG, CADRG, CIB, JPEG2000, GIF, NOS/GEO, Garmin PCX5, GPX (GPS eXchange Format), OziExplorer WPT/PLT ó Zmap Plus Grids.

GLOBAL MAPPER permet convertir els formats anteriors a DXF, BMP, JPEG o CSV entre d'altres.

A més de ser un potent conversor de formats té suport per a dispositius GPS i de digitalització.

6.3 MrSID VIEWER

MrSID VIEWER, de LIZARDTECH s'ha fet servir per a visualitzat i convertir dades en format SID.

MrSID VIEWER es un visualitzador i conversor de formats SID i TIFF georeferenciats.

6.4 MRSIDDECODE

MRSIDDECODE, de LIZARDTECH s'ha fer servir per a convertir formats SID a TIFF disminuint el nivell de detall.

MRSIDDECODE permet convertir de format SID a TIFF i JPG disminuint el nivell de detall en processos *BATCH* mitjançant *SCRIPTS* .CMD de Windows NT.

6.5 MICROSOFT PAINT

MICROSOFT PAINT s'ha fet servir per a retocar i crear alguns dels símbols que apareixen al SIG, com ara senyals de peatge , àrees de servei o radars de carretera.

MICROSOFT PAINT és un eina simple que permet editar imatges no gaire complexes. MICROSOFT distribueix aquesta eina dins el sistema operatiu WINDOWS.

6.6 XNVIEW

XNVIEW s'ha fet servir per a visualitzar documents d'ajuda i suport a la vectorització i referenciació d'entitats de GEOMEDIA PROFESSIONAL com ara plànols de carreteres.

XNVIEW és un visor de múltiples formats *raster* gratuït.

7 Estudi dels manuals de GEOMEDIA PROFESSIONAL

En aquest apartat s'expliquen les bases de funcionament de GEOMEDIA PROFESSIONAL, és a dir, com s'hi introdueixen dades, com anomenen els elements que es poden trobar en un projecte, com es creen magatzems de dades i com els anomena GEOMEDIA o altres conceptes com els estils i les consultes de dades.
El seu objectiu és introduir al lector als elements principals que es troben a GEOMEDIA PROFESSIONAL, explicant què són, per a què serveixen i com s'anomenen.
Les fonts d'informació consultades en aquest punt han estat els arxius de documentació de GEOMEDIA PROFESSIONAL.

El punt s'estructura en els següents apartats:
- **GEOWORKSPACES**: S'expliquen què són i per a què serveixen els arxius de treball de GEOMEDIA PROFESSIONAL.
- **Magatzems**: S'explica què són, quins tipus hi ha i en quin estat es poden trobar els magatzems de dades.
- **Entitats, classes d'entitat**: S'explica què són i de quins tipus poden ser.
- **Sistemes de coordenades**: S'explica quins tipus de sistemes de coordenades suporta GEOMEDIA PROFESSIONAL.
- **Finestres de mapa**: S'explica què són i s'en posa un exemple.
- **Llegendes**: S'explica què són i la seva relació amb les finestres de mapa i amb els estils de visualització.
- **Estils de visualització**: S'explica què són i quins tipus d'estils es poden definir.
- **Mapes temàtics**: S'explica què són i la seva utilitat, il·lustrant-ho amb un exemple.
- **Finestres de dades**: S'explica què són i el que contenen.
- **Finestres de composició**: S'explica què són i per a què serveixen.
- **Digitalització de dades**: S'expliquen les possibilitats que ofereix GEOMEDIA PROFESSIONAL en aquest aspecte.
- **Registrar imatges**: S'explica com es registren les imatges amb GEOMEDIA PROFESSIONAL.

7.1 GEOWORKSPACES

Un GEOWORKSPACE és un fitxer que serveix per a treballar i veure les dades geogràfiques. Si el GEOWORKSPACE està connectat amb un magatzem (concepte que s'explica al punt 3.2) permet col·locar les dades i manipular-les.

El GEOWORKSPACE conté referències a totes les dades del SIG, dades tant importants com:
- La configuració de l'entorn de treball.
- Els enllaços a magatzems (veure apartat 7.2).
- Les finestres de mapa (veure apartat 7.6), dades (veure apartat 7.10)i composició existents (veure apartat 7.12).
- Els directoris de treball.
- Les llegendes (veure apartat 7.7).

7.2 Magatzems

Un magatzem és una font de dades geogràfiques per a GEOMEDIA PROFESSIONAL. Cada magatzem conté un únic format de dades geogràfiques: Access, MGE, FRAMME, MGE Segment Manager, ARC/INFO, Oracle, ArcView, MapInfo, MGDM i CAD, que són els tipus de magatzem als quals es pot connectar GEOMEDIA PROFESSIONAL.

GEOMEDIA PROFESSIONAL permet establir connexions amb diversos magatzems alhora, per exemple es podria connectar amb un magatzem MGE, un de FRAMME i veure les dades combinades de tots ells en un únic mapa integrat.

Cada magatzem pot configurar-se de tres maneres diferents:

- **Connexió tancada**: El magatzem està definit però no es pot accedir a les dades que conté.
- **Connexió oberta en mode sols lectura**: El magatzem està definit i es pot accedir a les dades que conté però no es poden modificar ni crear-ne de noves.
- **Connexió oberta en mode lectura i escriptura**: El magatzem està definit i es pot accedir i modificar les dades que conté així com crear-ne de noves.

En el cas de gestors de bases de dades com ORACLE o SQL SERVER només es poden modificar les dades si l'usuari amb el qual s'ha fet la connexió té permisos d'escriptura sobre la base de dades. GEOMEDIA PROFESSIONAL no viola en cap cas els mecanismes de seguretat propis de cada base de dades.

7.3 Entitats

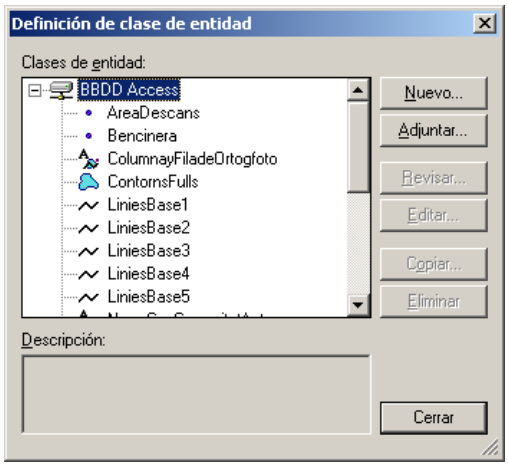
Una entitat és un element geogràfic que es representa al mapa amb una geometria i té definits uns atributs alfanumèrics dins el magatzem.

Podríem fer un símil d'entitat equiparant-la amb una tupla dins una taula d'una base de dades, però això només serviria per a la part dels atributs alfanumèrics que té definits.

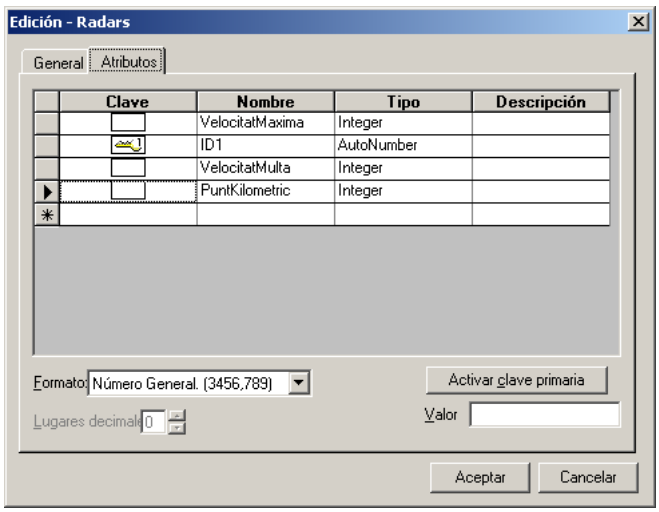
7.4 Classes d'entitats

Una classe d'entitat és la classificació on s'assigna cada instància d'una entitat.

Les classes d'entitat es defineixen des de la finestra '*Definicion de clase de entidad*' (veure Fig. 20). La classe d'entitat definirà els atributs no gràfics, el sistema de coordenades i el tipus de geometria que tindrà cada entitat que tingui associada.



(Fig. 20) Finestra de definició de classes d'entitat



(Fig. 21) Finestra de definició d'atributs de les classes d'entitat

D'atributs no gràfics (veure Fig. 21) poden definir-se els que calguin, amb l'única limitació dels tipus de dades següents:

- *Text*: Valor alfanumèric amb una longitud determinada a especificar quan es crea l'atribut.
- *Memo:* Valor alfanumèric sense longitud determinada.
- *Autonumber*: Camp autonumèric que s'incrementa per a cada nova entitat de la classe d'entitat.
- *Byte*: Enter amb longitud de 8 bits.
- *Integer*: Enter amb longitud de 32 bits.
- *Long Integer*: Enter amb longitud de 64 bits.
- *Single*: Decimal amb precisió de 32 bits.
- *Double*: Decimal amb precisió de 64 bits.
- *Currency*: Decimal amb unitats monetàries.
- *Boolean*: Valor booleà que només pot prendre el valor cert o fals.
- *Date*: Data i temps.

De sistemes de coordenades se n'ofereix un ampli ventall, atès el gran nombre de possibilitats que aporta GEOMEDIA PROFESSIONAL en aquest sentit, possibilitant també la creació d'un sistema de coordenades fixant cada paràmetre manualment. Els sistemes de coordenades s'expliquen al punt 3.5.

Es poden definir els següents tipus de geometria per a les classes d'entitat:

- **Punt**: Un punt.
- **Línia**: Una línia.
- **Àrea**: Una regió delimitada per línies.
- **Compost**: Una regió composta: Combinació de punt, línia i àrea en sota una mateixa entitat.
- **Imatge**: Una imatge.
- **Text**: Un text com ara el nom de la capital de província.
- **Cap**: L'entitat no podrà ser representada al mapa, útil per a crear classes d'entitat que només contenen atributs alfanumèrics.

Podríem fer un símil de classe d'entitat equiparant-la amb una taula dins d'una base de dades, on cada instància d'entitat seria una tupla dins d'aquesta taula. Com s'ha comentat a l'apartat anterior, això només serviria per a la part dels atributs no gràfics que té definits.

7.5 Sistemes de coordenades

GEOMEDIA PROFESSIONAL proporciona diferents sistemes de coordenades per a la visualització de les dades, el sistema de coordenades es pot canviar pel que millor s'adapti a les dades que es volen carregar.

Es pot escollir el tipus entre: Geogràfica, Projecció o Geocèntrica.

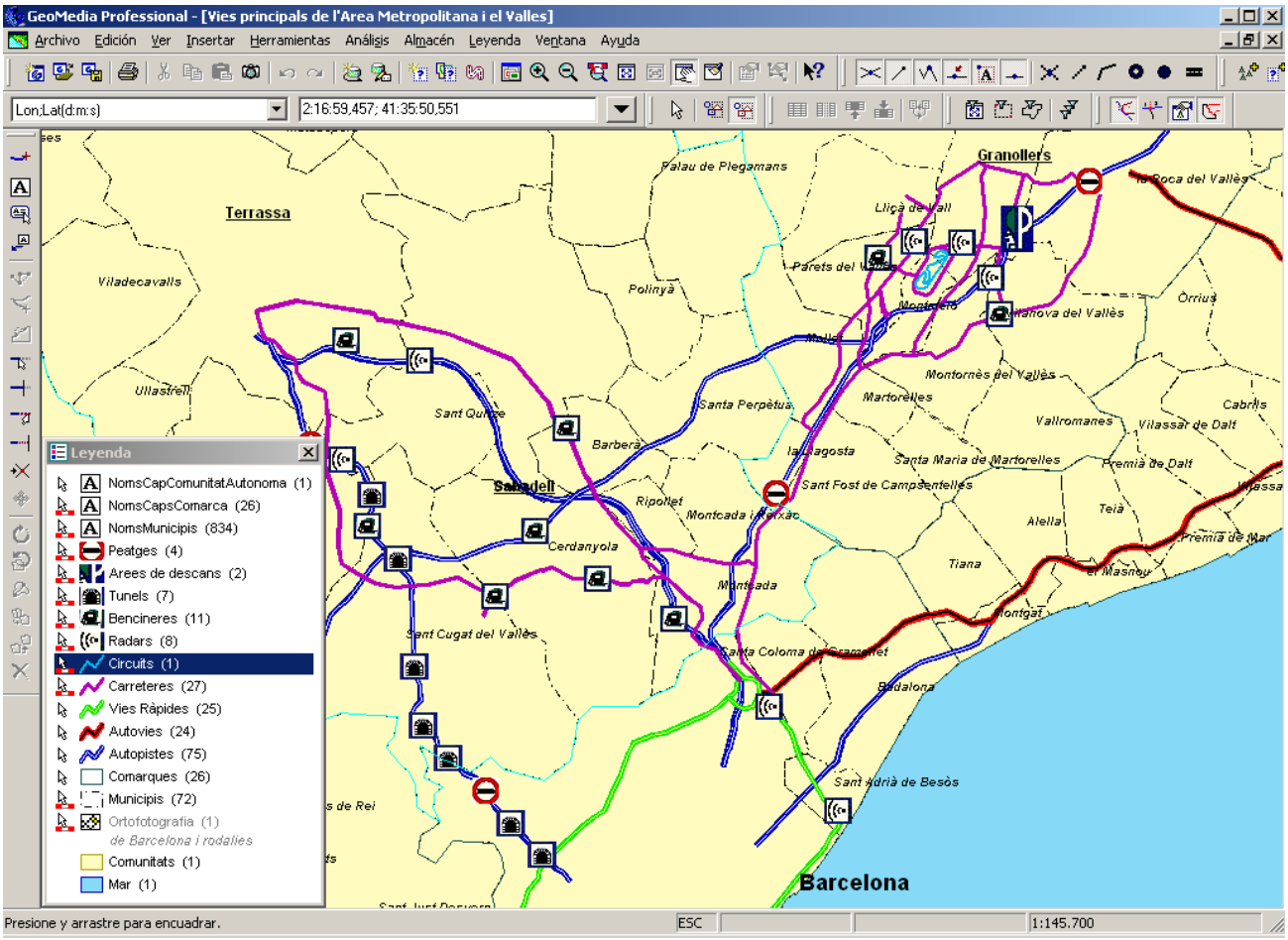
Es pot escollir la projecció entre més de 40 tipus de projeccions i definir els seus paràmetres, així com el *datum* i l'el·lipsoide de referència.

Es poden escollir les unitats de mesura i els seus formats.

S'han de configurar els sistemes de coordenades del GEOWORKSPACE i de les classes d'entitat que conté. de manera que tot estigui en el mateix sistema de coordenades, en cas contrari les dades que es mostrarien serien incongruents i imprecises.

7.6 Finestres de mapa

Les finestres de mapa són aquelles finestres que mostren un mapa combinant els elements que indica la llegenda (concepte que es veurà al punt 3.7) que té associada.



(Fig. 22) Finestra de mapa dins l'entorn de treball de GEOMEDIA PROFESSIONAL.

7.7 Llegendes

La llegenda és el centre de control interactiu que determina què es visualitza i com a la finestra del mapa. Mitjançant la llegenda es pot controlar quins objectes del mapa es visualitzaran i quin aspecte tindran mitjançant estils de visualització, com es pot veure al punt següent.

A la llegenda poden afegir-se elements com ara: Classes d'entitat, imatges, resultats de consultes o visualitzacions temàtiques (concepte que s'explica més endavant).

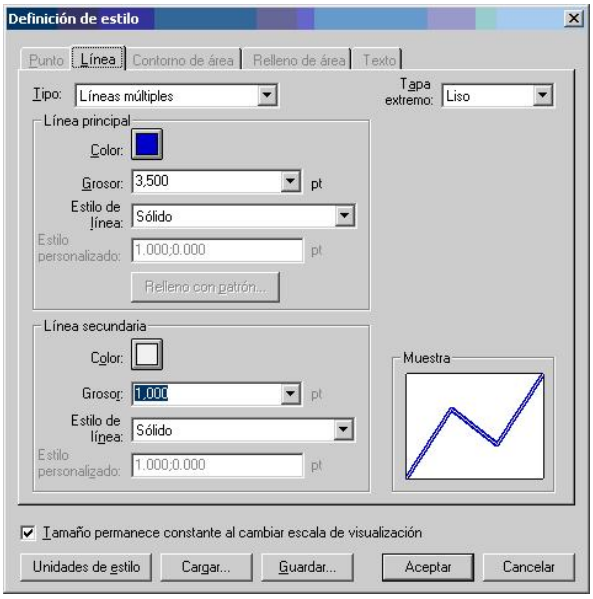
(Fig. 23) Llegenda

7.8 Estils de visualització

Es poden definir els estils de visualització de cada element de la llegenda, com per exemple: El color, el gruix de les línies, el color de fons, si té el fons transparent o la imatge *raster* que representa a cada instància de l'element al mapa.

A més de tot això es pot definir si un element de la llegenda és visible o no visible o fer que un element únicament sigui visible si l'escala de visualització del mapa compleix uns requisits.

Els paràmetres dels estils de visualització es poden modificar des de la finestra '*Definición de estilo*'. (veure Fig.24)



(Fig. 24) Definició dels estils de visualització per a una línia

7.9 Mapes temàtics

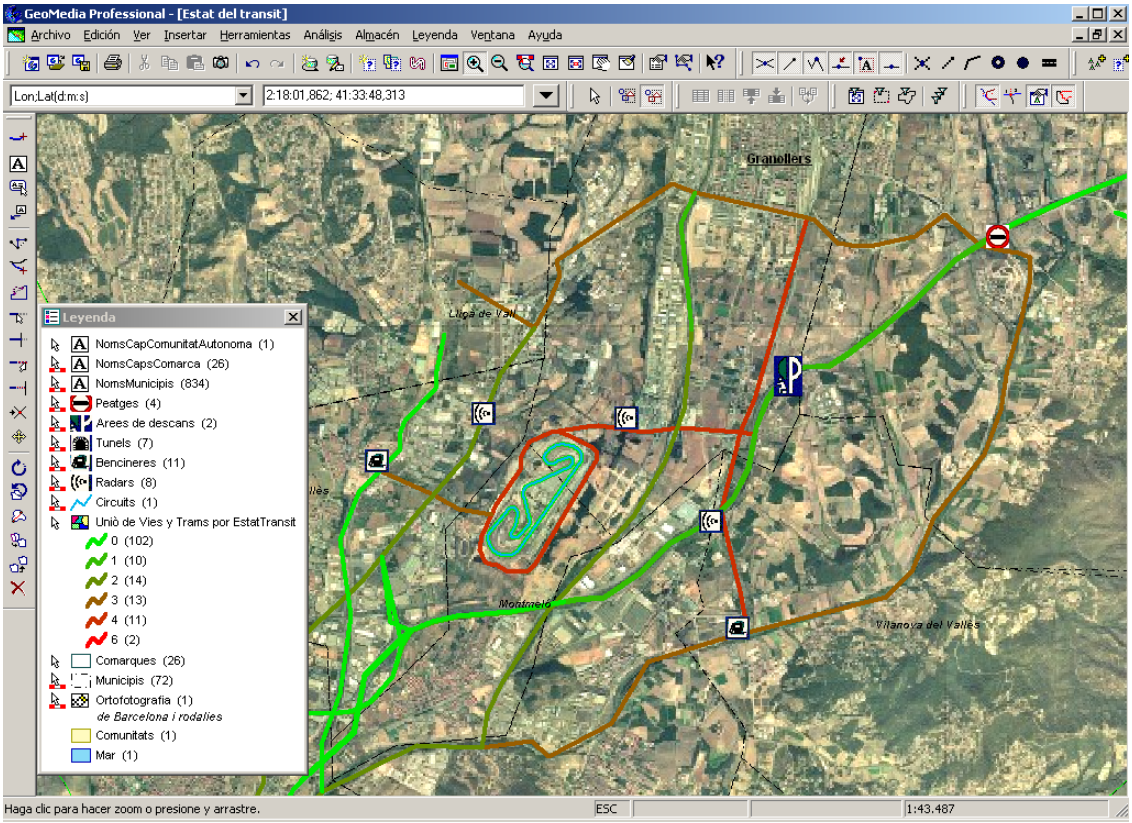
Un mapa temàtic fa servir colors i patrons per a mostrar característiques especials i la distribució d'entitats a la finestra del mapa. Això s'aconsegueix fent servir els atributs relacionats amb l'entitat, que en el seu conjunt definiran les característiques de la mateixa. Els atributs són la informació no gràfica de les classes d'entitat que s'emmagatzema juntament amb la geometria de la mateixa.

Es pot modificar la configuració d'un mapa temàtic des de la finestra que apareix a la Fig. 25.

(Fig. 25) Configuració d'un mapa temàtic

A la Fig. 26 es pot veure un mapa temàtic en el qual es mostra l'estat de l'asfalt sobre les vies del prototipus construït, permetent veure les diferents vies de comunicació en colors diferents, on cada color indica un estat del paviment de la via, els colors que corresponen a cada estat apareixen a la llegenda i són:

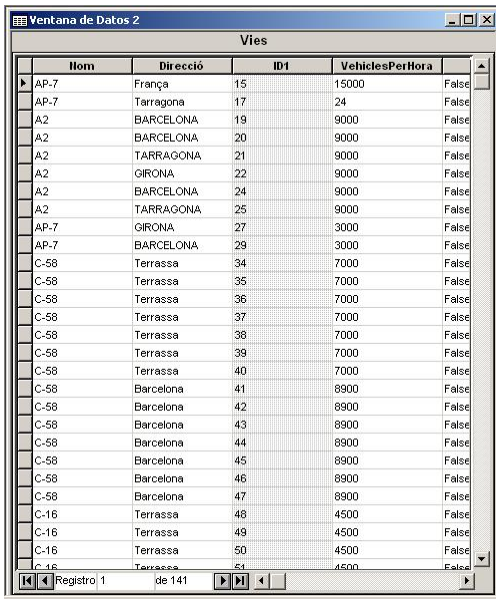
- **Verd**: Indica paviment correcte
- **Blau**: Indica desperfectes no greus.
- **Taronja**: Indica desperfectes greus.
- **Vermell**: Indica que cal reasfaltar la via.



(Fig. 26) Finestra de mapa visualitzant un mapa temàtic del prototipus

7.10 Finestres de dades

Les dades dels atributs es poden visualitzar com a columnes en finestres de dades, on cada cel·la té un valor que es relaciona amb les dades d'una entitat particular.



Nom	Direcció	ID1	VehiclesPerHora	
AP-7	França	15	15000	False
AP-7	Tarragona	17	24	False
A2	BARCELONA	19	9000	False
A2	BARCELONA	20	9000	False
A2	TARRAGONA	21	9000	False
A2	GIRONA	22	9000	False
A2	BARCELONA	24	9000	False
A2	TARRAGONA	25	9000	False
AP-7	GIRONA	27	3000	False
AP-7	BARCELONA	29	3000	False
C-58	Terrassa	34	7000	False
C-58	Terrassa	35	7000	False
C-58	Terrassa	36	7000	False
C-58	Terrassa	37	7000	False
C-58	Terrassa	38	7000	False
C-58	Terrassa	39	7000	False
C-58	Terrassa	40	7000	False
C-58	Barcelona	41	8900	False
C-58	Barcelona	42	8900	False
C-58	Barcelona	43	8900	False
C-58	Barcelona	44	8900	False
C-58	Barcelona	45	8900	False
C-58	Barcelona	46	8900	False
C-58	Barcelona	47	8900	False
C-16	Terrassa	48	4500	False
C-16	Terrassa	49	4500	False
C-16	Terrassa	50	4500	False

(Fig. 27) Finestra de dades

7.11 Consultes

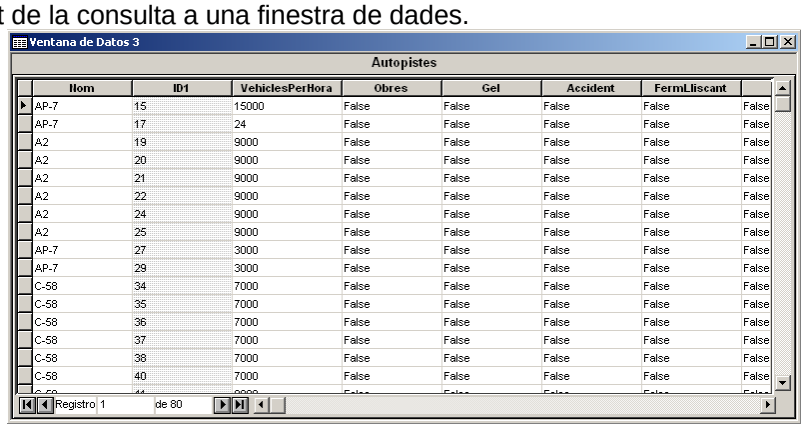
Una consulta és una petició d'informació. Quan es mostra una consulta en realitat s'està sol·licitant veure un conjunt d'entitats que compleixen certs criteris.

GEOMEDIA PROFESSIONAL permet construir consultes fent seleccions en un quadre de diàleg sense necessitat de conèixer llenguatges especials per a l'accés a dades com ara l'SQL. Les consultes presenten la informació actual del magatzem. Això significa que cada cop que es visualitza una consulta, s'obtenen les dades dels atributs per a cada entitat que compleix els criteris especificats.

A la Fig. 28 es pot veure una definició de consulta que extreu les autopistes que tenen com a restricció l'atribut TipusVia amb valor zero, com es veurà al punt 4.3.1.2.

A la Fig. 29 es pot veure el resultat de la consulta a una finestra de dades.

(Fig. 28) Una consulta

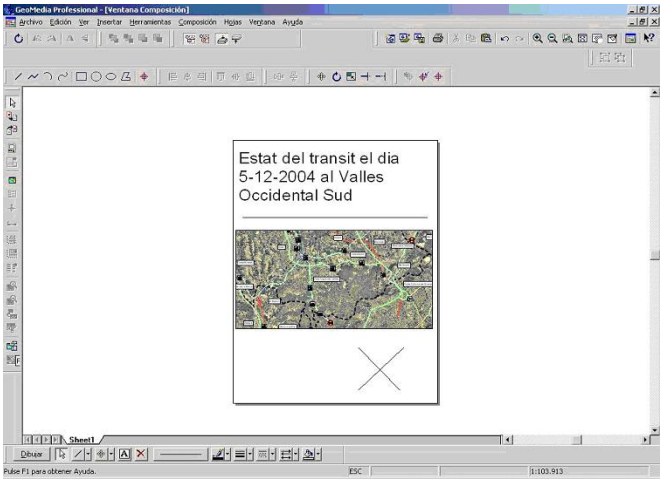


Nom	ID1	VehiclesPerHora	Obres	Gel	Accident	FermLliscant	
AP-7	15	15000	False	False	False	False	False
AP-7	17	24	False	False	False	False	False
A2	19	9000	False	False	False	False	False
A2	20	9000	False	False	False	False	False
A2	21	9000	False	False	False	False	False
A2	22	9000	False	False	False	False	False
A2	24	9000	False	False	False	False	False
A2	25	9000	False	False	False	False	False
AP-7	27	3000	False	False	False	False	False
AP-7	29	3000	False	False	False	False	False
C-58	34	7000	False	False	False	False	False
C-58	35	7000	False	False	False	False	False
C-58	36	7000	False	False	False	False	False
C-58	37	7000	False	False	False	False	False
C-58	38	7000	False	False	False	False	False
C-58	40	7000	False	False	False	False	False

(Fig. 29) Visualització en una finestra de dades del resultat d'una consulta

7.12 Finestres de composició

Una finestra de composició permet preparar una sèrie de dades per a ser impreses sobre paper, definint una sèrie de propietats de visualització i permetent establir paràmetres de visualització diferents per a la impressió. Es pot veure un exemple de finestra de composició a la Fig. 30.

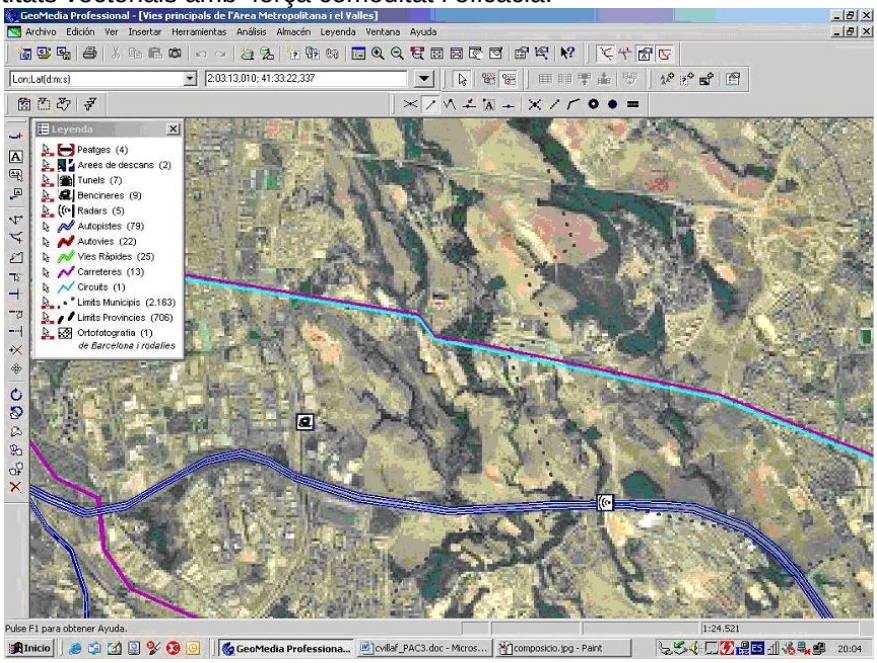


(Fig. 30) Una finestra de composició

7.13 Digitalització de dades

GEOMEDIA PROFESSIONAL permet digitalitzar en format vectorial dades d'origen *raster,* com ara les carreteres i vies de comunicacions que s'han hagut de vectoritzar per a la realització del projecte.

GEOMEDIA PROFESSIONAL inclou tot un conjunt d'ajudes a la vectorització com ara: La recerca d'interseccions, àrees, cantonades o finals de línies a les imatges *raster*, la qual cosa permet crear sobre elles entitats vectorials amb força comoditat i eficàcia.



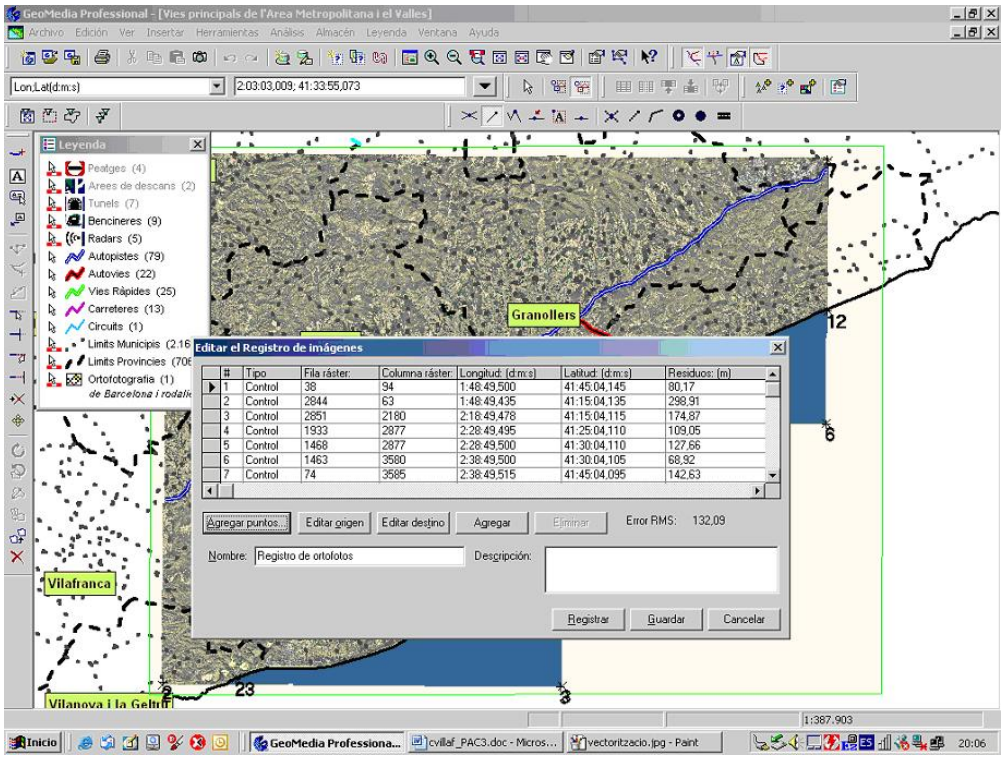
(Fig. 31) Línia en procés de digitalització a partir d'una imatge raster

7.14 Registrar imatges

GEOMEDIA PROFESSIONAL permet afegir imatges *raster* sense informació geogràfica a un mapa, registrant les coordenades a partir de punts significatius de la imatge. Per a fer-ho només cal indicar com a mínim 3 punts de la imatge i indicar quines coordenades han de tenir al mapa.

La informació de registre, és a dir, a quines coordenades s'ha d'ubicar la imatge, es guarda al magatzem, en el cas del present SIG es guarda a una base de dades ACCESS. A més es guarda la referència al directori on està la imatge.

Es pot veure un exemple de registre d'imatge a la Fig. 32.



(Fig. 32) Exemple de registre d'imatge

8 Disseny del model de dades

En aquest apartat s'explica el model de dades del SIG desenvolupat, explicant quins tipus de dades i elements integraran el SIG de carreteres.

L'apartat s'estructura en els següents punts:

- GEOWORKSPACES: S'expliquen les decisions preses a nivell de GEOWORKSPACE:
- Magatzems: S'explica quins magatzems existeixen al SIG i amb quins paràmetres s'ha definit la connexió.
- Classes d'entitat: Es mostra el diagrama UML del model de dades i es detallen els atributs de les classes d'entitat existents al SIG.
- Finestres de Mapa: S'explica quines finestres de mapa es defineixen.
- Llegendes: S'explica quines llegendes s'han creat i quina utilitat tenen.
- Consultes: S'explica quines consultes s'han creat.

8.1 GEOWORKSPACES

S'ha creat un únic GEOWORKSPACE anomenat CARRETERES.GWS. S'ha configurat triant els paràmetres que representen el mapa de la manera més fidel a la realitat, tal i com s'ha comentat a l'apartat *Datum* del punt "Sistemes de Coordenades".

GEOWORKSPACE	Projecció	Hemisferi	Zona	Datum	Unitats
CARRETERES.GWS	*Universal Traverse Mercator*	Nord	31	European 1987	Metres

8.2 Magatzems

S'ha creat un magatzem nou en format ACCESS, que s'ha guardat al directori de *WAREHOUSES* sota el nom de **carreteres.mdb,** la connexió s'ha obert en mode lectura i escriptura i és on s'ha introduït tota la informació del SIG.

S'ha establert una connexió amb el magatzem de l'ICC en format DGN que conté la cartografia base de Catalunya, amb les províncies, comarques, municipis i els seus límits. Aquestes dades han estat exportades al magatzem ACCESS tal i com s'explica a la definició de classes d'entitat (veure apartat 8.3). Un cop copiades les dades, la connexió s'ha tancat i eliminat.

També s'ha establert temporalment una connexió amb el magatzem de l'ICC en format DGN que conté la informació de la ubicació sobre el mapa de les ortofotos per a georeferenciar-les tal i com s'explicarà a l'apartat següent. Un cop s'han georeferenciat les ortofotos la connexió s'ha tancat i eliminat.

8.3 Classes d'entitats

S'han definit les següents classes d'entitat s'ordenen segons la seva geometria:

- Sense geometria:
  Aquests elements s'utilitzen per a simplificar les classes d'entitat amb dades comunes.
  S'han creat les següents per al prototipus
  - **Vies**: Vies de comunicació rodades.
- Geometria de punt:
  Aquests elements s'utilitzen per marcar al mapa punts prou significatius, com ara benzineres, àrees de descans o peatges.
  S'han creat les següents per al prototipus:
  - **AreaDescans**: Àrees de descans.
  - **Benzinera**: Benzineres.
  - **Peatge**: Peatges.
  - **Radars**: Radars de carreteres.
  - **Túnel**: Inici/Final de túnel.
- Geometria de línia:
  Aquests elements s'utilitzen per marcar vies de comunicacions.
  S'han creat les següents per al prototipus:
  - **Trams**: Vies de comunicacions

  S'han importat i posteriorment eliminat des de el mapa de cartografia base de Catalunya de l'ICC:
  - **LiniesBase1**: Comarques
  - **LiniesBase2**: Municipis
  - **LiniesBase3**: Frontera Oest de Catalunya
  - **LiniesBase4**: Frontera Nord de Catalunya
  - **LiniesBase5**: Litoral de Catalunya
- Geometria d'àrea:
  S'han importat i posteriorment eliminat des del mapa llegenda 1:25000 de l'ICC:
  - **ContornsFulls**: Contorns de les ortofotos

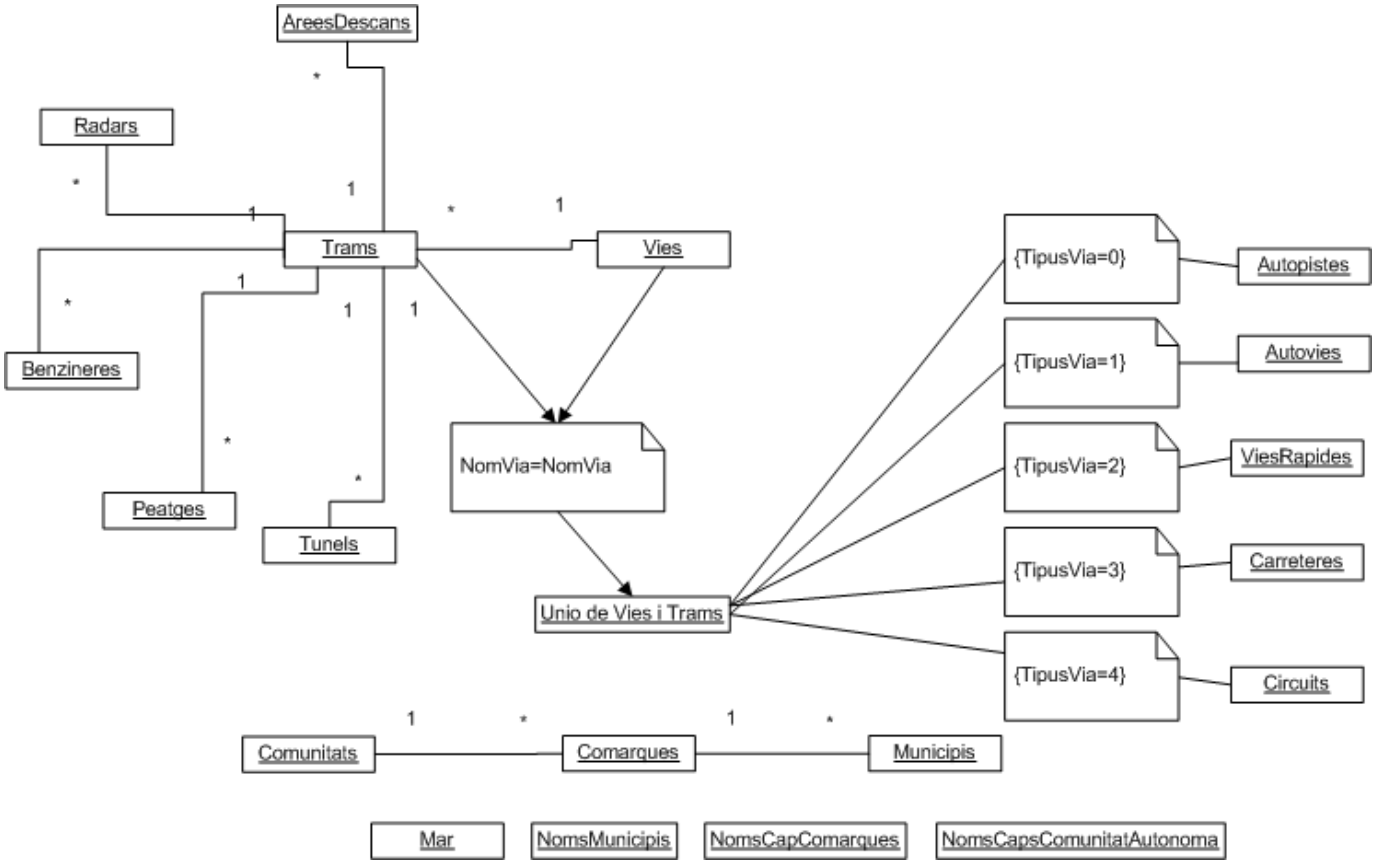
  Per a contenir les dades de les classes d'entitat **LiniesBase1, LiniesBase2, LiniesBase3, LiniesBase4** i **LiniesBase5** s'han creat les següents:
  - **Mar**: Al prototipus s'usa sols per a representar una porció del mediterrani.
  - **Comunitats**: Al prototipus s'usa sols per a representar Catalunya.
  - **Comarques**: Les comarques de Catalunya.
  - **Municipis**: Els límits municipals de cada municipi d'una comarca.

- Geometria de text:
  Aquests elements s'utilitzen per situar textos informatius sobre el mapa.
  Únicament s'han importat des del mapa llegenda 1:25000 de l'ICC i des del de cartografia base de Catalunya de l'ICC:
  - **ColumnaiFiladortofoto**: Número llegenda ortofotos.
  - **NomsCapComunitatAutonoma**: Capitals de comunitat autònoma.
  - **NomsCapComarca**: Capitals de comarca.
  - **NomsCapMunicipi**: Capitals de municipi.
  - **NomsMunicipi**: Resta de municipis.

  S'ha eliminat **NomsCapMunicipi**, passant totes les entitats que contenia a **NomsMunicipi**, permetent simplificar una mica més el model de dades.
- Imatges:
  Aquest elements s'utilitzen per a situar imatges sobre el mapa.
  Únicament s'ha creat la classe d'entitat 'ortofotos' que conté les ortofotos de la zona de Catalunya sobre la que s'ha fet el prototipus.

8.3.1 Diagrama UML del model de dades

A la Fig. 33 es pot veure el diagrama UML del model de dades del SIG.



(Fig. 33) Diagrama del Model de Dades

8.3.2 Atributs de les classes d'entitat

A continuació es detallen els atributs de cada classe d'entitat, explicant què indiquen.
Les classes d'entitat s'han agrupat segons la seva geometria.

8.3.2.1 Sense geometria

- **Vies**: Vies de comunicacions, conté la informació relativa a una via de comunicació present al prototipus.

Clau	Nom	Tipus	Descripció
SI	NomVia	Text	Clau primària: nom de la via
	Concesionaria	Text	Empresa concessionària de la via
	TipusVia	Integer	Indica el tipus de via al que pertany el tram: 1.- Autopista 2.- Autovia 3.- ViaRapida 4.- Carretera 5.- Circuit

8.3.2.2 Geometria de punt

- **AreaDescans**: Àrees de descans

Clau	Nom	Tipus	Descripció
SI	ID1	Autonumber	Clau primària
	PuntKilometric	Integer	Punt Quilomètric on es situa l'àrea de descans
	Benzinera	Boolean	Indica si hi ha o no Benzinera
	Picnic	Boolean	Indica si hi ha o no Picnic
	Restaurant	Boolean	Indica si hi ha o no restaurant
	TramID	Integer	Tram de via on es troba

- **Benzinera**: Benzineres

Clau	Nom	Tipus	Descripció
SI	ID1	Autonumber	Clau primària
	PuntKilometric	Integer	Punt Quilomètric on es situa la Benzinera
	PreuSuper	Single	Preu del combustible súper
	PreuSensePlom95	Single	Preu del combustible sense plom 95
	PreuSensePlom98	Single	Preu del combustible sense plom 98
	PreuDiesel	Single	Preu del combustible diesel
	Nom	Text	Nom de la Benzinera
	TramID	Integer	Tram de via on es troba

- **Peatge**: Peatges

Clau	Nom	Tipus	Descripció
SI	ID1	Autonumber	Clau primària
	PuntKilometric	Integer	Punt Quilomètric on es situa el peatge
	Teletac	Boolean	Indica si esta disponible el servei de Teletac
	PreuPeatge	Single	Preu del peatge
	Concessionària	Text	Nom de l'empresa concessionària
	TramID	Integer	Tram de via on es troba

- **Radars**: Radars de carreteres

Clau	Nom	Tipus	Descripció
SI	ID1	Autonumber	Clau primària
	PuntKilometric	Integer	Punt Quilomètric on es situa el radar
	VelocitatMaxima	Single	Velocitat màxima del tram afectat per el radar
	VelocitatMulta	Single	Velocitat a partir de la que multa el radar
	TramID	Integer	Tram de via on es troba

- **Túnel**: Inici/Final de túnel

Clau	Nom	Tipus	Descripció
SI	ID1	Autonumber	Clau primària
	PuntKilometric	Integer	Punt Quilomètric on comença/acaba el túnel
	VelocitatMaxima	Integer	Velocitat màxima del tram afectat per el túnel
	Il·luminació	Boolean	Indica si el túnel disposa d'il·luminació pròpia
	Longitud	Single	Longitud del túnel
	TramID	Integer	Tram de via on es troba

8.3.2.3 Geometria de línia

- **Trams**: Trams de vies de comunicacions, conté cada tram de les vies de comunicacions presents al prototipus.

Clau	Nom	Tipus	Descripció
SI	ID1	Autonumber	Clau primària
	IniciPuntKilometric	Single	Punt Quilomètric on comença el tram
	FinalPuntKilometric	Single	Punt Quilomètric on acaba el tram
	Nom	Text	Nom del tram i de la via (p.ex.: AP-7 entre Cerdanyola i Sant Cugat)
	Sentit	Text	Sentit del tram (propera ciutat, intersecció...)
	VehiclesPerHora	Integer	Numero de vehicles que circulen per el tram per hora
	Obres	Boolean	Indica si el tram està en obres
	Gel	Boolean	Indica si s'ha detectat presencia de gel al tram
	Accident	Boolean	Indica si hi ha un accident al tram.
	FermLliscant	Boolean	Indica si el ferm pot produir derrapades.
	Boira	Boolean	Indica si hi ha boira al tram.
	TipusVia	Integer	Indica el tipus de via al que pertany el tram: 1.- Autopista 2.- Autovia 3.- ViaRapida 4.- Carretera 5.- Circuit
	VelocitatMax	Integer	Velocitat Màxima del tram
	EstatPaviment	Integer	Indica l'estat del paviment: 1.- Perfecte 2.- Alguna escletxa o desnivell no greu 3.- Cal reparar algun desnivell 4.- Cal reasfaltar el tram
	EstatTransit	Integer	Indica l'estat del trànsit: 1.- Circulació fluida 2.- Circulació densa 3.- Circulació molt densa 4.- Retencions esporàdiques 5.- Retencions acordeóniques 6.- Tram tallat.

S'han importat des del mapa de cartografia base de Catalunya de l'ICC:

- **LiniesBase1**: Comarques
- **LiniesBase2**: Municipis
- **LiniesBase3**: Frontera entre comunitats autònomes
- **LiniesBase4**: Frontera entre estats
- **LiniesBase5**: Frontera Litoral

Aquestes cinc classes d'entitat no tenen atributs no gràfics definits essent el seu atribut el nom de l'element que representen.

La correspondència entre la font original (en format MICROSTATION) i l'actual es la següent:

CONCEPTE	Level	Classe d'entitat
LÍMIT MUNICIPAL ...		
... (cas general)	1	LiniesBase1
... coincident amb límit entre comarques	2	LiniesBase2
... coincident amb límit entre comunitats autònomes	3	LiniesBase3
... coincident amb frontera entre estats	4	LiniesBase4
... coincident amb línia de costa	5	LiniesBase5

8.3.2.4 Geometria d'àrea

- **Mar**: Al prototipus s'usa sols per a representar una porció del mediterrani, no conté atributs llevat de la clau primària.

Clau	Nom	Tipus	Descripció
SI	ID1	Autonumber	Clau primària

- **Comunitats**: Al prototipus s'usa sols per a representar Catalunya, però en una futura ampliació serviria per afegir-hi la resta de comunitats.

Clau	Nom	Tipus	Descripció
SI	Nom	Text	Clau primària: nom de la comunitat autònoma.

- **Comarques**: Les comarques de Catalunya.

Clau	Nom	Tipus	Descripció
SI	Nom	Text	Clau primària: nom de la comarca.
	Comunitat	Text	Comunitat a la que pertany la comarca.
	Superficie	Integer	Superfície que ocupa la comarca.
	NumHabitants	Integer	Número d'habitants a la comarca.

- **Municipis**: Els límits municipals de cada municipi d'una comarca.

Clau	Nom	Tipus	Descripció
SI	Nom	Text	Clau primària: nom del municipi.
	Comarca	Text	Comarca a la que pertany el municipi.
	NumHabitants	Integer	Número d'habitants al municipi.

També s'ha importat des del mapa llegenda 1:25000 els contorns de fulls d'ortofotos de l'ICC, les entitats no tenen atributs i la seva correspondència amb la font original MICROSTATION es:

CONCEPTE	Level	Classe d'entitat
Contorn del full	1	ContornsFulls

Aquest element s'utilitza per enquadrar i georeferenciar les ortofotos sobre el mapa.

8.3.2.5 Geometria de text

Aquests elements s'utilitzen per situar textos informatius sobre el mapa.
Únicament s'han importat des del mapa llegenda 1:25000 i des del de cartografia base de Catalunya de l'ICC:

- **ColumnaiFiladortofoto**: Número llegenda ortofotos.
- **NomsCapComunitatAutonoma**: Capitals de comunitat autònoma.
- **NomsCapComarca**: Capitals de comarca.
- **NomsCapMunicipi**: Capitals de municipi.
- **NomsMunicipi**: Resta de municipis.

Els atributs els han heretat de la seva font original MICROSTATION, on contenien colors i formats de les fonts, però s'han canviat per estils de texts de GEOMEDIA PROFESSIONAL.

La correspondència de les classes d'entitat amb la seva font MICROSTATION per al mapa llegenda es la següent:

CONCEPTE	Level	Classe d'entitat
Posicionador absolut columna-fila	4	ColumnaiFiladortofoto

La correspondència de les classes d'entitat amb la seva font MICROSTATION per al mapa de cartografia base es la següent:

CONCEPTE	Level	Classe d'entitat
Cap de comunitat autònoma	12	NomsCapComunitatAutonoma
Cap de comarca	11	NomsCapComarca
Cap de Municipi	10	NomsCapMunicipis
Municipi	25	NomsMunicipis

Cap de Municipi i Municipi s'han agrupat sobre una mateixa classe d'entitat: NomsMunicipis.

8.3.2.6 Imatges

- Ortofotos:
  Aquest elements s'utilitzen per a situar imatges sobre el mapa i no tenen atributs definits.

8.4 Finestres de mapa

Per a demostrar les funcionalitats que conté aquest prototipus, doncs les seves possibilitats són realment àmplies, s'han creat 3 finestres de mapa:

- **Vies principals de l'Àrea Metropolitana de Barcelona i el Vallès**.
  Aquest mapa reflexa les vies existents a la zona i punts significatius com ara benzineres, peatges, túnels o radars.

- **Estat del trànsit al voltant del Circuit de Catalunya**.
  Aquest mapa reflexa la situació del tràfic a les vies, indicant mitjançant un codi de colors la densitat del trànsit.

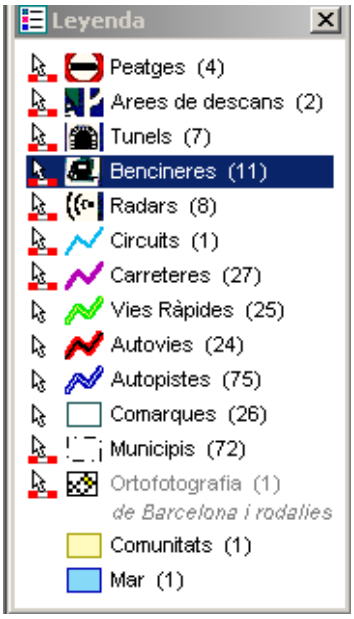
- **Estat del ferm**
  Aquest mapa reflexa la situació del ferm a les vies, possibilitant una planificació de les properes obres de manteniment que caldrà realitzar.

8.5 Llegendes

S'han creat tres llegendes: una per a cada mapa creat al prototipus.

El seu contingut es el següent:

- Llegenda 'Vies principals de l'Àrea Metropolitana de Barcelona i el Vallès':
  - Conté com a elements seleccionables:
    - Peatges
    - Àrees de descans
    - Túnels
    - Benzineres
    - Radars
    - Circuits
    - Carreteres
    - Vies Ràpides
    - Autovies
    - Autopistes
    - Comarques
    - Municipis
    - Ortofotos
    - Comunitats
    - Mar
  - Conté com a elements no seleccionables:
    - Noms de municipis
    - Noms de caps de comarca
    - Noms de cap de comunitat autònoma



(Fig. 34) Llegenda de les vies principals

- Llegenda 'Estat del trànsit':
  - Conté com a elements seleccionables:
    - Peatges
    - Àrees de descans
    - Túnels
    - Benzineres
    - Radars
    - Circuits
    - Vies per estat del trànsit
    - Comarques
    - Municipis
    - Ortofotos
    - Comunitats
    - Mar
  - Conté com a elements no seleccionables:
    - Noms de municipis
    - Noms de caps de comarca
    - Noms de cap de comunitat autònoma

(Fig. 35) Llegenda de l'estat del trànsit

- Llegenda 'Estat del ferm':
  - Conté com a elements seleccionables:
    - Peatges
    - Vies per estat del ferm
    - Àrees de descans
    - Túnels
    - benzineres
    - Radars
    - Comarques
    - Municipis
    - Ortofotos
    - Comunitats
    - Mar
  - Conté com a elements no seleccionables:
    - Noms de municipis
    - Noms de caps de comarca
    - Noms de cap de comunitat autònoma

(Fig. 36) Llegenda de l'estat del asfalt

8.6 Consultes

S'ha creat una consulta que uneix les classes d'entitat via i tram, per així poder obtenir el tipus de via al que pertany cada tram:
- **Unió de Vies i Trams**: filtrant per NomVia=NomVia.

Posteriorment s'han creat 5 consultes més, totes sobre la consulta **Unió de Vies i Trams.** L'objectiu de les consultes es extreure cada tipus de via per a representar-lo d'una manera diferent al mapa.

Així doncs s'han creat les consultes:
- **Autopistes**: filtrant per TipusVia=0
- **Autovies**: filtrant per TipusVia=1
- **ViesRapides**: filtrant per TipusVia=2
- **Carreteres**: filtrant per TipusVia=3
- **Circuits**: filtrant per TipusVia=4

9 Elecció del gestor de BBDD

En aquest capítol s'expliquen els motius que porten a escollir un gestor de BBDD determinat per al prototipus.

GEOMEDIA PROFESSIONAL suporta 4 gestors de BBDDs:

- Access
- Oracle
- SQL Server
- DB2

El sistema escollit per al prototipus ha estat el gestor de BBDD ACCESS, això es degut a que és l'únic gestor de BBDD per al que GEOMEDIA PROFESSIONAL té suport integral, és a dir: Permet crear noves classes d'entitat i nous atributs des del mateix GEOMEDIA PROFESSIONAL.

Per a la realització del prototipus és el sistema més còmode d'utilitzar, ja que no cal instal·lar cap altre gestor extern, configurar-lo i crear-hi manualment les taules. Això permet la fàcil i ràpida instal·lació del prototipus a un altre ordinador, ja que en cas de l'elecció d'un altre gestor, si es volgués presentar el prototipus, per exemple, a casa d'un client, hauríem d'instal·lar-hi primer el gestor de bases de dades, crear les taules, importar les dades i modificar la connexió amb el GEOWORKSPACE, essent amb el gestor de BBDD ACCESS una tasca més ràpida i senzilla de realitzar.

De totes maneres, tot i que ACCESS és un gestor de BBDD ideal per al prototipus, per al producte final seria recomanable instal·lar un sistema més potent i robust de BBDDs com ara ORACLE, i integra-ho tot amb les dades que tingui el client a la seva Base de Dades.

A continuació s'explica el model de metadades de GEOMEDIA PROFESSIONAL per a ACCESS i les seves diferencies en passar-lo a ORACLE. Aquesta informació s'ha estructurat en dos apartats:

- Model de metadades de GEOMEDIA PROFESSIONAL.
- Diferencies entre el model de metadades d'ACCESS i el d'ORACLE.

9.1 Model de metadades de GEOMEDIA PROFESSIONAL

GEOMEDIA estructura la informació que gestiona al magatzem mitjançant les següents taules:

- **GFeatures**
- **FieldLookup**
- **AttributeProperties**
- **GCoordSystem**
- **GAliasTable**
- **GSQLOperatorTable**
- **ModificationLog**
- **ModifiedTables**

A continuació es tracta cada taula en detall.

9.1.1 GFeatures:

La taula *GFeatures* conté els noms de les classes d'entitat, fa associant cada nom de taula amb cada nom de camp i associant-hi un índex.

L'estructura de la taula es la següent:

Camp	Tipus de dades	Descripció
FeatureName	Text	Nom de la classe d'entitat i clau primària
GeometryType	Numèric	Tipus de geometria
PrimaryGeometry	Text	Geometria primària
FeatureDescription	Text	Descripció de la classe d'entitat

9.1.2 FieldLookup:

La taula conté els noms dels atributs visibles i no visibles de les classes d'entitat, associant cada nom de taula amb cada nom de camp i associant-hi un índex.

L'estructura de la taula es la següent:

Camp	Tipus de dades	Descripció
IndexID	Autonumèric	Índex i clau primària de la taula
FeatureName	Text	Nom de la taula
FieldName	Text	Nom de l'atribut

9.1.3 AttributeProperties:

La taula conté la definició de tipus i propietats de cada atribut per a cada classe d'entitat.

L'estructura de la taula es la següent:

Camp	Tipus de dades	Descripció
IsKeyField	Sí/No	Indica si el l'atribut es clau primària
FieldDescription	Text	Descripció de l'atribut
IndexID	Numèric	Clau forana per a identificar la classe d'entitat i l'atribut en qüestió
FieldFormat	Text	Format del tipus de dades de l'atribut
FieldType	Numèric	Tipus de dades de l'atribut
IsFieldDisplay	Sí/No	Indica si el camp es mostrable o no
FieldPrecision	Numèric	Precisió de l'atribut (per a camps numèrics)

9.1.4 GeometryProperties:

La taula conté la informació de geometria i el sistema de coordenades de una classe d'entitat.

L'estructura de la taula es la següent:

Camp	Tipus de dades	Descripció
PrimaryGeometryFlag	Sí/No	Booleà que indica si es una geometria primària o no.
GeometryType	Numèric	Tipus de Geometria
GCoordSystemGUID	Text	Codi de sistema de coordenades de la classe d'entitat.
FieldDescription	Text	Descripció
IndexID	Numèric	Clau forana

9.1.5 GCoordSystem:

La taula conté informació sobre sistemes de coordenades.

L'estructura de la taula no es mostrarà aquí degut a que conté uns 120 camps que guarden tots els paràmetres de definició d'un sistema de coordenades.

9.1.6 GAliasTable:

La taula conté aliases de noms de taula.

L'estructura de la taula és la següent:

Camp	Tipus de dades	Descripció
TableType	Text	Alies de una taula
TableName	Text	Nom existent d'una taula

9.1.7 GSQLOperatorTable:

La taula conté operadors SQL vàlids per a realitzar consultes a un SGBD concret.

L'estructura de la taula es la següent:

Camp	Tipus de dades	Descripció
Operator	Text	Operador SQL
OperatorClass	Text	Classificació de l'operador (Aritmetic, estadistic, lògic, etc.)
Description	Text	Descripció de l'operador

9.1.8 ModificationLog:

La taula conté un històric de canvis realitzats a les taules.

L'estructura de la taula es la següent:

Camp	Tipus de dades	Descripció
ModificationNumber	Autonumèric	Numero de modificació
Type	Numèric	Tipus de modificació
ModifiedTableID	Numèric	Identificador de la taula modificada (clau forana)
SESSIONID	Numèric	Numero de sessió en que es va produir la modificació
KeyValue1...10	Text	10 camps on s'emmagatzema la informació en respecte a les modificacions.

9.1.9 ModifiedTables:

La taula conté les taules modificables i la clau primària de cadascun.

L'estructura de la taula es la següent:

Camp	Tipus de dades	Descripció
ModifiedTableID	Numèric	Identificador de la taula modificada
TableName	Text	Nom de la taula
KeyField1...10	Text	Camps que són clau primària a la taula modificable.

9.2 Diferències entre el model de metadades d'ACCESS i el d'ORACLE

ORACLE conté les mateixes taules de metadades que ACCESS, però hi ha una diferència: A la versió 5.2 (la que es ta servir en aquest projecte) s'afegeix (opcionalment) un nou camp a la taula GCoordSystem:

- NAMEDGEODETICDATUM: de tipus text amb longitud 100 que conte el nom del *datum*.

La resta de taules i camps són exactament iguals.

S'ha de tenir en compte aquesta diferència a l'hora de migrar el magatzem a ORACLE. des de ACCESS, que és el format en el qual es troba actualment.

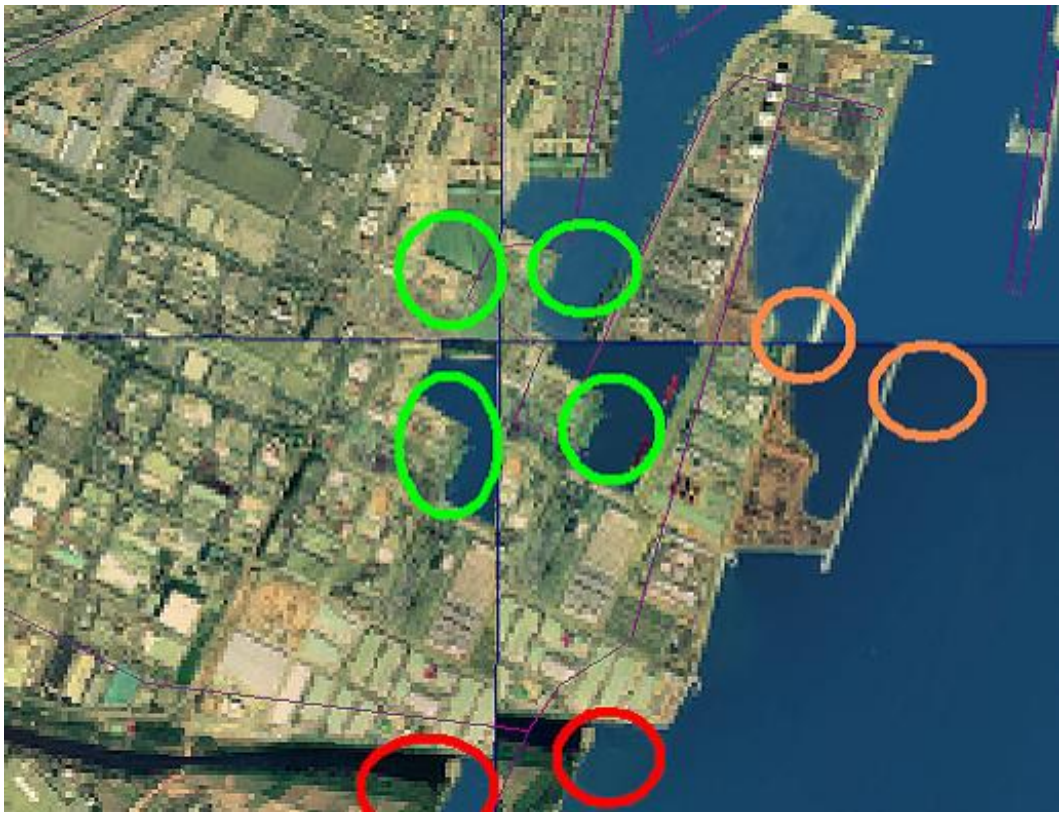
10 Importació de les dades

L'objectiu d'aquest capítol és explicar els mètodes emprats per a convertir, introduir i integrar les dades al prototipus.

10.1 Registrar imatges

GEOMEDIA PROFESSIONAL no suporta arxius SID directament com a imatges georreferenciades, havent-los de referenciar manualment, però sí que suporta arxius TIFF amb informació geogràfica. Es van convertir els fitxers MrSID descarregats del ICC a TIFF amb informació geogràfica tant amb MrSID VIEWER com amb MRSIDDECODE però GEOMEDIA PROFESSIONAL els identificava com a imatges *raster* sense informació geogràfica. Es va arribar a la conclusió de que GEOMEDIA PROFESSIONAL dóna suport a una versió molt concreta del format GeoTIFF amb informació geogràfica i es van provar altres vies per registrar les imatges, que s'expliquen tot seguit.

Un cop es van tenir els arxius TIFF es van registrar sobre el full de contorns 1:25000 que proporciona l'ICC, el resultat va ser que no es corresponien les imatges correctament, repetint-se fragments d'una cel·la en una altra, com es pot veure a FIg.37: Els fragments encerclats es repeteixen a les diferents ortofotos.



(Fig. 37) Errors al georeferenciar les ortofotos

Després de veure aquests pèssims resultats es va optar per utilitzar GLOBALMAPPER per a exportar tota una regió composta per ortofotos a format TIFF i referenciar-la utilitzant les coordenades geogràfiques.

El problema trobat en fer-ho d'aquesta manera va ser l'alt nivell de detall, que feia lent de carregar imatges tant grosses (de l'ordre de 200 Mb).

Finalment es va optar per utilitzar MRSIDDECODE per a convertir els .SID a .TIFF rebaixant-les el nivell de detall en un 50%. El resultat van ser ortofotos en format TIFF georeferenciat a escala 1:50000.

S'ha utilitzat GLOBALMAPPER sobre aquests TIFF's per a generar un JPEG nou que ha estat referenciat fent servir les coordenades dels punts extrems i d'altres significatius com el port de Barcelona o alguns golfs i caps:

(Fig. 38) Ortofotos referenciades sense errors

Posteriorment es van registrar les imatges MrSID manualment, utilitzant les coordenades que conté l'arxiu que duen associat. El resultat també va ser satisfactori.

10.2 Digitalització i vectorització de les dades

En aquest punt s'explica el procés seguit per a digitalitzar i vectoritzar les dades manualment, ja que no es van trobar dades gratuïtes per a la construcció del prototipus.

Les autopistes, carreteres i altres vies s'han introduït al sistema mitjançant vectorització.

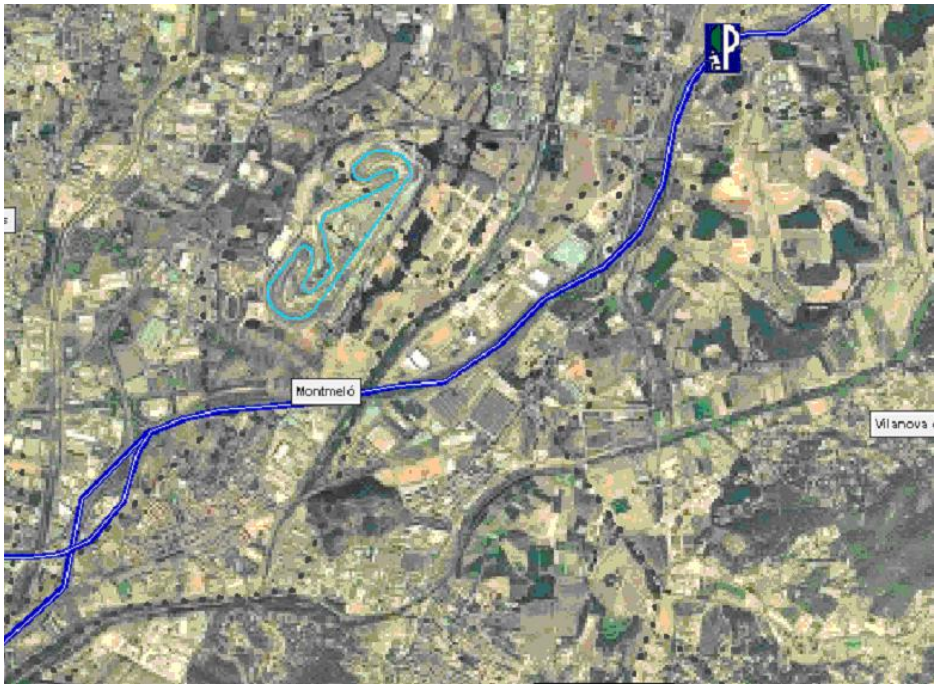
Inicialment es va intentar buscar per Internet i altres fonts d'informació les dades de carreteres i autopistes ja vectoritzades i es va trobar aquesta informació a dues webs:

- '*Digital Chart of the world*' (veure bibliografia **(web. XXVI)**): Col·lecció de dades en format vectorial d'arreu del món que inclou carreteres, vies de tren, rius o geografia política entre d'altres. La informació és simple i molt general però desprès de convertir-la amb GLOBALMAPPER es va desestimar el seu ús per la seva poca precisió.

- 'Web de la generalitat de Catalunya' (veure bibliografia **web. XXX**): On hi ha dades en format vectorial de la xarxa de carreteres principals i secundàries de Catalunya. La informació és molt precisa i conté absolutament totes les vies de comunicació de Catalunya. El problema trobat és que la informació es troba en un format propietari: MIRAMON (es un programari de la UAB), i la informació no es va poder convertir, ja que només s'ha pogut disposar d'un visor gratuït que no permet convertir a un altre format vectorial i únicament permet exportar a *raster*.

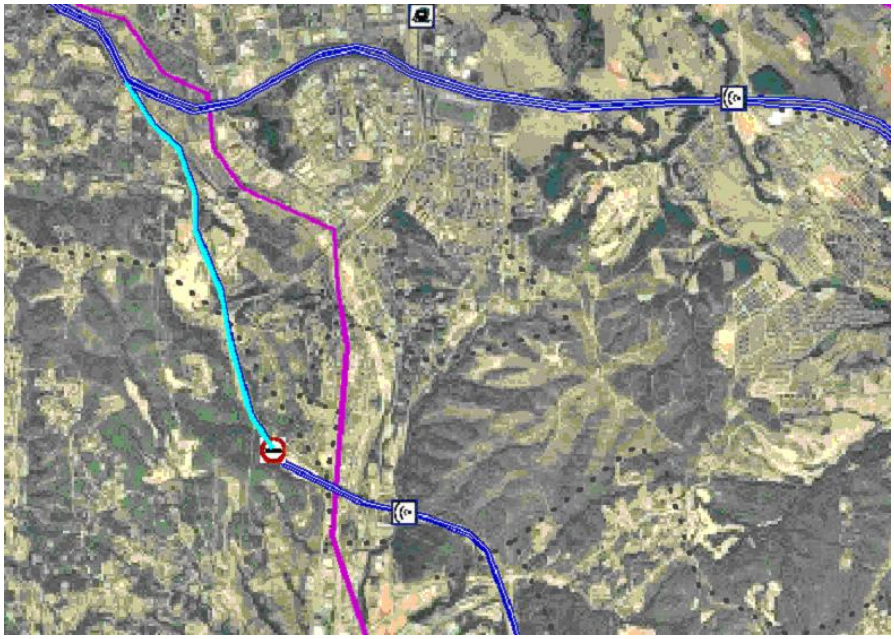
  Un cop desestimada la possibilitat de trobar dades en format vectorial es va intentar digitalitzar sobre el mapa de carreteres que proporciona l'ICC en format JPG. El problema va ser la gran quantitat de textos i etiquetes que no permeten veure per on passa una via quan és sota d'un text o quan es creua amb un altre.

  La solució que es va adoptar finalment va ser la de digitalitzar directament sobre l'ortofoto fent servir el mapa de l'ICC per a localitzar les vies. Aquesta solució ha permès una precisió molt alta a l'hora de digitalitzar les vies:



(Fig. 39) Detall de la vectorització del Circuit de Catalunya

Les vies s'han digitalitzat d'inici a fi dins les ortofotos en ambdós sentits, és a dir, cada via està digitalitzada dos cops, una per a cada sentit. Un cop s'ha tingut la via digitalitzada les línies s'han partit els seus trams basant-se en criteris com sortides o enllaços amb altres vies.



(Fig. 40) Detall d'un tram dels Túnels de Vallvidrera

11 Interfície d'usuari

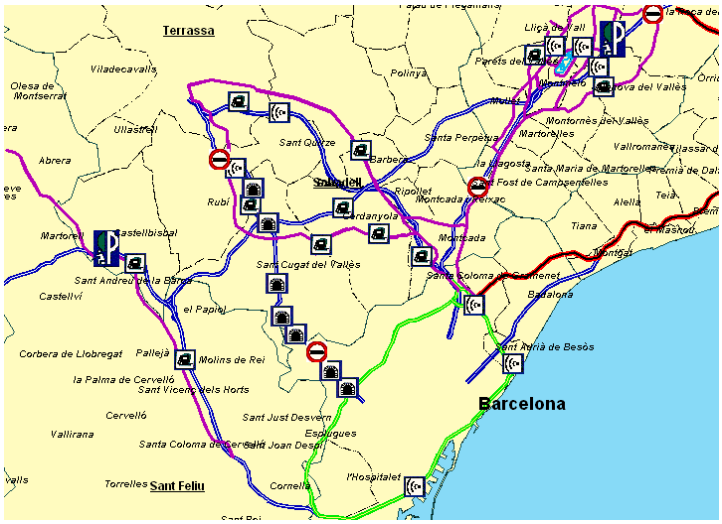
En aquest capítol s'expliquen les decisions preses a nivell d'interfície d'usuari i representació gràfica d'elements del mapa, símbols i estils.

S'han escollit símbols amb colors vius, i amb línies contínues, ja que els colors apagats i les línies discontinues són difícils de veure sobre una ortofoto.

Aquest punt és crític en un projecte d'aquest tipus, doncs el projecte s'enfronta a un problema molt comú a l'hora de treballar amb mapes. S'han triat estils i simbologies que carreguen poc el mapa, permetent una màxima claredat, mostrant el màxim d'informació possible, però alhora descarregant el mapa de simbologia i informacions innecessàries.

No és el mateix una interfície que carregui molt de simbologia innecessària el mapa (Fig.41) que una que només mostra el que realment li cal veure a l'usuari (Fig.42):

(Fig. 41) Interfície molt carregada.



(Fig. 42) Interfície que mostra sols els elements necessaris.

Per a fer intel·ligible el mapa es juga amb la simbologia i les escales de visualització.

L'apartat s'estructura en els següents punts:

- Simbologia: on es detalla la simbologia escollida per a les entitats de tipus punt.
- Estils: on es detallen els estils de representació escollits per a representar entitats de tipus línia i àrea.

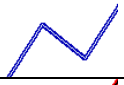
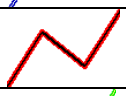
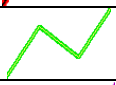
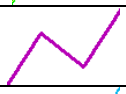
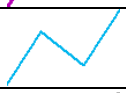
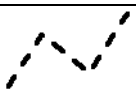
11.1 Simbologia

Per a representar les entitats amb geografia de punt s'han creat els següents símbols:

Símbol	Entitat
	Peatge
	Benzinera
	Radar
	Àrea de descans

11.2 Estils

Per a representar les vies de comunicacions i límits geogràfics i polítics existeixen els següents estils:

Símbol	Tipus de via
	Autopista
	Autovia
	Via Ràpida
	Carretera
	Circuit
	Límit de municipi
	Límit comarca
	Límit Comunitat Autònoma

Per a representar l'estat de trànsit de les vies de comunicacions s'han creat els següents estils:

Símbol	Estat del trànsit
	Fluït
	Dens
	Molt dens
	Retencions esporàdiques
	Retencions acordeòniques
	Via tallada

Per a representar l'estat del ferm de les vies de comunicacions s'han creat els següents estils:

Símbol	Estat del trànsit
	Fluït
	Dens
	Molt dens
	Retencions esporàdiques
	Retencions acordeòniques
	Via tallada

Per a representar l'estat del ferm de les vies de comunicacions s'han creat els següents estils:

Símbol	Estat de l'asfalt
	Correcte
	Desperfectes poc importants
	Desperfectes greus
	Cal reasfaltar

11.3 Visualitzacions segons escala

Es representen molts elements sobre el mapa, molts d'ells no són necessaris per a visualitzar més que a certs rangs d'escala de visualització. Es important no visualitzar aquests elements excepte quan realment sigui necessari, ja que sinó poder tapar els elements que realment interessa veure o distreure la atenció del que s'ha de veure en una escala determinada.

Els elements que es visualitzen segons escala són:

Nom Classe d'entitat	Escala mínima de visualització	Escala màxima de visualització
NomsCapComarca	1:1	1:1.200.000
NomsMunicipis	1:1	1:280.000
Peatges	1:1	1:300.000
Arees de descans	1:1	1:300.000
Túnels	1:1	1:300.000
Benzineres	1:1	1:400.000
Radars	1:1	1:300.000
Circuits	1:1	1:800.000
Carreteres	1:1	1:1.000.000
Municipis	1:1	1:500.000
Ortofotos	1:25.000	1:100.000

12 Proves del prototipus

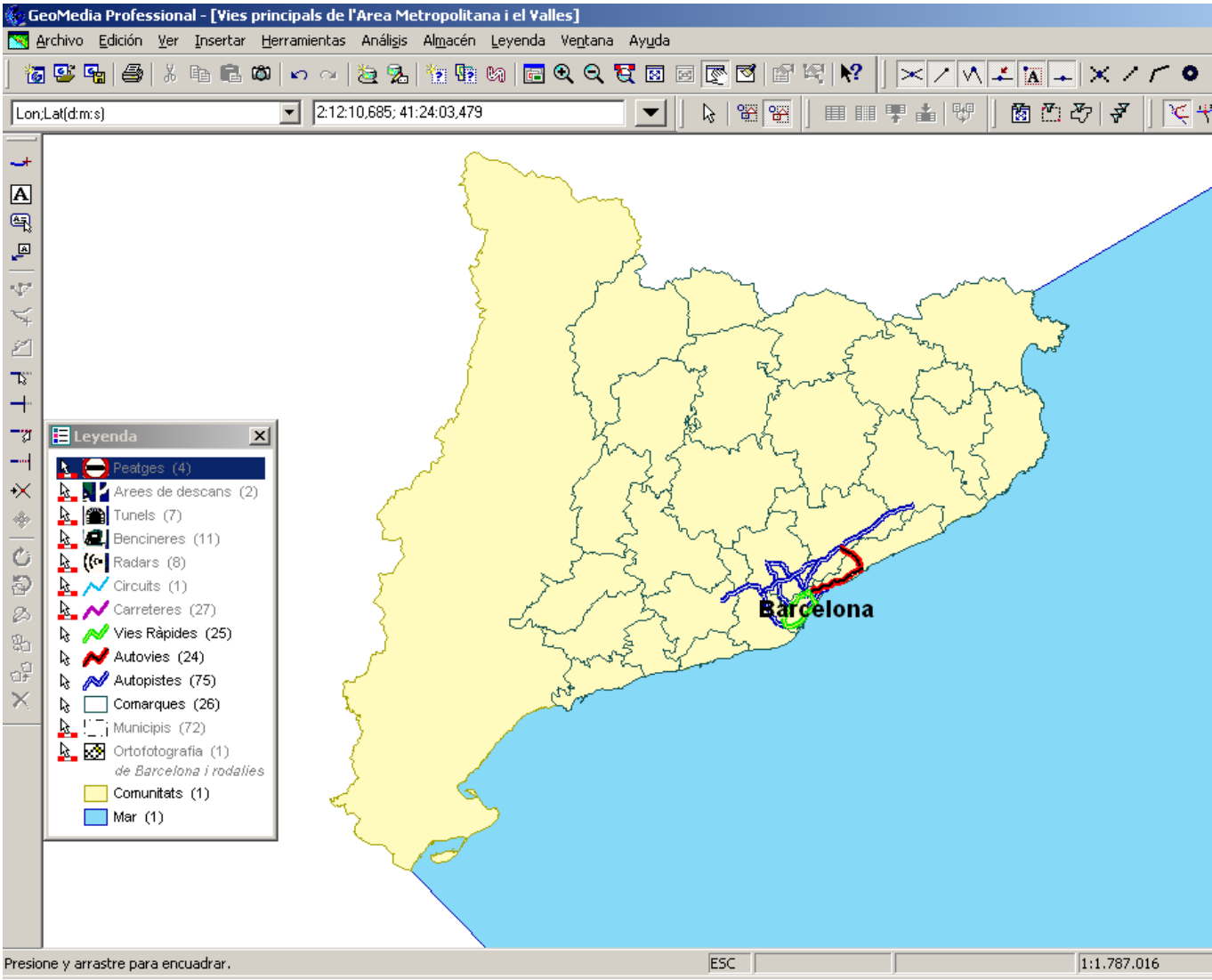
Aquest capítol explica les proves que s'han realitzat amb el prototipus.

Per a provar el prototipus amb les dades que conté s'han creat dos mapes temàtics i tres finestres de mapa:

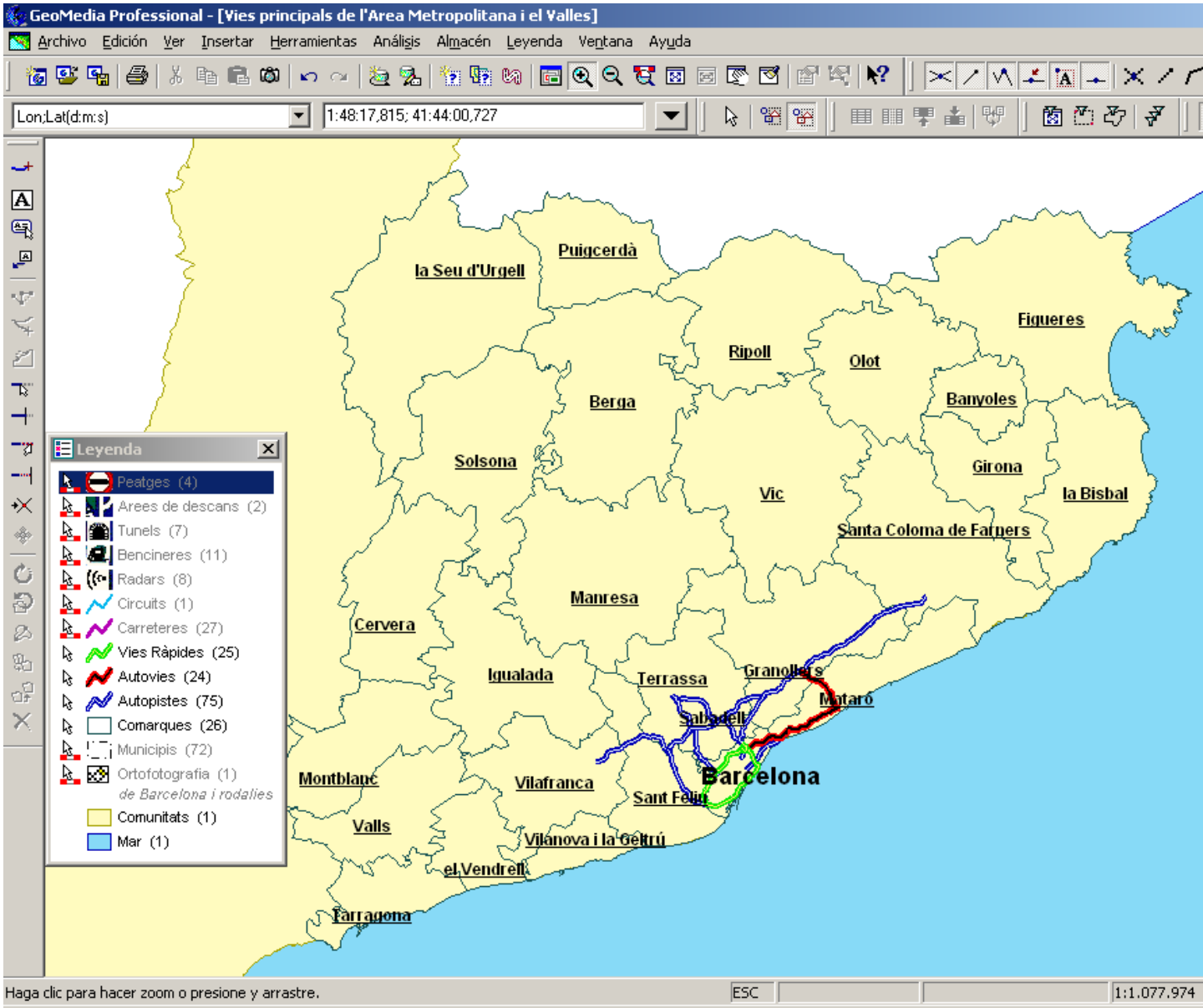
- La que representa les vies principals de l'Àrea metropolitana i el Vallès
- La de l'estat del trànsit a les vies
- La de l'estat de l'asfalt a les vies.

12.1 Finestra de mapa Vies principals de l'Àrea metropolitana i el Vallès

A continuació es mostren diverses captures del mateix mapa a diferent escala per apreciar els elements que s'activen i desactiven automàticament de la llegenda. Com es pot veure, els mapes tenen una bona visibilitat, es veuen descarregats i només apareix la informació que pot ser interessant per a cada escala mostrada.

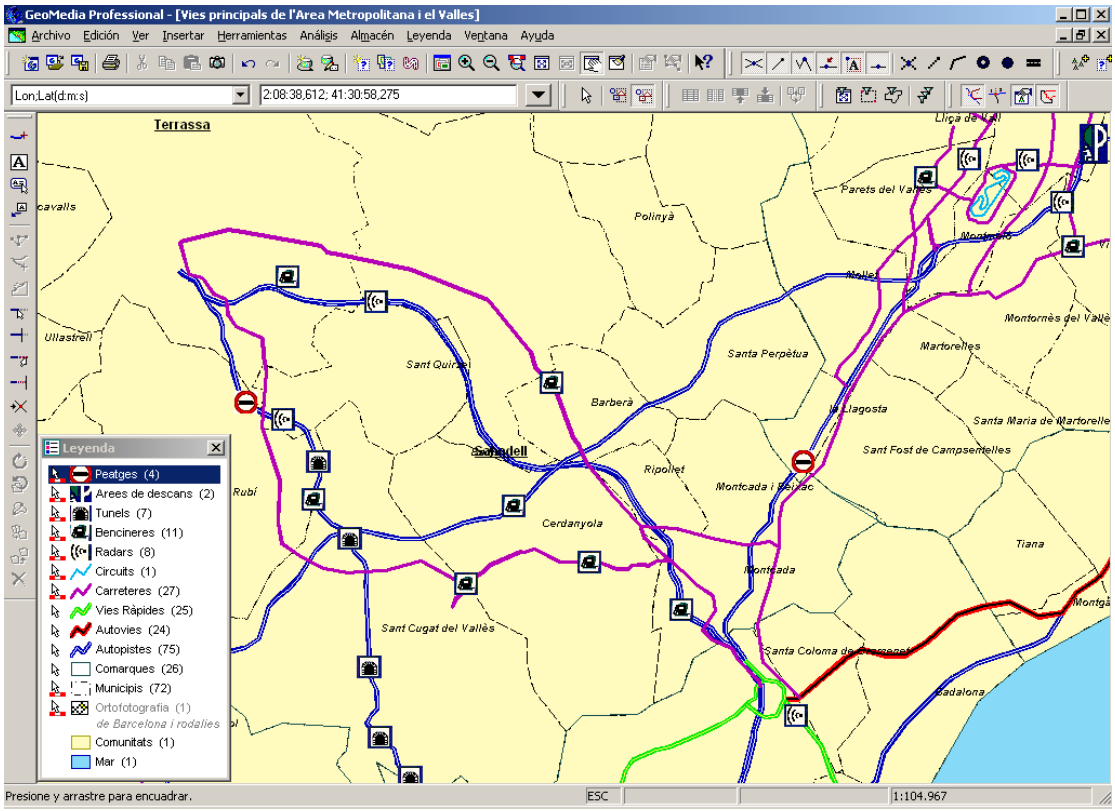


(Fig. 43) Vies principals de l'Àrea Metropolitana i el Vallès, Escala 1:1.787.016

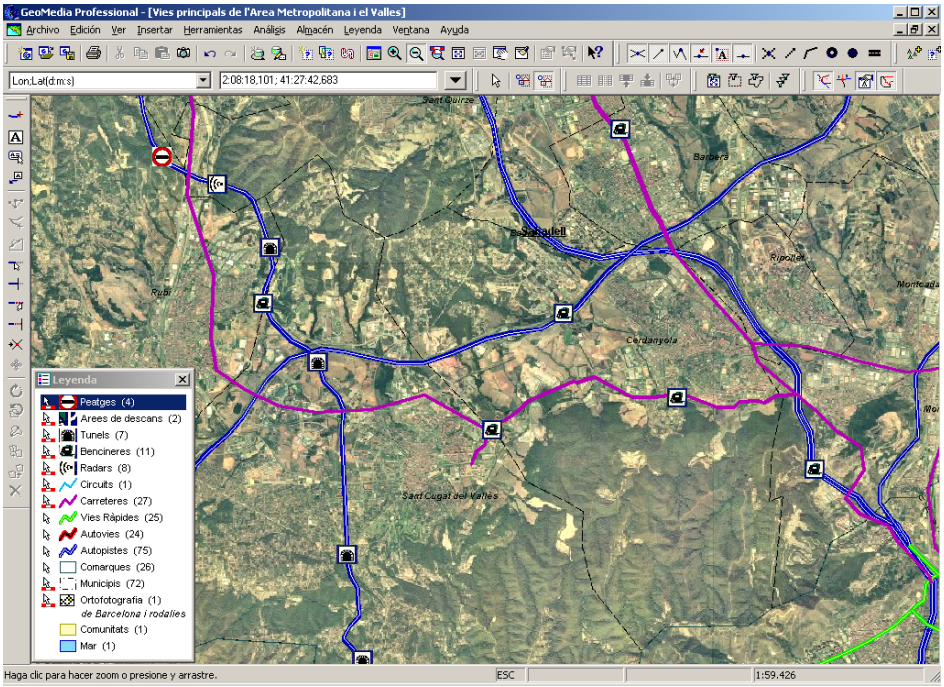


(Fig. 44) Vies principals de l'Àrea Metropolitana i el Vallès, Escala 1:1.077.974

A aquesta escala (Fig. 43) únicament apareix la capital de comunitat, les vies de comunicació principals i la geografia política. En fer un zoom sobre el mapa a una escala més gran apareixen els noms de capital de comarca i els límits comarcals (Fig. 44).



(Fig. 45) Vies principals de l'Àrea Metropolitana i el Vallès, Escala 1:104.967



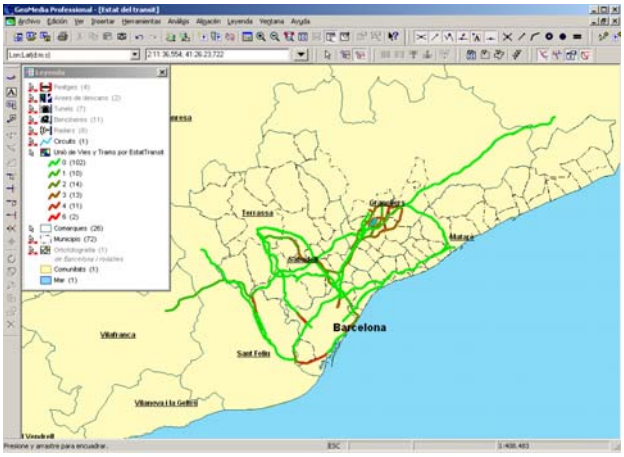
(Fig. 46) Vies principals de l'Àrea Metropolitana i el Vallès, Escala 1:100000

A mesura que reduïm l'escala apareixen els elements que afecten només a aquella regió, facilitant la llegibil·litat dels mapes, com es pot veure a les Fig. 45 i 46.

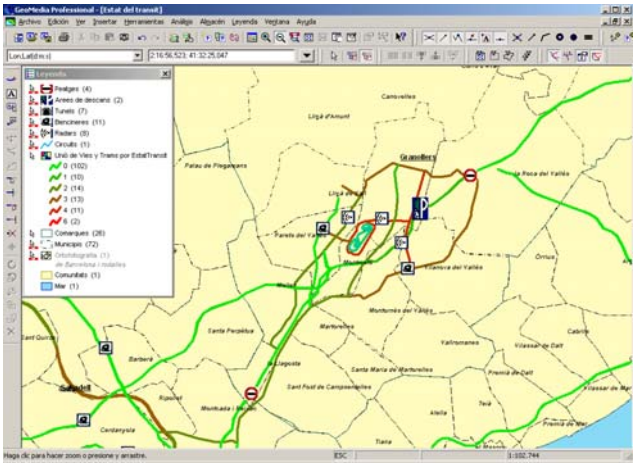
12.2 Finestra de mapa Estat del trànsit

La finestra de mapa **Estat del trànsit** conté un mapa temàtic sobre la fluïdesa del trànsit a les vies principals, indicant mitjançant el codi de colors explicat al capítol 7 la densitat del trànsit.

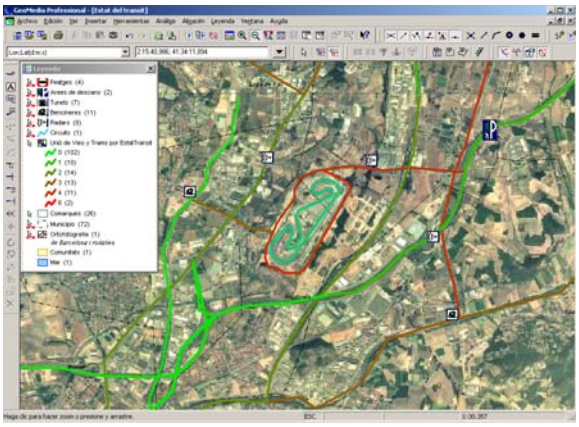
El mapa temàtic s'ha construït sobre la consulta **'Unió de vies i Trams'**, utilitzant l'atribut **'EstatDelTransit'**. Cada valor d'estat del trànsit es assignat a un color, essent el resultat d'aplicar aquest color a les entitats el mapa temàtic mostrat.



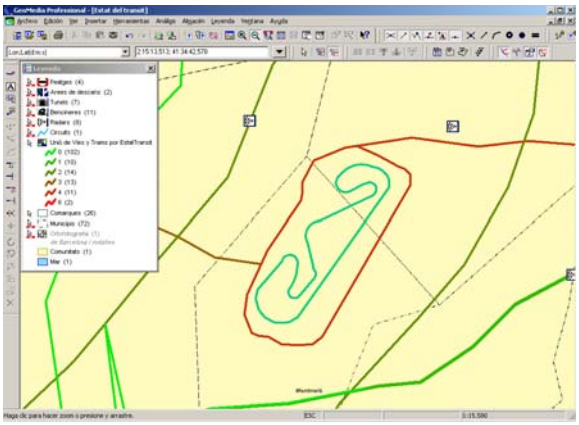
(Fig. 47) Estat del trànsit a escala 1:408.483



(Fig. 48) Estat del trànsit a escala 1:102.744



(Fig. 49) Estat del trànsit a escala 1:30.370

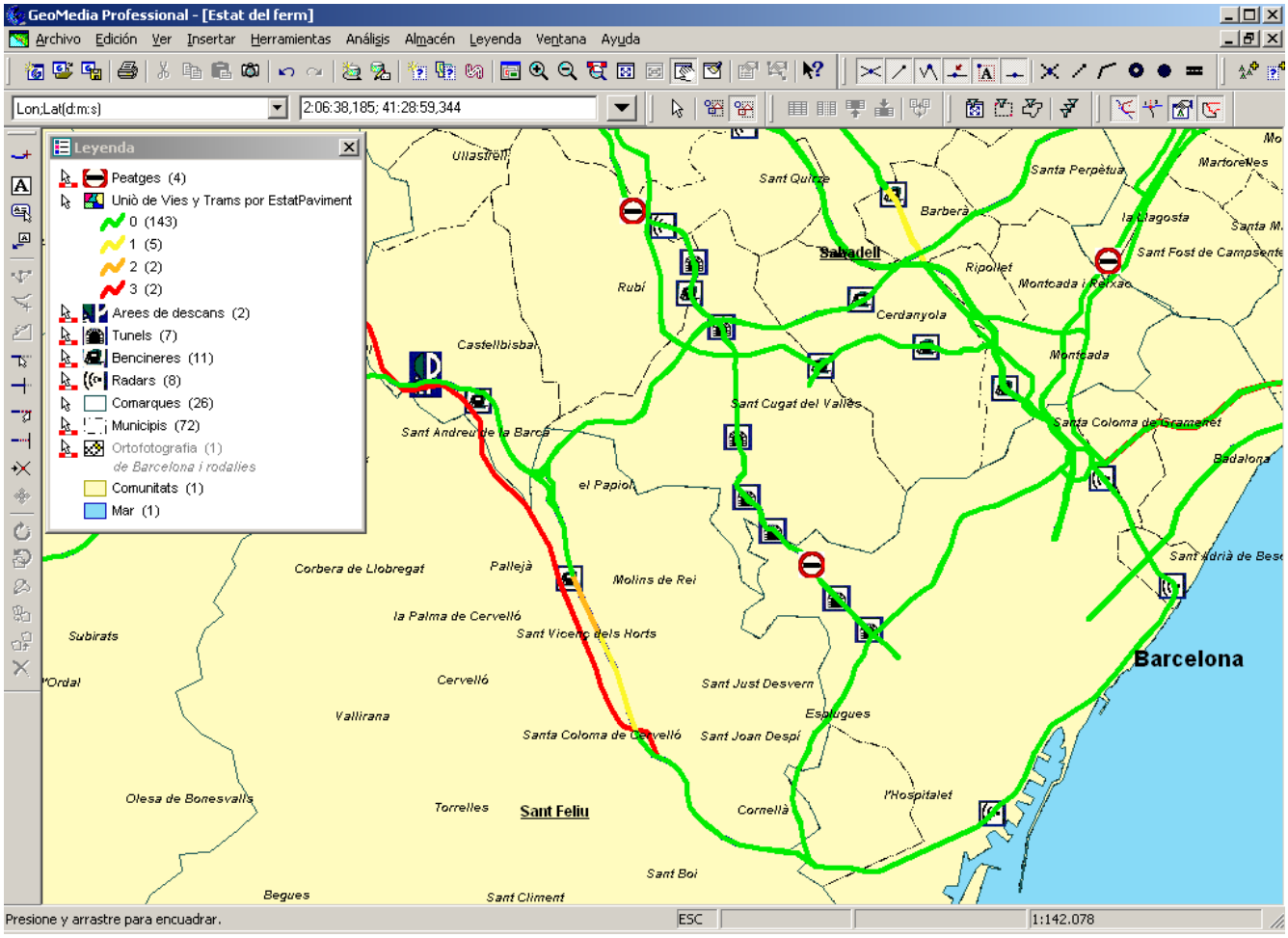


(Fig. 50) Estat del trànsit a escala 1:15.580

12.3 Finestra de mapa Estat de l'asfalt

Aquest mapa conté el mapa temàtic "Estat de l'asfalt", que de la mateixa manera que al punt 12.2 mostra l'estat del ferm de les carreteres.

El mapa temàtic s'ha construït sobre la consulta **'Unió de vies i Trams'**, utilitzant l'atribut **'EstatDelFerm'**. Cada valor d'estat del trànsit es assignat a un color, essent el resultat d'aplicar aquest color a les entitats el mapa temàtic mostrat.



(Fig. 51) Estat de l'asfalt, escala 1:142.078

13 Conclusions

En aquest apartat s'expliquen les conclusions a les que s'ha arribat i el que s'ha après durant la realització del projecte, on s'ha construït un Sistema d'Informació Geogràfica de carreteres.

El desenvolupament d'aquest projecte ha permès veure les dificultats que implica fer la planificació d'un projecte del que es desconeix totalment l'àmbit tecnològic.

De la mateixa manera, ha calgut aprendre conceptes de cartografia, fent que l'autor hagi après de camps amb el que no estava familiaritzat.

Aquest projecte ha permès saber què és un SIG, les parts que el formen, els usos que pot tenir i els camps als que es pot aplicar.

S'ha avaluar a fons un eina SIG com és GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2 i s'ha determinar que GEOMEDIA és un SIG molt vàlid, complert i que compleix tots els requisits per a la realització d'aquest SIG de carreteres. També s'ha avaluat i comprovat la potència del model de metadades que fa servir GEOMEDIA PROFESSIONAL per a guardar la informació d'un magatzem a diferents SGBD.

S'han vist , estudiat i comparat formats d'emmagatzematge de dades *raster* i vectorials, necessaris per a la realització del projecte.

Durant el procés d'importació de dades s'han vist les dificultats i els costos que té digitalitzar en format vectorial, tasca que també ha calgut aprendre.

Durant la construcció del prototipus s'han referenciar elements sobre una projecció i el seu sistema de coordenades corresponent, havent de convertir algunes dades d'un sistema de coordenades a un altre per a que concordi amb la resta de dades.

S'ha pogut comprovar la dificultat de dissenyar uns estils de visualització que descarreguin la pantalla i representin fidelment allò que es vol mostrar sense saturar d'informació a l'usuari, camp que és crític en eines d'aquest tipus, donat que el seu motiu d'existència és el de donar informació i si aquesta no és dona correctament la utilitat de tenir un SIG és la mateixa que la de no tenir-lo.

També ha estat interessant descobrir la gran quantitat de SIGs globals que països i universitats d'arreu del món pretenen construir, donada la seva gran utilitat per a la pressa de decisions, a través d'Internet.

És important destacar la dificultat de mantenir un SIG amb informació actualitzada, essent necessària una gran infrastructura humana i tecnològica per a tenir les dades sempre a punt i amb les ultimes variacions que s'hagin produït.

Finalment, es pot concloure que els SIG són sistemes molt útils per a la presa de decisions, detectar situacions on s'hauria de actuar urgentment que permeten estalviar molt de temps, riscos, i problemes.

El *Tsunami* produït recentment al sud-est asiàtic és un bon exemple d'us d'un SIG: El gran nombre de morts, així com llocs segurs i rutes d'evacuació podrien haver-se evitat, determinat i previst tenint un SIG alimentat amb un SCADA (*Supervisor y Control and Data Acquisition)*. L'SCADA, que és un tipus de sistema de teledetecció (veure apartat) rebria les dades de les plaques tectòniques, els moviments sísmics i la direcció i força de les corrents marines a través de sensors alimentant una Base de Dades que el SIG faria servir com a magatzem de dades, juntament amb d'altres magatzems que contindrien dades geogràfiques de la zona.

14 Glossari de Termes

B

BBDD
Base de Dades · 14, 59

C

CAD
Els CAD Són sistemes que permeten representar al detall des de simples objectes com una petita peça d'una maquina complexa, fins a plànols detallats d'un edifici o mapes de regions · 3, 4, 5, 11, 21, 22, 23, 37, 39, 41

Cartografia
Ciència que permet representar sobre un pla una part del àmbit que resulta d'interès per al desenvolupament humà · 23

Cartografia Automàtica
Els sistemes de cartografia automàtica permeten generar mapes a partir de dades obtingudes d'explorar una regió · 23

Classe d'entitat
Una classe d'entitat es la classificació on s'assigna cada instància d'una entitat. · 55, 56

Compressió agressiva
Mètode de compressió de la imatge en la que a partir de l'arxiu resultant no es pot recuperar tota la informació, perdent part de la qualitat i del detall de la imatge · 36

Compressió no agressiva
Mètode de compressió de la imatge en la que a partir de l'arxiu resultant es pot recuperar tota la informació · 36

Coordenades geogràfiques
Determinen la posició d'un punt sobre la superfície terrestre fent servir dues dades numèriques anomenades latitud i longitud · 26

D

Dades analògiques
Són dades continues on es poden fer infinites subdivisions · 34

Dades geogràfiques
Les dades geogràfiques inclouen informació VECTORIAL i RASTER, models digitals del terreny, xarxes lineals, informació d'estudis topogràfics, topologia i atributs · 21

Datum
Defineix la posició de un esferoide en relació amb el centre de la Terra · 26

Digitalització
Procés per el qual es converteixen dades analògiques en digitals · 35, 41, 48, 65

Distància angular
És l'angle que es forma entre dos punts de la superfície terrestre prenent com a referència el centre de la Terra · 26

E

Entitat
Element geografic que es representa al mapa amb una geometria i té definits uns atributs no gràfics al magatzem. · 68

Equador
És la circumferència màxima que envolta la Terra equidistant als dos pols i que divideix la Terra en dos hemisferis
Nord i Sud · 25, 26

Escala
Solució al problema de voler representar una cosa que te una mida superior a la de la superfície on es vol representar Permet ampliar o disminuir una superfície respectant les seves proporcions · 71, 72, 73

G

GEOMEDIA PROFESSIONAL
Eina SIG d'INTERGRAPH · 3, 4, 5, 10, 12, 13, 16, 18, 19, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 47, 48, 49, 56, 59, 63

GEOWORKSPACE
Fitxer que serveix per a treballar i veure les dades geogràfiques · 13, 20, 41, 43, 50, 59

I

ICC
Institut Cartografic de Catalunya. · 12, 27, 38, 50, 51, 54, 55, 56, 63, 65

L

Longitud
És la distància angular entre qualsevol punt de la superfície terrestre i el meridià inicial. Assenyala

si un punt es troba a l'est o a l'oest del meridià inicial. Es mesura en graus, minuts i segons · 54

M

Mapes interactius
Els mapes interactius proporcionen una visió interactiva de la informació geogràfica, permeten per tant buscar respostes a qüestions concretes i presentar un resultat d'aquestes respostes · 21
Metadades
Les metadades són les dades que descriuen la informació geogràfica, facilitant informació com ara qui és el propietari, quin és el format, quin és el sistema de coordenades o quina és l'extensió de la informació geogràfica · 21, 22
Models de dades
El model de dades a un GIS és més que un conjunt de taules relacionades en un Sistema Gestor de Bases de Dades (SGBD) Incorpora, com a altres sistemes d'informació, regles de comportament i d'integritat de les dades · 21, 22
Models de geoprocessament
Els models de geoprocessament són fluxos de processos que permeten automatitzar tasques que es solen repetir freqüentment, permetent enllaçar uns models amb uns altres · 21, 22

P

Projeccions conformes
Són aquelles que respecten la forma però no la mida · 29
Projeccions equidistant
Són aquelles que Mantenen la distancia real entre tots els punts del mapa · 29
Projeccions equivalents
Són aquelles que respecten les dimensions però no les seves formes · 29

R

Raster
Informació digitalitzada d'una imatge mostrejada · 35

S

SIG
Un SIG és un eina per a la gestió, anàlisi, visualització i estudi de coneixement geogràfic · 3, 4, 5, 10, 11, 12, 15, 20, 21, 22, 23, 24, 34, 37, 38, 39, 40, 41, 49, 50, 52, 80
Sistema Gestor de Bases de Dades
Un SGBD és un sistema desenvolupat per emmagatzemar, tractar i consultar informació mitjançant taules de dades organitzades en tuples que poden estar o no interrelacionades entre elles · 22, 23

T

Teledetecció
Els sistemes de teledetecció permeten obtenir dades en temps real a traves de sensors, tractar-les, emmagatzemar-les en un SGBD i realitzar operacions amb aquestes dades, essent possible de representar-ho gràficament · 23

U

Universal Traverse Mercator
És un sistema de projecció · 27
UTM
Veure Universal Traverse Mercator · 27, 28, 31

V

Vectorial
Informació digitalitzada ubicant línies i polígons dins l'espai · 21, 35

15 Bibliografia

15.1 Llibres

(bibl. I) BURROUGH, P.A. & Mc DONNELL
Principles of Geographical Information Systems. 2nd Edition
Oxford University Press. New York.

(bibl. II) PAUL A. LONGLEY, MICHAEL F. GOODCHILD, DAVID J. MAGUIRE, DAVID W. RHIND
Geographic Information Systems and Science
Wiley

(bibl. III) CHRISMAN N.
Exploring Geographical Information Systems, 2nd Edition
Wiley

(bibl. IV) BOSQUE SENDRA, JOAQUÍN
Sistemas de información geogràfica,
Rialp, Madrid

(bibl. V) WORBOYS, MICHAEL F.
GIS: a computing perspective, Taylor & Francis
London Bristol (PA)

(bibl. VI) DONNA J. PEUQUET, DUANE F. MARBLE
Introductory readings in geographic information systems
Taylor & Francis

(bibl. VII) Mc HARG, I.
Proyectar con la naturaleza
Editorial Gustavo Gili, S.A Barcelona

15.2 Web

(web. I)	Mundogps	http://www.mundogps.com
(web. II)	Geosoft Inc.	http://www.geosoft.com
(web. III)	Institut Cartogràfic de Catalunya	http://www.icc.es
(web. IV)	Associació espanyola de SIG	http://www.aesig.org/
(web. V)	Servei de SIG de la UIB	http://www.uib.es/secc6/lsig/index.html
(web. VI)	Campus virtual de SIG de la Universitat de Girona	http://www.giscampus.org/
(web. VII)	DGNlib	http://DGNlib.maptools.org/
(web. VIII)	GIS WWW Resource List	http://www.geo.de.ac.uk/home/giswww.html
(web. IX)	Recursos de Geografia de la UB	http://aleph.ac.upc.es/~carles/geografia
(web. X)	GIS Servers	http://deathstar.rutgers.edu/gis.html
(web. XI)	Starting points for GIS - Cartography	http://www.iko.unit.no/gis/gisen.html
(web. XII)	ESRI	http://www.esri.com
(web. XIII)	Geosystems. Map skills	http://www.geosys.com/
(web. XIV)	Collins Software	http://www.collinssoftware.com
(web. XV)	Cartography and GeoInformation	http://ppc2.gis.univie.ac.at/cart-info/carto.html
(web. XVI)	Earth and Mineral Sciences Learning Resources	http://www.ems.psu.edu/Resources
(web. XVII)	Lists of Map Web Sites	http://www.lib.duke.edu/pdmt/maps/links.htm
(web. XVIII)	Maps and Spatial Information	http://www.lib.duke.edu/pdmt/maps/index.htm
(web. XIX)	Dep. de Geografia de la Universitat de Colorado	http://www.colorado.edu/geography/
(web. XX)	Cartographic Data Sources - Utah University	http://www.geog.utah.edu/~swhite/geog304
(web. XXI)	GeoData	http://www.geodata.es
(web. XXII)	Index to Mapping Sites	http://www.geog.gla.ac.uk/workshop
(web. XXIII)	Geo Community	http://www.geocomm.com/
(web. XXIV)	LizardTech	http://www.lizardtech.com
(web. XXV)	My File Formats	http://myfileformats.com/search.php
(web. XXVI)	Digital Chart of the World	http://www.maproom.psu.edu/dcw
(web. XXVII)	Sitemas de Información Geográfica | Recursos	http://recursos.gabrielortiz.com/index.asp
(web. XXVIII)	Global Mapper	http://www.globalmapper.com/
(web. XXIX)	Miramón	http://www.creaf.uab.es/miramon/
(web. XXX)	Generalitat de Catalunya	http://www.gencat.net/