

Construcció d'un SIG per la gestió en camins no cartografiats.

Manuel José Martínez Bayona.
ETIG

Director:
Jordi Ferrer Duran

08/01/2007

MEMÒRIA



"L'home és un auriga que condueix un carro tirat per dos fogosos cavalls: el plaer i el deure. L'art de l'auriga consisteix a temperar la ferositat del corser negre (plaure) i compassar-lo amb el blanc (deure) per córrer sense perdre l'equilibri."

Plató – Comentaris



3 Resum

Els camps on s'utilitzen els sistemes d'informació geogràfica creix dia a dia. Aquests sistemes son emprats no tant sols per consultar dades merament de caràcter geogràfic, sinó també com a suport a la presa de decisions on el component geogràfic sigui d'interès pel resultat final. Podem pensar, a tall d'exemple, en una multinacional que decideix crear una nova sucursal. Si disposa de dades precises com les comunicacions, població, educació, situació de serveis i altres dades de les possibles ubicacions de la nova seu en un SIG pot efectuar diverses simulacions per tal de veure l'impacte d'aquestes dades sobre les ubicacions candidates, prenent una decisió que garanteixi que l'emplaçament escollit és el que millor s'adapta a les necessitats de l'empresa.

Aquest treball pretén ser un primer contacte amb el mon dels SIG per tal de poder comprendre el seu funcionament. Aquest treball està format per dues parts: la primera és un recull de tots els elements teòrics necessaris per entendre els rudiments d'un SIG i la segona, en la que es construeix un SIG de Catalunya, en el que es representarà les entitats bàsiques de la cartografia catalana: províncies, comarques, límits municipals, municipis i els camins no cartografiats enregistrats per terminals GPS.

Aquest SIG ha estat construït utilitzant Geomedia Professional 6.0, que és un programari d'última generació que permet la construcció del sistema d'informació geogràfica, i Microsoft visual studio per tal de desenvolupar el programari necessari per la gestió de les rutes generades pels terminals GPS.

Com a cas pràctic es presenta una possible solució al cas d'una empresa veterinària d'àmbit rural que realitza visites periòdiques a les granges dels seus associats. Moltes vegades els camins que condueixen a aquestes granges no estan disponibles en els mapes comercials, cosa que dificulta les visites dels veterinaris. La direcció de l'empresa decideix crear un SIG per tal de gestionar totes aquestes rutes. Per tal de portar-ho a terme es dota cada unitat mòbil amb un terminal GPS capaç de emmagatzemar les rutes realitzades que un cop a la central, quedaran registrades en el SIG per tal de que pugui ser consultada en posteriors visites. El SIG també ens permetrà veure els possibles encreuaments entre aquestes rutes a fi i efecte d'optimitzar els desplaçaments si fos possible.



4 Índex

3 Resum.....	3
4 Índex i figures	4
5 Cos de la memòria	7
5.1 Introducció	7
5.1.1 Justificació del TFC.....	7
5.1.2 Objectius del TFC	7
5.1.3 Enfocament i mètode seguit	8
5.1.4 Pla de treball	8
5.1.5 Productes obtinguts	9
5.1.6 Breu descripció dels capítols de la memòria	9
5.2 Memòria	10
5.2.1 Introducció als SIG	10
5.2.1.1 Definició dels SIG.....	10
5.2.1.2 Evolució històrica dels SIG.....	11
5.2.1.3 Components dels SIG	12
5.2.1.4 Models de dades utilitzats pels SIG	13
5.2.1.5 SIG comparat amb sistemes CAD	16
5.2.1.6 SIG comparat amb bases de dades amb coordenades.....	16
5.2.1.7 Aplicacions dels SIG.....	17
5.2.2 Introducció a la cartografia	17
5.2.2.1 Cartografia i història	17
5.2.2.2 Coordenades geogràfiques.....	18
5.2.2.3 El Datum.....	20
5.2.2.4 Les projeccions	22
5.2.2.5 La projecció Mercator – Mercator Transversa	24
5.2.2.6 El sistema de coordenades UTM.....	24
5.2.3 El sistema GPS	26
5.2.3.1. Funcionament del sistema GPS.....	26
5.2.4 Geomedia Professional 6.0.....	28
5.2.4.1 Descripció de Geomedia Professional 6.0	29
5.2.4.2 Els components de Geomedia Professional 6.0	29
5.2.4.2.1 Geoworkspace	29
5.2.4.2.2 Els magatzems de dades.....	30
5.2.4.2.3 Entitats i classes d'entitat.....	33
5.2.4.2.4 Elements per la visualització.....	33
5.2.5 Part pràctica	35
5.2.5.1 Introducció: Presentació del cas	35
5.2.5.2 Fase I: Construcció del SIG de Catalunya.....	36
5.2.5.2.1 Obtenció de les dades geogràfiques de l'ICC	36
5.2.5.2.2 Creació del fitxer de sistema de coordenades Geomedia	36
5.2.5.2.3 Creació d'un nou GeoWorkspace i un magatzem de dades.....	37
5.2.5.2.4 Creació d'un arxiu esquema de servidors CAD	38
5.2.5.2.5 Connexió amb el GeoWorspace del servidor d'esquemes CAD	40
5.2.5.2.6 Importar les dades del servidor CAD al nou magatzem de dades.....	41
5.2.5.2.7 Importar altres dades de l'ICC per completar la informació geogràfica	41
5.2.5.2.8 Creació de consultes.....	42
5.2.5.3 Fase II: Requisits, anàlisi i disseny.....	43
5.2.5.3.1 Trames GPS	43
5.2.5.3.2 Requisits, actors i funcionalitats	43
5.2.5.3.3 Anàlisi i disseny	45
5.2.5.3.4 Creació de les taules a Geomedia	46
5.2.5.4 Fase III: Implementació i resultat final	47
5.2.5.4.1 Creació i funcionament del programari.....	47
5.2.5.4.2 Consultes creades a Geomedia	51
5.3 Valoració econòmica	52
5.4 Conclusions	53
6 Glossari	54
7 Bibliografia.....	56



Figures

PART I : Introducció als SIG.

Moviments realitzats pels serveis d'emergència mèdica de la ciutat de Florida.....	11
Dualitat de dades geogràfiques i temàtiques	12
Model raster i vectorial	13
Representació de les dades en el model vectorial.....	13
Diagrama UML de les classes del model arc node.....	15
Representació i emmagatzematge de les dades en el model raster	15
Diferents capes temàtiques en que s'estructura la informació geogràfica en un SIG	16

PART II : Cartografia

Meridià de Greenwich i la distribució Est – Oest del globus terraqui	19
Paral·lels, Equador i els hemisferis nord i sud	19
Longitud.....	19
Latitud	20
Coordenades del punt P.....	20
Concepte de geoide.....	20
Concepte de el·lipsoide	21
Esfericitat de la terra	21
Punt fonamental	22
Projecció de la posició de diverses ciutats sobre el plànol.....	22
Projecció plana	23
Projeccions segons la figura geomètrica utilitzada.....	24
Projecció Universal Mercator Transversa.....	24
Graella de fusos UTM.....	24
Distorsió en un fus UTM.....	25
Minimització de la distorsió en els fusos UTM.....	25
Origen de coordenades del fus 30 pels dos hemisferis	26
Resolució i representació de coordenades UTM	26

PART III : El sistema GPS

Mesura de la distància al primer satèl·lit. Esfera en la que està situat el punt.....	27
Mesura de la distància al segon satèl·lit. Intersecció de les dues esferes	27
Mesura de la distància al tercer satèl·lit. Punts de tall en la intersecció de les tres esferes ..	27
Correcció d'errors en el posicionament dels satèl·lits del sistema GPS	28

PART IV : Geomedia Professional 6.0

Geoworkspace: El nucli de Geomedia Professional	30
Diàleg on es configuren les connexions als diferents magatzems utilitzats per Geomedia ...	30
Taules d'un magatzem nou en Microsoft Access.....	31
Taula Gfeatures: Tipus de geometria esperada en altres taules.....	32
Sistema de coordenades del Geoworkspace	32
Classe entitat: States. Entitat: Wyoming	33
Diferents entitats dins d'un magatzem	33
Elements de la finestra del mapa.....	34
Llegenda	34
Creació d'una nova finestra de dades.....	35

PART V : Desenvolupament del projecte pràctic

Configuració de l'arxiu del sistema de coordenades per Geomedia.....	37
Creació d'un nou GeoWorspace	37
Creació d'un nou magatzem de dades	38
Fitxer d'esquema de servidor CAD I.....	38
Fitxer d'esquema de servidor CAD II. Creació dels nous tipus d'entitat.....	39
Fitxer d'esquema de servidor CAD III. Definició del tipus de classe d'entitat	39
Taula de tipus d'entitat continguda en els fitxers de l'ICC.....	39
Creació del fitxer d'esquema de servidor CAD IV. Criteris de selecció.....	40
Entitats creades en el procés de generació del servidor d'esquemes CAD	40
Connexió amb el geoworkspace i exposició de les noves entitats a la llegenda del mapa....	40
Províncies obtingudes de l'ICC exposades en el servidor d'esquemes CAD	41



Exportar dades d'un magatzem a un altre.....	41
Entitats resultants després de les importacions	42
Consulta tipus relació de les taules bmMunicipisPoligons i bmMunicipisDades per tal de crear la consulta Municipis_alfa.....	42
Consultes finals	43
GIS amb les entitats bàsiques de Catalunya obtinguda de l'ICC	43
Casos d'ús del projecte	44
Atributs de la taula SeusEmpresa	45
Atributs de la taula Granges	46
Atributs de la taula Rutes_granges	46
Atributs de la taula Recorreguts_veterinaris	46
Creació de les taules a Geomedia	47
Menú principal de l'aplicació	48
Dades de la granja a afegir	48
Codi Visual Basic per la inserció d'una ruta	49
Codi Visual Basic per la inserció d'una granja	49
Granges i rutes geoposicionades	49
Diàleg per eliminar una granja	50
Diàleg per afegir una nova ruta diària	50
Diàleg per eliminar rutes diàries.....	51
Diàleg de selecció de dades per la consulta de rutes diàries.....	51
Consulta de rutes diàries.....	51
Creació de la consulta d'intersecció espacial.....	52
Punts de tall entre les rutes de les granges.....	52



5 Cos de la memòria

5.1 Introducció

Aquest treball pretén ser un primer contacte amb els sistemes d'informació geogràfica (SIG). El nostre camí s'inicia amb la introducció dels conceptes teòrics que ens permetran posteriorment entendre el funcionament bàsic d'aquests sistemes. El nostre recorregut comença per descriure què és un SIG, quins són els seus components més importants i la seva evolució històrica. Veurem amb quin tipus de dades treballa, com estan representades, les operacions que podem realitzar i els resultats que podem obtenir amb elles. Però primer ens cal anar una mica més enllà, ens cal fer una petita immersió per la cartografia i la geodèsia per tal de treure a la llum alguns conceptes, que potser teníem oblidats, o no havíem conegut fins ara. Ens sortiran al pas termes com escala, paral·lel, meridià, latitud, longitud, datum i altres que ens serviran sobre tot per situar un punt en el globus terraqüi. També apareixeran conceptes relatius a la representació que fem de la superfície terrestre i com les diferents representacions poden ser utilitzades per la confecció de plànols i mapes. Descriurem breument el sistema de coordenades UTM, que es un dels més utilitzats pels SIG i que posteriorment ens servirà com a marc de treball. Per finalitzar la part teòrica del nostre camí, coneixerem el sistema GPS, com funciona i les seves característiques principals.

De la ma de Geomedia Professional 6.0 ens endinsarem en el món dels SIG d'una manera pràctica, primer aprenent els conceptes bàsics de funcionament d'aquesta eina i posteriorment creant el nostre primer SIG, un SIG de Catalunya on paulatinament i a mesura que aprofundim en el coneixement dels SIG, anirem afegint entitats i components. Primerament introduïrem la cartografia bàsica de Catalunya, províncies, comarques, límits municipals i municipis. Un cop aquestes dades es situïn i visualitzin correctament procedirem a crear les taules i entitats necessàries per gestionar les rutes enregistrades en els terminals GPS, i ho farem amb l'ajut d'un llenguatge de programació Standard com Visual Basic, que ens permetrà desenvolupar un programari per emmagatzemar i gestionar la informació adquirida pels terminals GPS.

5.1.1 Justificació del TFC

Des de sempre la geografia i els conceptes relacionats amb ella han cridat la meua atenció, els mapes, el càlcul de distàncies entre ciutats, les rutes mes curtes, etc. Al veure alguns dels nous programes que permetien manipular informació geogràfica vaig sentir la curiositat de conèixer com funcionaven. Quan vaig veure a la llista de treballs de fi de carrera la possibilitat de fer-ho no m'ho vaig pensar dues vegades: era l'oportunitat ideal per iniciar-me en el món dels sistemes d'informació geogràfica. D'aquesta manera espero aconseguir els coneixements bàsics que em permetin aprofundir en el fascinant món dels SIG.

5.1.2 Objectius del TFC

Tal i com he comentat anteriorment, l'objectiu principal d'aquest TFC és el de ser un punt d'inici per conèixer els sistemes d'informació geogràfica. En cap cas no pretenc acabar aquest projecte éssent un expert en GIS, ho deixo pel futur, si s'escau. Bàsicament, els objectius clau que jo anomenaria són:

- Comprendre i conèixer què és un SIG.



- Tenir clar els conceptes bàsics de cartografia per manipular dades geogràfiques.
- Conèixer un dels programaris comercials per construir SIG, Geomedia en aquest cas.
- Ser capaç de crear un SIG de Catalunya i col·locar les principals entitats geogràfiques.
- Entendre els mecanismes de comunicació entre els llenguatges de programació estàndards i Geomedia.
- Ser capaç de crear consultes en el SIG responnent a qüestions prèvies.

5.1.3 Enfocament i mètode seguit

El TFC té dues parts ben diferenciades: la primera part teòrica i la segona eminentment pràctica. La primera part es compondrà a la seva vegada de dues parts, primer, una cerca de documentació, lectura i comprensió de la mateixa. Una segona en la que compilarem els coneixements adquirits i realitzarem la memòria corresponent a la primera PAC. La part pràctica la divideixo en 5 parts : Seguiment dels tutorials de Geomedia (*Learning Geomedia*), cerca de les dades geogràfiques de Catalunya a l'ICC, confecció del SIG de Catalunya incorporant les dades de l'ICC, creació de les taules i estructures necessàries per dur a terme la gestió de les rutes no cartografiades i la construcció del programari i les consultes necessàries per aquesta gestió. Durant la realització d'aquesta segona part i paral·lelament procediré a aprendre les nocions bàsiques de Visual Basic que em permetran dur a terme el desenvolupament de la part final del projecte. Per tal de fer-ho es cercarà informació sobre la sintaxi de Visual Basic així com informació de la programació dels objectes que Geomedia Professional posa a l'abast del desenvolupador d'aplicacions. El final del projecte serà la confecció de la memòria completa i la presentació de PowerPoint.

5.1.4 Pla de treball

Setmana	Dates	Planificació	Lliurament
1	18 - 24 Setembre	Inici del semestre. Presentació del TFC.	
2	25 - Setembre 01 - Octubre	Organització de la feina, preparació de la planificació del TFC	
3	02 - 08 Octubre	LLIURAMENTS: LLIURAMENT de la planificació. TEORIA: Conceptes bàsics de cartografia. Latitud, Longitud, Coordenades UTM, Funcionament del sistema GPS PRÀCTICA: Instal·lació del programari GEOMEDIA. Presa de contacte amb l'entorn de treball.	PAC 1
4	09 - 15 Octubre	TEORIA: Característiques dels sistemes GIS Tipus de sistemes GIS i el seu funcionament. Aprofundir en el funcionament del programari GEOMEDIA. PRÀCTICA: Conceptes pràctics de funcionament de GEOMEDIA. GeoWorkspaces, coordenades, imatges i mapes.	
5	16 - 22 Octubre	TEORIA: GEOMEDIA Treball amb magatzems, connexió a bases de dades. ACCESS: Investigar esquemes de bases de dades de mostra incloses a Geomedia. Repàs de creació bases de dades Access. PRÀCTICA: Instal·lar Visual Basic, conèixer l'entorn i desenvolupar petites aplicacions per tal de provar la connexió amb la base de dades i GEOMEDIA.	



Setmana	Dates	Planificació	Lliurament
6	23 - 29 Octubre	TEORIA: GEOMEDIA: Treballa amb entitats. GPS: Determinació del format de les trames GPS i com s'estructuren. PRÀCTICA: GEOMEDIA i Visual Basic	
7	30 - Octubre 05 - Novembre	LLIURAMENTS: Recopilació de la informació teòrica per la confecció de la PAC2 preparació del document de LLIURAMENT (aclarir els continguts, però possiblement amb la part teòrica del TFC) PRÀCTICA: GEOMEDIA i Visual Basic	
8	06 - 12 Novembre	LLIURAMENTS: Lliurament la segona PAC del TFC. PRÀCTICA: Requeriments i Anàlisi de la part practica del TFC.	PAC 2
9	13 - 19 Novembre	PRÀCTICA: Disseny del programari. Disseny i creació de la base de dades resultant del anàlisi i disseny.	
10	20 - 26 Novembre	PRÀCTICA: Implementació del programari i del SIG	
11	27 - Novembre 03 - Desembre	PRÀCTICA: Implementació del programari i del SIG	
12	04 - 10 Desembre	PRÀCTICA: Implementació del programari i del SIG. Joc de proves i test final.	
13	11 - 17 Desembre	LLIURAMENTS: LLIURAMENT de la tercera PAC. Part pràctica. El programari i el SIG.	PAC3
14	18 - 24 Desembre	PRÀCTICA: Preparació de la memòria i de la presentació.	
15	25 - 31 Desembre	PRÀCTICA: Preparació de la memòria i de la presentació.	
16	01 - 07 Gener	PRÀCTICA: Revisió del TFC en el seu global. Preparar el LLIURAMENT.	
17	08 - 14 Gener	LLIURAMENT: 8 de Gener Lliurament de la memòria i el producte	TFC
18	15 - 21 Gener	Debat Virtual	

5.1.5 Productes obtinguts

El TFC està compost pels següents productes:

La memòria, on intento explicar tot el treball dut a terme per la seva confecció, una presentació feta en PowerPoint, on intento sintetitzar aquest treball en unes diapositives il·lustratives, i per últim el que podem anomenar els productes pròpiament dits que són el GeoWorkspace de Geomedia i la base de dades Access on estan emmagatzemades les dades del SIG, la cartografia bàsica de Catalunya i les taules i estructures per la gestió de les rutes no cartografiades. També incorporo el codi font en Visual Basic dels procediments per la gestió d'aquestes rutes.

5.1.6 Breu descripció dels capítols de la memòria

A grans trets, aquesta memòria està estructurada en cinc blocs. En el primer bloc tracta de donar una visió general de què s'entén per sistema d'informació geogràfic, els seus components, la informació que utilitza, els àmbits on els podem trobar i la seva evolució històrica. El segon bloc està dedicat a donar a conèixer els conceptes de cartografia i geodèsia necessaris per treballar amb un SIG. Es veuran conceptes com l'escala d'un mapa, les coordenades utilitzades per referenciar un punt en el globus terraqui, els paral·lels, els meridians, la longitud i la latitud. També es veu el sistema de coordenades UTM que és el més utilitzat degut a la



seva importància en els sistemes GPS. El tercer bloc, dedicat al sistema GPS, intenta explicar d'una manera senzilla el seu funcionament i els elements que el componen. En el quart bloc analitzarem l'eina que utilitzarem després en la part pràctica, Geomedia 6.0 Professional, veurem els seus components i una aproximació elemental al seu funcionament. Per últim el cinquè bloc és en el que tractarem de resumir tot el referent a la part pràctica del projecte. Començarem amb la presentació del cas, el seu anàlisi i el seu desenvolupament.

5.2 Memòria

5.2.1 Introducció als SIG

En aquest apartat s'introdueix el concepte de Sistema d'Informació Geogràfica (SIG), la seva evolució històrica, quines són les seves característiques i les diferències amb les de bases de dades amb coordenades, i les diferències amb els sistemes CAD.

L'apartat està estructurat seguint els següents punts:

- 5.2.1.1 Definició dels SIG.
- 5.2.1.2 Evolució històrica dels SIG.
- 5.2.1.3 Components dels SIG.
- 5.2.1.4 Models de dades utilitzats pels SIG.
- 5.2.1.5 SIG comparat amb sistemes CAD.
- 5.2.1.6 SIG comparat amb bases de dades amb coordenades.
- 5.2.1.7 Aplicacions dels SIG.

5.2.1.1 Definició dels SIG.

Els sistemes d'informació geogràfica (SIG) són, bàsicament eines informàtiques que processen i analitzen dades amb alguna component espacial. Una definició més completa considera un sistema d'informació geogràfica com un conjunt d'eines dissenyat per adquirir, emmagatzemar, analitzar i representar dades espacials.[T1,T2]

Així doncs, primer necessitem adquirir la informació, ja sigui un mapa o les posicions i característiques dels diferents objectes que el componen. Per fer-ho podem fer servir un escàner per digitalitzar un mapa o plànol, podem també importar fitxers ja digitalitzats obtinguts d'algun organisme o empresa. Un cop obtinguda aquesta informació haurem d'emmagatzemar-la en una base de dades que ens permeti referir tota aquesta informació d'una manera senzilla. Un cop ha estat emmagatzemada, ens ha de permetre l'anàlisi i manipulació de la informació per obtenir altres dades derivades.

Un SIG ens ha de permetre fer consultes complexes de la informació emmagatzemada en la seva base de dades. Alguns exemples podrien ser:

Seleccionar el subconjunt de dades que l'usuari necessita en funció d'un conjunt de criteris definits amb anterioritat:

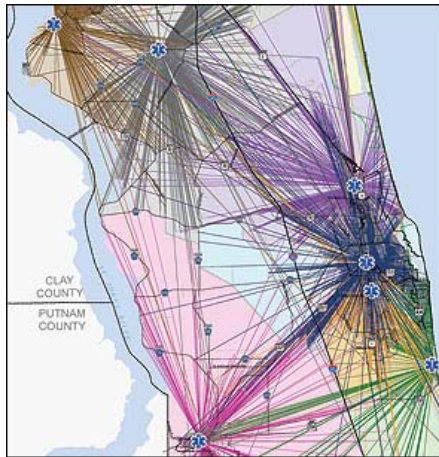
- Els municipis amb una població de més de 300.000 habitants.
- Quants objectes d'una determinada classe estan a una certa distància d'un punt i que a més a més compleixin unes condicions establertes.



- Quin és el camí més curt entre dos punts sense passar per uns determinats camins.

Mostrar els resultats de la forma mes adient:

- Una taula amb els municipis de més de 300.000 habitants ordenada per densitat de població.
- Un mapa amb les diverses densitats de població organitzades per colors.



Aquest mapa il·lustra els moviments realitzats pels serveis d'emergència mèdica de la ciutat de Florida durant una setmana, i com poden ser analitzades aquestes dades utilitzant un SIG. [T3]

5.2.1.2 Evolució històrica dels SIG.

En el transcurs de la història, l'home ha sentit la necessitat de representar la superfície de la terra i els objectes situats al seu damunt. L'objectiu dels primers mapes era el de servir de recolzament a la navegació, indicaven per tant els rumbos (direccions) que era necessari seguir per anar d'un port a un altre.

L'exactitud en la representació es considerava accessòria éssent fonamental l'exactitud en els rumbos i distàncies entre ports. Més endavant, en el període colonial ja no era suficient amb poder arribar a port, sinó que era necessari mesurar les distàncies i superfícies sobre els nous territoris per tal de tenir un millor domini sobre els mateixos. Per altra banda es fa necessari representar els diversos elements, recursos i factors ambientals de la superfície terrestre per tal d'aconseguir una millor visió de la distribució dels fenòmens naturals i els assentaments humans.

Avui dia, la idea bàsica és la mateixa, però disposem d'una tecnologia més avançada que ens permet millorar els resultats obtinguts. Els SIG tal i com avui els coneixem, varen començar als anys seixanta a Estats Units i Canadà. El primer projecte data de l'any 1962. Els primers projectes desenvolupats als Estats units són LUNR (*Land Use and Resource Information System*) i el PIOS (*Polygon Information Overlay System*). En els anys 60 i 70 aquests sistemes es centraven més en la cartografia i en la generació automàtica de mapes de gran qualitat i no en l'anàlisi de la informació espacial. Els anys 80 van ser els anys en que es varen impulsar més aquests sistemes, degut al desenvolupament d'eines de disseny assistit per ordinador, mes conegudes com CAD (*Computer Aided Design*) i la proliferació d'ordinadors més potents. Es varen crear nous organismes, tant en l'àmbit universitari, com en el de l'administració pública i l'empresa privada per tal de desenvolupar sistemes d'aquesta índole. L'any 1988, es crea el *National Center for Geographical Information and Analysis*, que seria l'encarregat de dur a terme l'impuls en les noves investigacions en el camp dels SIG. Els anys 90 varen ser els de la consolidació gràcies a l'augment en la potència dels ordinadors. Avui en dia



els SIG viuen una explosió 'cambriana' i són utilitzats en innumerables matèries i situacions, el que permet augurar un futur brillant per aquesta disciplina.[T1]

5.2.1.3 Components dels SIG.

Tal com es definia en el punt 5.2.1.1. un SIG és un conjunt d'eines informàtiques que permeten processar, emmagatzemar i analitzar dades amb algun component espacial. Podríem considerar que un SIG està constituït pels següents components:

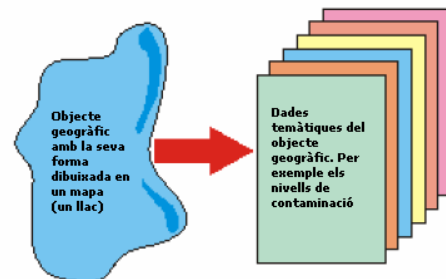
- Base de dades: espacial i temàtica.
- Programari.
- Maquinari.
- Comunitat d'usuaris.

Base de dades: espacial i temàtica.

Mentre altres sistemes d'informació (com per exemple pot ser el d'un banc) contenen tan sols dades temàtiques (noms, adreces, números de comptes, etc.) les bases de dades d'un SIG han de contenir a més dades per la localització i per la delimitació de cada un dels objectes geogràfics.

Però a més de ser un factor limitant, la informació geogràfica esdevé l'element diferenciador d'un SIG en front a d'altres sistemes d'informació; així la particular naturalesa d'aquest tipus d'informació conté dues vessants diferents: la vessant espacial i la vessant temàtica de les dades.

Per exemple: un llac que té la seva localització i corresponent forma geomètrica plasmada en un plànol i té també altres dades associades com els nivells de contaminació, profunditat, biodiversitat etc.



Dualitat de dades geogràfiques i temàtiques.

Per tant el SIG ha de treballar a la vegada amb les dues parts d'informació: la seva forma perfectament definida en un plànol i els seus atributs associats. És a dir ha de treballar amb cartografia i amb les dades temàtiques a la vegada, fusionant les dues parts constituint una sola base de dades geogràfica. És aquesta capacitat d'associació de bases de dades temàtiques amb la descripció espacial precisa dels objectes geogràfics i les seves relacions (topologia) el que diferencia un SIG d'altres sistemes de gestió de la informació.

La construcció d'una base de dades geogràfica implica un procés d'abstracció per passar la complexitat del món real a una representació simplificada assequible pel llenguatge dels ordinadors actuals. Aquest procés d'abstracció té diversos nivells i normalment comença amb la concepció de la base de dades generalment en capes; en aquesta fase, i depenent de la utilitat que es vulgui donar a la informació a compilar, es seleccionen les diverses capes temàtiques a incloure.

Però l'estructuració de la informació espacial provinent del món real en capes pota cert nivell de dificultat. En primer lloc, el nivell d'abstracció que requereixen les màquines implica treballar amb primitives bàsiques de dibuix, de tal manera que tota la complexitat de la realitat ha de ser reduïda a punts, línies o polígons.



En segon lloc, existeixen les relacions espacials entre els objectes geogràfics que el sistema no pot ignorar; és el que es denomina topologia, que en realitat és el model matemàtic lògic utilitzat per definir les relacions espacials entre aquests objectes.

A pesar de que a nivell geogràfic las relacions entre objectes són molt complexes, éssent molts els elements que interactuen sobre cada aspecte de la realitat, la topologia d'un SIG redueix les seves funcions a qüestions molt més senzilles, com per exemple conèixer el polígon al que pertany una determinada línia, o bé saber quina agrupació de línies formen una determinada carretera.

Programari

Proporciona les eines per adquirir, emmagatzemar i analitzar les dades del sistema. Els principals programes que ens podem trobar són:

Eines per manipular informació geogràfica: Serveixen per adquirir i manipular correctament informació de caràcter espacial, com escàners, plotters, etc.

Sistemes gestors de bases de dades: Actuen com a magatzem de la informació del sistema.

Sistemes per presentació de les dades: Ens permeten mostrar les dades obtingudes en uns formats determinats, com reports o taules.

Interfícies gràfiques: Permeten visualitzar les dades en format gràfic.

Usuaris

Els sistemes d'informació, i els SIG en particular, normalment estan al servei d'estructures organitzades i per tant tenen un gran nombre d'usuaris amb diferents nivells d'accés, administradors del sistema, personal responsable de prendre decisions segons la informació obtinguda del sistema etc. Podríem classificar-los segons com interactuen amb el SIG:

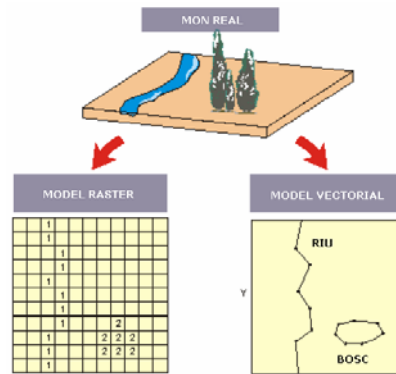
Usuaris: Obtenen informació dels SIG i prenen decisions en funció de la mateixa. Acostumen a necessitar una interfície senzilla per 'encapsular' la complexitat del sistema.

Tècnics en SIG: Encarregats de seleccionar les eines, les dades, les escales adequades de representació, etc. Tenen formació en cartografia, geografia i coneixements informàtics.

Informàtics i administradors del sistema: En sistemes de certa importància són els encarregats del correcte funcionament del programari i el maquinari. A vegades és necessari desenvolupar aplicacions per potenciar el sistema i ells són els encarregats de fer-ho.[T2,T5]

5.2.1.4 Models de dades utilitzats pels SIG

Els mapes són models de la realitat que registra de manera simplificada els aspectes que més ens interessin en funció de l'objectiu del mapa i la seva escala. Normalment s'utilitzen dos mètodes (que donen lloc als dos models bàsics de SIG) per representar aquesta realitat: el model vectorial i el model raster.



Model raster i vectorial.

Model vectorial

Són aquells sistemes d'informació geogràfica que per la descripció dels objectes utilitzen vectors definits per parells de coordenades relatives a algun sistema cartogràfic. En aquest model només es registren les fronteres dels objectes espacials. Amb un parell de coordenades i la seva altitud gestionen un punt, amb dos punts es genera una línia i amb una agrupació de línies, polígons. Per tant podem definir:

Coordenada

Conjunt de n números referenciats en uns n eixos que expressen una localització concreta en un espai n dimensional. Las coordenades generalment representen localitzacions de la superfície terrestre relatives a altres localitzacions.

Punt

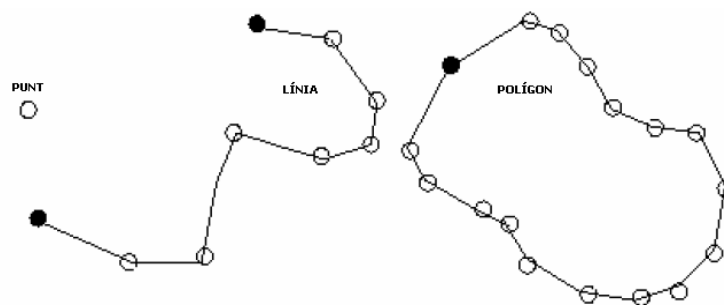
Abstracció d'un objecte de zero dimensions representat per un parell de coordenades X,Y. Normalment un punt representa una entitat geogràfica massa petita per a ser representada com una línia o una superfície; per exemple, la localització d'un edifici en una escala de mapa petita.

Línia

Conjunt de parells de coordenades ordenats que representen la forma d'entitats geogràfiques massa fines per ser visualitzades com una superfície a una escala dada (corbes de nivell, carrers, carreteres, línies ferroviàries o rius), o entitats lineals sense àrea com els límits administratius. Arc és sinònim de línia.

Polígon

Entitat utilitzada per representar superfícies. Un polígon es defineix per les línies que formen el seu contorn i per un punt intern que l'identifica.



Representació de les dades en el model vectorial.



De totes les estructures de dades utilitzades per representar el model vectorial la més robusta és la topologia *arc node*. És una estructura de taules on tindríem una taula de *nodes*, una de línies i una de polígons relacionades, per tal de representar els objectes geogràfics.

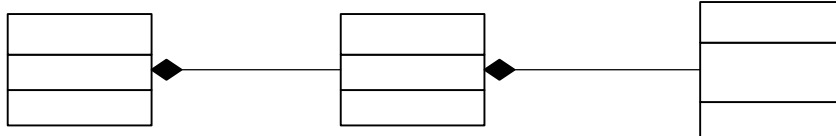
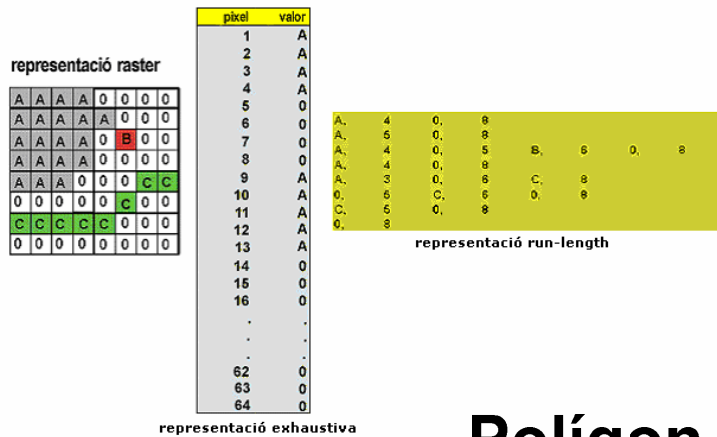


Diagrama UML de les classes del model arc node

Model raster

En el model raster el que s'emmagatzema no són les fronteres dels objectes sinó el seu contingut. Per tant els límits queden implícitament representats. Per aconseguir-ho es divideix el domini geogràfic en una graella regular de cel·les (píxels) a les que s'assigna un valor numèric com a representació del seu valor temàtic (clau per indexar les dades temàtiques).

Per tenir una descripció precisa dels objectes geogràfics continguts en la graella, la grandària de les cel·les (píxels) ha de ser reduït. A menor grandària de cel·la major resolució. S'ha de tenir en compte, que a major resolució (major nombre de files i columnes) més cost computacional tant a l'hora de captura de la informació com a l'hora de processar-la.



Polígon

Representació i emmagatzematge de les dades en el model raster

El model raster es pot emmagatzemar en una llista de píxels anomenada **identificador** representació exhaustiva en que es guarda cada cel·la de la graella amb les dades associades. Evidentment aquesta llista pot arribar a ser força gran, dependent de la resolució de la graella. Existeixen també variacions d'aquest mètode basades en la compressió de les dades (run-length). En cas de que existeixin cel·les contigües amb el mateix valor només s'emmagatzema el valor i el nombre de cel·les coincidents, d'aquesta manera aconseguim reduir la grandària de la llista.[T8]

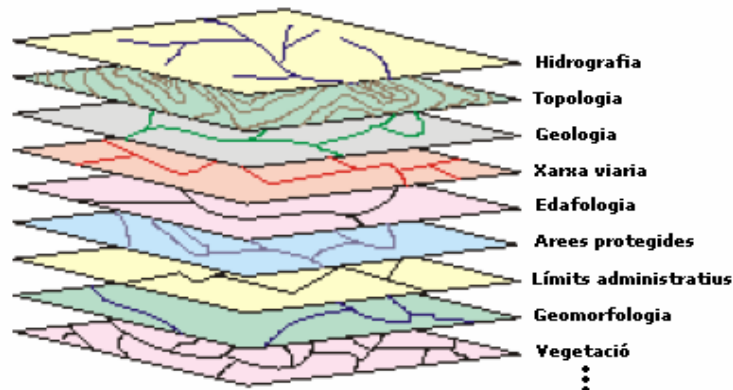
Utilització dels models

El model a escollir depèn de les dades a representar. En unes circumstàncies serà millor utilitzar el format vectorial i en altres serà el raster.

Utilitzarem el format vectorial quan tinguem objectes geogràfics amb límits ben definits com poden ser límits geogràfics, carreteres, rius, finques, etc. Com a contrapartida utilitzarem el model raster quan els objectes geogràfics tinguin uns límits difosos com pot ser els contorns de la dispersió d'un núvol de contaminants.



Els SIG actuals, permeten treballar amb els dos models, i normalment, la informació estarà dividida en capes, cada una de les quals estarà estructurada en un o altre format, alternant-los si fos necessari.



Diferents capes temàtiques en que s'estructura la informació geogràfica en un SIG.
Alternant capes en format raster i vectorial

5.2.1.5 SIG comparat amb sistemes CAD

En aquest apartat veurem les diferències entre els sistemes SIG i CAD i com aquest últim complementa els SIG.

Els sistemes CAD, bàsicament, estan pensats per el desenvolupament i disseny gràfic, concentrant-se en la representació i manipulació d'informació geomètrica (línies, punts i polígons). Els SIG també treballen amb informació gràfica, però no és aquest el seu principal objectiu. El punt fonamental i el pilar dels SIG és l'anàlisi de la informació geogràfica.

Tot i que tots dos sistemes treballen amb coordenades per fer referència als objectes en l'espai, i que els sistemes CAD poden utilitzar atributs alfanumèrics per completar la informació dels objectes que contenen, la seva capacitat d'anàlisi és molt limitada, i de cap manera poden establir relacions entre els objectes representats.

Els sistemes SIG poden emmagatzemar dades gràfiques en formats raster i vectorial (veure el capítol 5.2.1.4 Tipus de SIG) en canvi els sistemes CAD sols poden manipular informació en format vectorial.

Tot i aquestes diferències, en l'actualitat existeixen programes que intenten combinar les capacitats d'un CAD en disseny amb les d'anàlisi d'un SIG.

5.2.1.6 SIG comparat amb bases de dades amb coordenades

En aquest apartat, podem veure a grans trets les diferències entre una base de dades que emmagatzema coordenades i els sistemes SIG.

Tot i que el SIG guarda la informació tant geogràfica com alfanumèrica en una base de dades, no cal confondre'l amb el que seria una Base de dades amb coordenades. En aquesta, les coordenades són dades alfanumèriques com d'altres i caldria relacionar-les 'manualment' amb les dades gràfiques.

En una Base de dades amb coordenades trobarem a faltar totes les eines per a la visualització i tractament d'informació gràfica que si que posseeixen els SIG. D'altra



banda, tots els SIG tenen una base de dades pròpia o poden connectar-se a un gestor (magatzem) extern per manipular i emmagatzemar la informació. [T4]

5.2.1.7 Aplicacions dels SIG.

Com s'ha comentat en punts anteriors, un SIG és una eina que permet adquirir, emmagatzemar i analitzar informació amb components espacials. Per tant en qualsevol activitat en que es requereixi tractar informació de caràcter geogràfic es pot utilitzar un SIG. Entre les aplicacions més usuals podem trobar:[T5]

Científiques.

Ciències del medi ambient: anàlisi de nivells de contaminació, gestió d'espais forestals, etc. Desenvolupament de models empírics, per exemple models de temperatura i climàtics. Teledetecció.

Gestió.

Són moltes les aplicacions en el món de la gestió i cada vegada en seran més. Podem destacar com a àrees més importants:

- Cartografia automàtica.
- Informació pública.
- Planificació d'espais protegits.
- Ordenació territorial.
- Planificació urbana.
- Estudis d'impacte ambiental.
- Seguiment de construccions (carreteres, preses).

Empresarial.

Marketing: enviament de propaganda a les rodalies d'una empresa que compleixi certes condicions. Estratègies de distribució per optimització de rutes. Localització d'emplaçament d'una sucursal en funció dels clients.

5.2.2 Introducció a la cartografia

En aquest apartat introduïrem els conceptes bàsics de cartografia i geodèsia per tal de poder utilitzar un SIG. En primer lloc es definirà el concepte de cartografia i es farà una aproximació històrica a la mateixa, per introduir posteriorment el concepte de coordenades geogràfiques i de datum i la seva gran importància dins de la cartografia. Un cop aclarits aquests conceptes introduïrem la noció de projecció, tractarem la projecció UTM *Universal Transversa Mercator* i el datum WGS-84, - i la seva importància com a datum universal - com a base del sistema GPS.

5.2.2.1 Cartografia i història.

5.2.2.2 Coordenades geogràfiques.

5.2.2.3 El Datum.

5.2.2.4 Les projeccions.

5.2.2.5 La projecció Mercator – Mercator Transversa.

5.2.2.6 El sistema de coordenades UTM.

5.2.2.1 Cartografia i història

La cartografia és la ciència que estudia els diferents mètodes o sistemes per representar, sobre un pla, una part o la totalitat de la superfície terrestre, de manera que les inevitables deformacions que es produeixen siguin mínimes, i sempre conegudes, o bé que la representació plana obtinguda compleixi diverses



condicions especials, que interessin des de el punt de vista de la seva utilització posterior.

Tal com es va introduir en el apartat 5.2.1.1 Evolució històrica dels SIG, l'home sempre ha sentit la necessitat de representar la superfície terrestre i els objectes situats en ella. L'objectiu dels primers mapes era bàsicament servir d'ajuda a la navegació, que en un principi seguia la línia de la costa que era representada d'una manera molt superficial en els primers mapes. Aquests mapes eren anomenats portulans, i la representació de les terres i objectes era considerada accessòria éssent el més important l'exactitud en els rumbos per tal de garantir que les naus arribessin al port de destí escollit.

Mes endavant, en el període dels grans descobriments i l'època colonial, ja no era suficient el poder arribar a port, si no que era necessari mesurar les distàncies i superfícies sobre els nous territoris per tal de tenir-hi un millor domini. Per altra banda es fa necessari representar els diversos elements, recursos i factors ambientals de la superfície terrestre per tal d'aconseguir una millor visió de la distribució dels fenòmens naturals i els assentaments humans.

Ja en el segle XVII i degut al gran desenvolupament del comerç internacional per via marítima, es fa necessari comptar amb mapes el més precisos possible. És per això que matemàtics i cartògrafs de l'època com Mercator van demostrar que utilitzar un sistema de coordenades cartesianes, és a dir utilitzant un parell d'eixos ortonormals formant una quadricula, milloraven la fiabilitat de les distàncies, àrees o angles mesurats sobre mapes.

Al final del segle XVIII els estats europeus estaven prou organitzats com per crear societats geogràfiques encarregades de compilar, millorar i mantenir la informació geogràfica. [T1]

Avui en dia i amb el desenvolupament tecnològic, la informació geogràfica torna a jugar un paper fonamental en moltes de les disciplines científiques i civils de la nostra societat (veure apartat 5.2.1.7 aplicacions dels SIG).

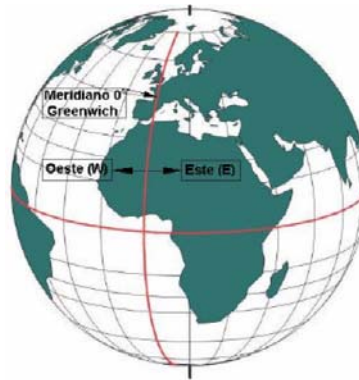
5.2.2.2 Coordenades geogràfiques

Las coordenades geogràfiques són una forma de designar un punt sobre la superfície terrestre. Són coordenades angulars basades en un sistema de referència de tres dimensions. [T7]

Per a construir aquest sistema de referència hem de definir els conceptes de meridià, paral·lel, longitud i latitud.

Meridians

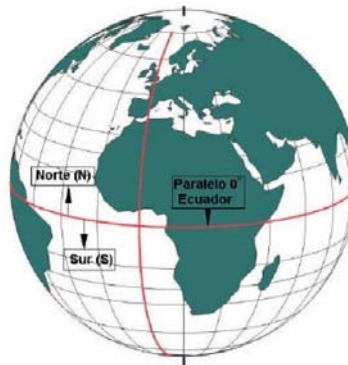
L'eix de la terra es pot definir com la recta ideal de rotació de la terra, que uneix els dos pols terrestres, el pol nord i el pol sud. Els meridians, serien els infinits plans que conté l'eix de la terra i que tallen la superfície terrestre. El sistema pren com origen per determinar la situació d'una posició geogràfica un meridià determinat. Aquest meridià és l'anomenat meridià de Greenwich, que divideix el globus terraqui en dues zones en funció de la seva situació respecte a aquest meridià. La zona est si aquest punt queda a la dreta del meridià i el plànol perpendicular al mateix (antemeridià), i la zona oest si està situat a l'esquerra de Greenwich i l'antemeridià.



Meridià de Greenwich i la distribució Est – Oest del globus terraqui

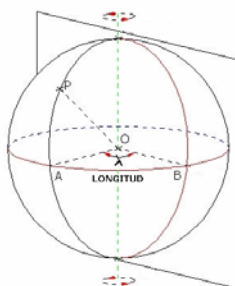
Paral·lels

Es defineixen els paral·lels com a línies d'intersecció dels infinits plànols perpendiculars a l'eix terrestre que tallen la superfície de la terra. El paral·lel principal anomenat equador, és el que està situat a la major distància del centre de la terra, i que divideix la terra en dos hemisferis, el nord i el sud. Paral·lelament l'equador es dibuixen la resta de paral·lels de menor radi tant en direcció nord com en direcció sud.



Paral·lels, Equador i els hemisferis nord i sud.

Longitud

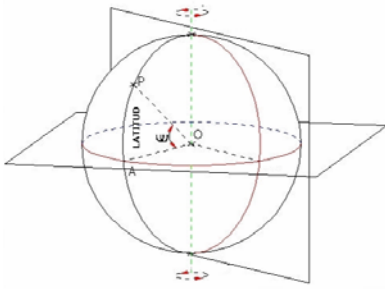


Es defineix la longitud (λ) d'un punt P com l'angle resultant de la intersecció del plànol del meridià de Greenwich amb el plànol del meridià que passa pel punt P. La longitud de P es considerarà est (E) si P està situat a la dreta del meridià de Greenwich i oest (W) si la seva posició és a l'esquerra. La longitud varia des dels 0° fins als 180° en els dos sentits, est i oest.

Per exemple: $23^\circ 14' 12''$ W indica un punt situat en un angle de 23 graus, 14 minuts i dotze segons d'arc a l'esquerra (oest) del meridià de Greenwich.



Latitud



Es denomina latitud geogràfica (ω) a l'angle format per la unió del punt P amb el centre de la terra i l'equador. La latitud varia entre 0° (equador) i 90° (els pols), i serà nord (N) si queda en l'hemisferi situat al nord del equador o sud (S) si està en l'hemisferi sud.

Així, per exemple, una latitud $42^\circ 20' 10''$ N indica la situació d'un punt P en un angle de 42 graus, vint minuts i 10 segons d'arc al nord de l'equador.

Un cop definits aquests conceptes ja podem designar un punt qualsevol en la superfície terrestre. Per fer-ho farem referència a la seva longitud i latitud.



Coordenades del punt P

Com es pot veure en la figura anterior, el punt P queda definit per la seva longitud $71^\circ 03' 27''$ E i per la seva latitud $42^\circ 21' 30''$ N.

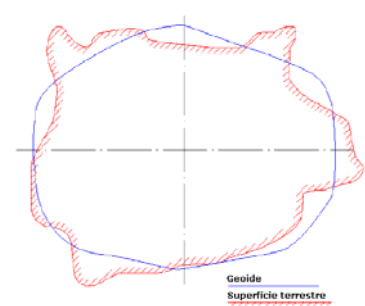
5.2.2.3 El datum

En l'apartat anterior, hem introduït el concepte de coordenada geogràfica. En aquest altre introduïrem el concepte de datum i veurem la relació que tenen aquests dos conceptes.

Però primer necessitem introduir els conceptes de geoide i el·lipsoide.

Geoide

Es defineix el geoide com la superfície teòrica de la terra que uneix tots els punts d'igual gravetat. La forma així creada suposa la continuació per sota dels continents, de la superfície dels oceans i mars, suposant l'absència de mareas, la superfície dels oceans en calma i sense perturbacions exteriors (influència de la lluna i altres objectes del sistema solar).



Al contrari del que es podia imaginar, aquesta superfície no és uniforme, sinó que presenta una sèrie d'irregularitats degudes a la diferent composició mineral de l'interior de la terra i les seves diferents densitats, el

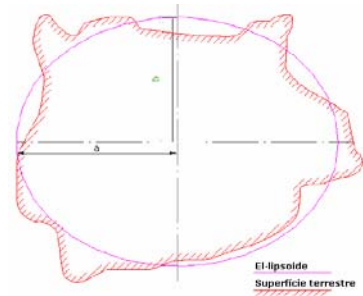


que implica que existeixi una distància diferent de cada punt de la superfície del geode al centre de la terra.

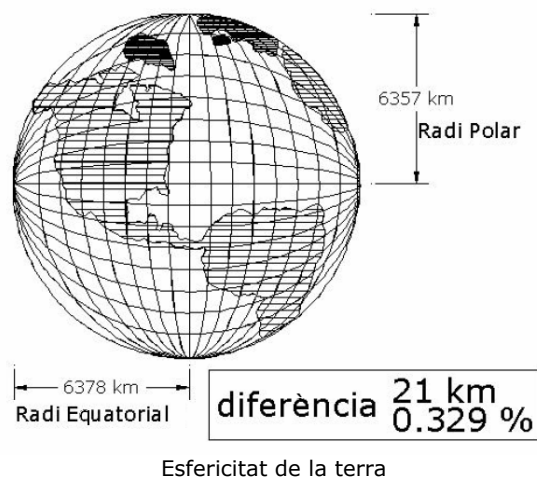
L'el·lipsoide

És ben sabut que la terra no és una esfera perfecta, i que la seva forma és similar a una taronja, que és aplatada pels pols. Per tant no existeix cap figura geomètrica que la representi.

Degut a aquest problema cada regió o país ha triat un model matemàtic diferent, escollint el que millor representi la zona a cartografiar. Aquest model o element s'anomena el·lipsoide, que és el resultat de revolucionar una el·lipse sobre el seu eix.



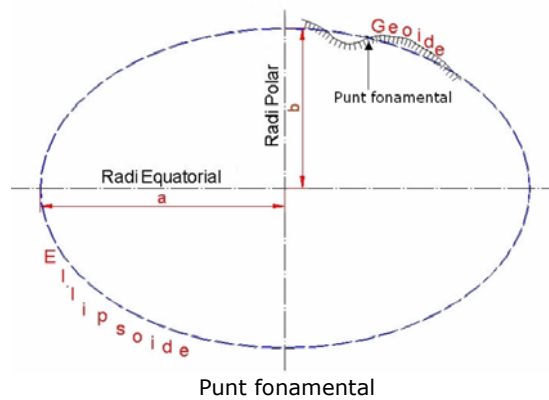
Una el·lipse queda definida pels seus semieixos, a que és el major i b el menor. És d'interès el concepte d'aplatament o d'esfericitat que ve definit per la fórmula $E = 1 - (b/a)$ en la terra és d'un 0,329% i es pot veure clarament en la diferència del radi equatorial en front del radi polar.



Datum

Es defineix el datum com el punt tangent al el·lipsoide i al geode on els dos són coincidents. Per tant un datum està compost per els següents components:

- Un el·lipsoide definit per a (semieix major), b (semieix menor) i el seu aplanament.
- Un punt anomenat fonamental en que l'el·lipsoide i el geode són tangents. Aquest punt es defineix per les seves coordenades geogràfiques de longitud i latitud.



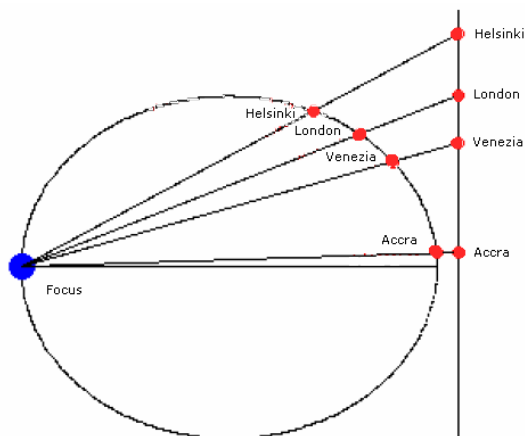
Per tant, establir el datum d'un sistema de coordenades és feina dels serveis nacionals de geodèsia del país en qüestió. En el cas d'Espanya és l'Institut geogràfic nacional (IGN). El datum més habitual en el nostre país és el ED50 o *European Datum 50*.

Un cop vistos els punts anteriors resulta evident que donar un parell de coordenades sense fer referència al datum no és suficient. És clar que en un datum tot punt té un parell de coordenades úniques, mentre que un mateix punt podria tenir coordenades diferents en dos datums diferents. És per això que es sempre necessari indicar el datum amb el que es treballa.

5.2.2.4 Les projeccions

La representació cartogràfica del globus terraquí suposa un problema ja que no existeix cap manera de representar tota la superfície d'una esfera en un plànel sense deformar-la.

Les projeccions estudien les diferents maneres de desenvolupar la superfície terrestre minimitzant, en el possible, les deformacions sofertes al representar-la. En tots els casos conserven o minimitzen els errors depenent de la magnitud física que ens interressi conservar, superfície, distàncies, angles, etc., tenint en compte que sols es podrà conservar una d'aquestes magnituds i no totes a la vegada.



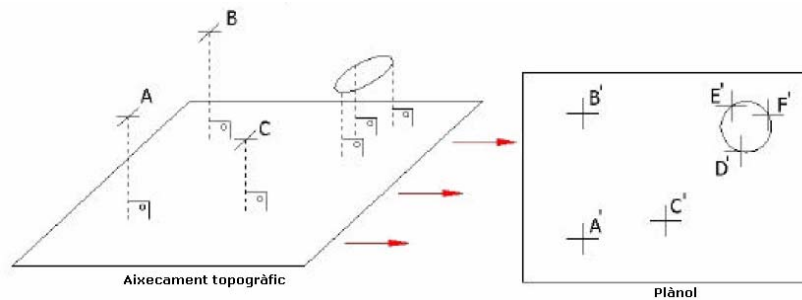
Projecció de la posició de diverses ciutats sobre el plànel.

Bàsicament hi ha dos tipus de projeccions: Les projeccions planes i les geodèsiques.



Projeccions planes

Quan la superfície a representar és petita, y per tant l'esfericitat terrestre no influeix significativament en la representació, per exemple en aixecaments topogràfics o arqueològics, cal recórrer a la representació plana, de forma que tots els punts representats estan vistos des de la seva perpendicular. La representació cartogràfica obtinguda s'anomena 'plànol'.



Projecció plana.

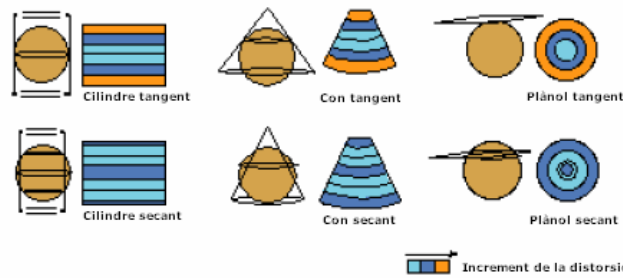
Projeccions geodèsiques

Les projeccions geodèsiques són projeccions en que l'esfericitat de la terra té una repercussió important sobre la representació de les posicions geogràfiques, les seves superfícies, angles i distàncies.

Dins d'aquest tipus de projeccions existeixen fonamentalment tres tipus en funció de la variable que es vulgui conservar un cop realitzada la projecció.

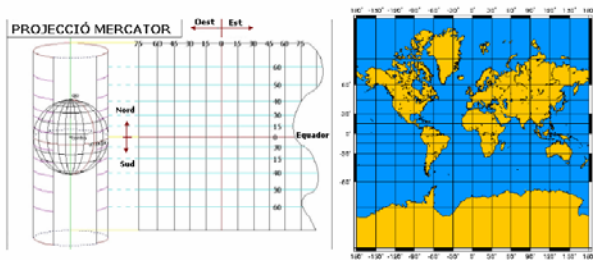
- **Projeccions Conformes:** Si un mapa manté els angles que dues línies formen a la superfície terrestre, la projecció és conforme. La condició per que un mapa sigui conforme és que els meridians i els paral·lels es tallin en angle recte i que l'escala sigui la mateixa en totes les direccions. La projecció UTM o la Lambert són d'aquest tipus.
- **Projeccions Equivalents:** Són les que la superfície en el plànol de projecció i sobre la superfície terrestre són iguals. L'equivalència no és possible sense deformat els angles originals, per tant cap projecció pot ser al mateix temps equivalent i conforme. Les projeccions Bonne, Sinusoïdal i Goode són d'aquest tipus.
- **Projeccions Afilàctiques:** En aquest tipus de projecció no es conserva ni els angles ni les distàncies. Un exemple és la projecció UPS *Universal polar stereographics*, usada en latituds polars.

Una altra forma de classificar les projeccions és en funció de la figura geomètrica utilitzada per realitzar la projecció, donant lloc a projeccions cilíndriques, còniques i planes o azimuthals. En el cas de les projeccions cilíndriques o còniques la figura embolica l'el·lipsoide i al desembolicar-la el resultat serà un plànol en el que una part de la terra es representa mitjançant un sistema de coordenades cartesianes. En el cas de les projeccions planes el plànol és tangent a l'el·lipsoide i no necessita ser desembolicat.[T6,T7]



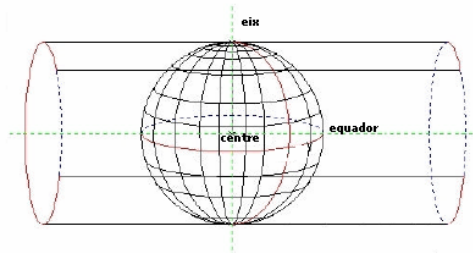
Projeccions segons la figura geomètrica utilitzada.

5.2.2.5 La projecció Mercator – Mercator Transversal



La projecció Mercator utilitza un cilindre situat de forma tangent a l'el·lipsoide en l'equador. La intersecció entre els paral·lels i els meridians formen una quadricula.

Mercator, però aquesta vegada la posició del cilindre de projecció és transversal respecte al eix de la terra.

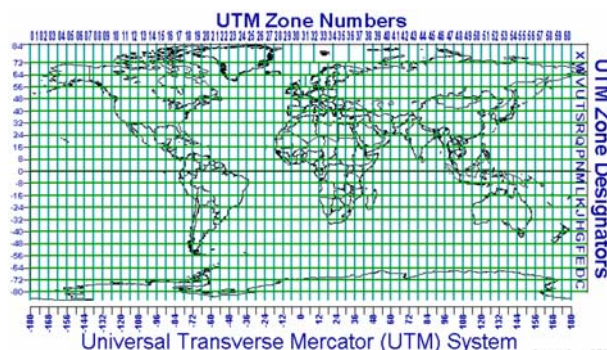


Projecció Universal Mercator Transversal

5.2.2.6 El sistema de coordenades UTM

La projecció UTM *Universal Mercator Transversal* és una de les més utilitzades, degut a que el servei de defensa dels Estats Units l'estandarditza en la dècada dels 40 i posteriorment es pren com a base del sistema de localització global GPS *Global position System*. Es basa en la projecció Mercator Transversal (5.2.2.5), que recordem és una projecció conforme (5.2.2.4) i per tant conserva els angles però distorsiona totes les superfícies sobre els objectes originals i les distàncies existents.

La quadricula formada per la projecció UTM configura els anomenats fusos UTM. Cada fus d'aquesta quadricula està format per un meridià central i dos laterals separats 3° del central. La quadricula està formada per 60 fusos.

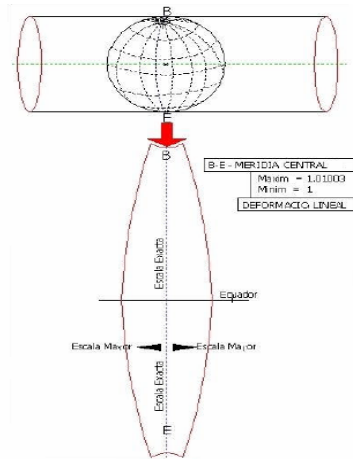


Graella de fusos UTM

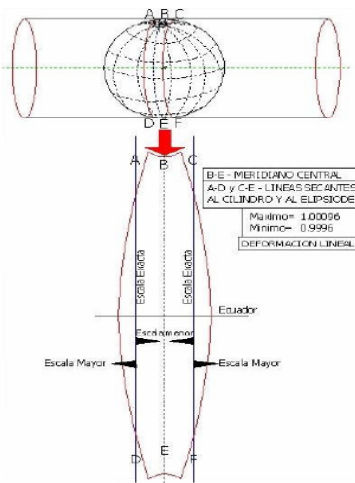


Cada fus esta dividit en 20 bandes (des de la C fins la X) les bandes de la C a la M estan en l'hemisferi sud i les bandes de la N a la X en el nord. Cal destacar, que aquest sistema de coordenades només és vàlid de la latitud 80° sud fins a la latitud 84° nord, i per tant no és utilitzable en latituds per damunt d'aquestes, degut a la distorsió que es produeix en allunyar-se del equador. Per tant per les zones polars s'utilitza la projecció UPS (veure punt 5.2.2.4)

És important tenir en compte que per la confecció de cada fus s'utilitza un cilindre diferent que és tangent al meridià central del fus en qüestió. D'aquesta manera en el meridià central la distorsió és zero i augmenta en allunyar-s'hi en qualsevol sentit.



Distorsió en un fus UTM



Minimització de la distorsió en els fusos UTM

Per minimitzar aquest efecte s'aplica un factor de correcció que consisteix en desplaçar la posició del cilindre de projecció fent-lo secant a l'el·lipsoide, creant-se dues línies paral·leles al meridià central en que la distorsió és zero. Si ens desplacem des d'aquestes línies cap al meridià central l'escala disminueix i augmenta al fer-ho cap a l'exterior, obtenint uns resultats més ajustats en la mitjana dels casos.

També és remarcable el fet de que la única línia que apunta en la direcció nord - sud verdadera és el meridià central, i de la mateixa manera la única línia que apunta en la direcció est - oest verdadera és la línia de l'equador, les altres experimenten una desviació que es fa major en allunyar-se d'aquestes dues línies.

Origen de coordenades UTM

Perquè un punt quedi perfectament localitzat cal indicar les següents dades:

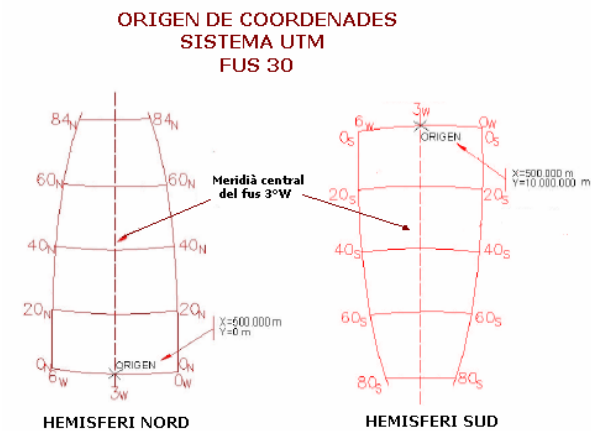
X = 462.130 m
Y = 4.634.140 m
Fus = 30
Zona = T
Datum = European 50 (ED50).

X ('*easting*') i Y ('*northing*') són les coordenades dins del fus. El fus i la zona identifiquen la 'cel·la' dins de la quadricula UTM i el Datum fa referència al punt fonamental sobre el geoid.

Tal com s'ha comentat anteriorment, el fus cobreix des de els 80° S fins als 84° N de latitud. L'origen de coordenades en cada fus és diferent prenent-se com a origen el punt resultant de la intersecció del meridià central i l'equador. Aquest punt pren

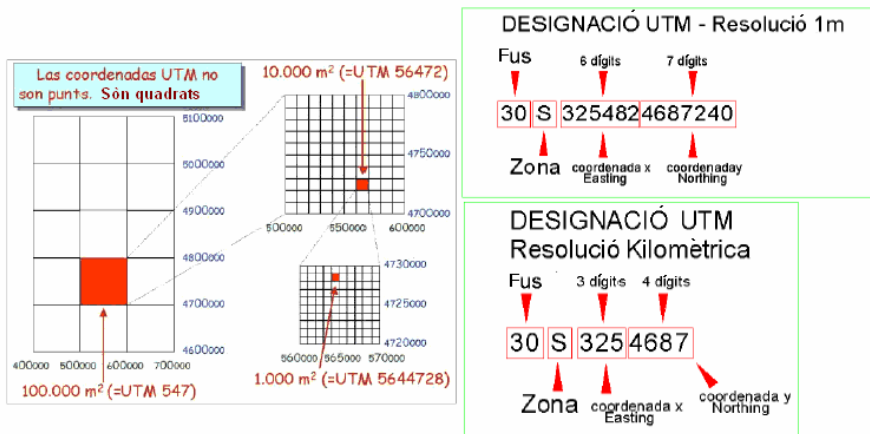


com a valor $x= 500.000$ metres i $y= 0$ metres en l'hemisferi nord i $y= 10.000.000$ en l'hemisferi sud. D'aquesta manera s'evita que existeixin coordenades negatives.



Origen de coordenades del fus 30 pels dos hemisferis.

Cal destacar que al contrari del que pot semblar, no es designa un punt en el sistema de coordenades UTM sinó un quadrat, la superfície del qual ve determinada per la resolució utilitzada. És a dir si la resolució és d'un metre, el quadrat que determinem té una superfície d'un metre quadrat, si pel contrari utilitzem una resolució d'un km obtindrem un quadrat d'un km quadrat de superfície. Cal notar que el format de les coordenades UTM sempre estarà compost de dos dígitos que indiquen el fus: un que indica la zona i un nombre d'entre 7 i 13 dígitos en que s'empaqueten les coordenades x i y sempre amb un dígit més per la x (*northing*) [T7]



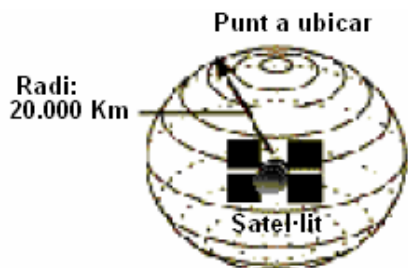
Resolució i representació de coordenades UTM

5.2.3 El sistema GPS

En aquest capítol introduïrem el funcionament del sistema GPS.

5.2.3.1. Funcionament del sistema GPS

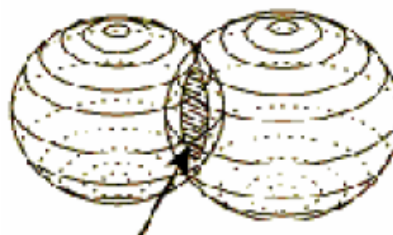
El concepte que hi ha darrera el sistema GPS és utilitzar els satèl·lits en l'espai com a punts de referència per ubicacions aquí en la terra. Això s'aconsegueix mitjançant una molt precisa mesura de la nostra distància fins al menys tres satèl·lits, el que permet 'triangular' la nostra posició en qualsevol part de la terra.



Esfera en la que estem situats

Mesura de la distància al primer satèl·lit.
Esfera en la que està situat el punt.

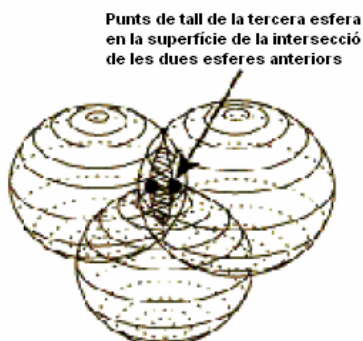
A continuació efectuem la mesura de la distància al segon satèl·lit i veiem que estem a 22.500 Km. Ara sabem que no solament estem a la primera esfera, sinó que estem situats sobre la segona esfera que té en el centre el segon satèl·lit i com a radi els 22.500 Km. En altres paraules, estem situats en algun lloc de la intersecció de les dues esferes.



La nostra situació es algun punt de la superfície de la intersecció de les dues esferes

Mesura de la distància al segon satèl·lit.
Intersecció de les dues esferes.

Si ara efectuem una nova mesura a un tercer satèl·lit i descobrim que estem a 19.000 Km, això limita encara més la nostra posició als dos punts en que aquesta nova esfera (amb el tercer satèl·lit en el centre i radi de 19.000 Km) talla la superfície de la intersecció de les dues esferes anteriors.



Mesura de la distància al tercer satèl·lit. Punts de tall en la intersecció de les tres esferes.

Per decidir quin dels dos punts possibles és la nostra posició vertadera, podríem fer una nova mesura a un quart satèl·lit, però normalment una de les dues posicions es pot descartar per estar situada massa llunyana a la superfície terrestre. De totes maneres, tal i com veurem a continuació és convenient fer una quarta mesura.

Sabem que la nostra posició es calcula a partir de la mesura de la distància al menys a tres satèl·lits. Però com podem mesurar aquesta distància? Ho farem mesurant el temps que triga un senyal emès pel satèl·lit en arribar al nostre receptor GPS. En el cas del GPS estem mesurant un senyal que viatja a la velocitat de la llum al voltant de 300.000 Km per segon. La mesura d'aquest temps és complicat, ja que els temps són molt curts. Si un dels satèl·lits esta a 20.000 Km el temps total de viatge del senyal és d'uns 0.06 segons.

Per resoldre el problema imaginem que tant el satèl·lit com el nostre receptor GPS comencen a 'xiular' una mateixa melodia alhora. Situats al costat del nostre receptor podríem escoltar les dues melodies. Sentiríem dues versions de la mateixa



melodia, una immediatament, la 'xiulada' pel nostre receptor GPS, i l'altre amb un cert retard, degut a que ha hagut de recórrer 20.000 Km. Podem deduir que els dos senyals no estan sincronitzats. Si podem mesurar aquesta demora podem calcular la distància entre el nostre receptor GPS i el satèl·lit. Una manera de fer-ho és retardar (i mesurar) el nostre senyal per tal de sincronitzar-lo amb el del GPS. La mesura d'aquest retard és el temps que triga en arribar el senyal des de el satèl·lit. Aquesta melodia que hem anomenat, és en realitat un codi pseudo-aleatori (successions de zeros i uns) molt complicat que el satèl·lit emet i és propi de cada satèl·lit, això permet garantir que el receptor GPS no sintonitzi accidentalment qualsevol altre senyal electromagnètic i permet també que tots els satèl·lits transmetin en la mateixa freqüència sense interferir-se.

Si la mesura del temps de viatge del senyal de radio és clau, i degut a la velocitat del senyal, els rellotges han de ser molt precisos. Pel costat dels satèl·lits no és problema ja que porten incorporats rellotges atòmics de gran precisió. Però evidentment els nostres receptors GPS no disposen d'aquesta mena de rellotges, ja que el seu cost seria tan gran que faria inviable aquesta tecnologia. Per solucionar aquest problema és pel que es fa la quarta mesura que esmentàvem al principi: si tres mesures perfectes poden posicionar un punt en un espai tridimensional, quatre mesures 'imperfectes' poden aconseguir el mateix. Així una quarta mesura resol el problema del desfasament del *timing*.

La posició dels satèl·lits en l'espai respon a una òrbita molt precisa d'acord amb el 'Pla mestre del GPS'. Cal recordar que un objecte situat a la distància en que orbiten els satèl·lits es manté estable la major part del temps, degut a que no hi ha friccions ni interferències per part de l'atmosfera terrestre. De totes maneres el govern dels EEUU efectua un control continu de les òrbites i velocitats dels satèl·lits corregint qualsevol error (per efectes gravitacionals o de radiació solar) anomenat d'efemèride, normalment molt subtil, però de gran importància si volem una gran precisió en el sistema. Un cop efectuada la correcció en la posició o velocitat del satèl·lit envien aquesta informació al propi satèl·lit, d'aquesta manera el satèl·lit pot enviar aquesta informació corregida als receptors GPS que tenen un directori de posicions dels satèl·lits amb els que treballen habitualment.

Cal tenir en compte les possibles interferències i problemes que pot trobar el senyal de ràdio en el seu viatge des del satèl·lit fins al nostre receptor GPS com pot ser el soroll al traspasar l'atmosfera o els possibles rebots sobre objectes situats sobre la superfície terrestre, així com l'elecció dels satèl·lits que estiguin situats en millors angles en el moment de voler efectuar les mesures. Avui en dia els receptors GPS moderns tenen uns algorismes molt sofisticats, capaços de minimitzar aquests problemes. [T9]



Correcció d'errors en el posicionament dels satèl·lits i posterior propagació als receptors GPS.

5.2.4 Geomedia Professional 6.0

En aquest capítol desenvoluparem una breu introducció al programari Geomedia Professional 6.0. Farem una petita descripció de les seves característiques més importants i dels elements que el componen, per després aprofundir una mica en cada un d'aquests components i per tal de poder fer-nos una idea de l'entorn de treball d'aquesta eina. [T10]



- 5.2.4.1 Descripció de Geomedia Professional 6.0
- 5.2.4.2 Els components de Geomedia Professional 6.0.
 - 5.2.4.2.1 Geoworkspace.
 - 5.2.4.2.2 Els magatzems de dades.
 - 5.2.4.2.3 Entitats i classes d'entitat.
 - 5.2.4.2.4 Elements per la visualització.

5.2.4.1 Descripció de Geomedia Professional 6.0

Geomedia Professional és un SIG (Veure 5.2.1.1 Definició dels SIG.) de nova generació basat en la tecnologia JUPITER de la companyia INTERGRAPH. Dissenyat pels sistemes operatius de Microsoft: Windows 2000, XP i posteriors.

És una potent eina per la manipulació i l'anàlisi de dades geogràfiques. Permet combinar dades de distintes procedències i diferents formats en un mateix entorn. Es poden realitzar consultes complexes de dades tant espacials com atributs d'altres procedències. Permet també crear noves vistes de mapes com a resultat de combinacions dels ja existents. Una característica molt important és que és un entorn obert, al que podem afegir funcionalitats extres amb eines de desenvolupament de software comercials com Visual Basic, Delphi o Visual C.

5.2.4.2 Components de Geomedia Professional 6.0.

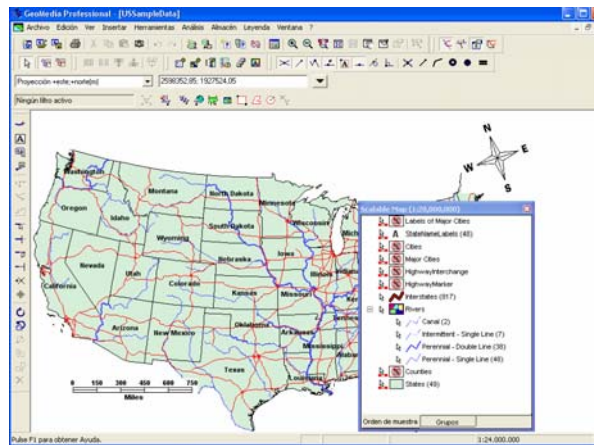
Geomedia basa el seu funcionament en una sèrie de components, el més important d'ells és l'anomenat Geoworkspace. Un Geoworkspace com veurem més endavant en el punt 5.2.4.2.1 és el marc de treball on tota la resta de la informació del SIG que estem dissenyant es recolza. És el nucli de Geomedia, i és el primer que hem de crear a l'hora de començar a treballar. Un cop creat el GeoWorkspace, el podem configurar i afegir nous components per tal d'ampliar la potència del nostre SIG. El segon component en ordre d'importància són els magatzems. Els magatzems, tal i com el seu nom indica, és el lloc físic on emmagatzemarem les dades amb les que el nostre SIG ha de treballar. Per fer-ho haurem de indicar al nostre Geoworkspace que es connecti amb aquests magatzems de dades. Els magatzems poden ser de diversa índole, poden ser bases de dades relacionals, com Microsoft Access, ORACLE, etc., o poden ser d'altre naturalesa com fitxers CAD, ArcView o ArcInfo. En els magatzems, tal com hem dit emmagatzemem la informació del nostre SIG, ja sigui geogràfica o temàtica. Geomedia ens proporciona uns altres components per tal de manipular la informació que tenim en els magatzems: les entitats. Les entitats són les diferents ocurrències d'una determinada classe d'entitat. Podríem veure les entitats com una taula d'una base de dades relacional, on la classe d'entitat seria la taula i l'entitat un dels registres que la componen. Segons on es visualitzi l'entitat, i ara apareixen dos nous components de Geomedia, es mostrarà d'una o altra manera; si ho fan en la finestra de dades es mostraran els seus atributs i si ho fan en la finestra de mapa es visualitzarà la seva geometria. Aquests dos nous components: la finestra de mapa i la finestra de dades ens porten a introduir l'últim dels components més importants de Geomedia: la llegenda, en la qual es controla la visualització de les diferents entitats en la finestra del mapa.

5.2.4.2.1 Geoworkspace

El Geoworkspace és l'entorn en el que es porta a terme tot el treball dins de Geomedia Professional. Com a tal és el nucli de l'aplicació. Dins del seu entorn es realitzen les connexions amb les fonts de dades (magatzems), es contenen les finestres de mapa i dades, les finestres de composició, la llegenda i la informació del sistema de coordenades, entre d'altres. Els Geoworkspaces es guarden en fitxers



amb l'extensió .gws. Quan es crea un Geoworkspace es fa a partir d'una plantilla. Es poden crear plantilles personalitzades per la seva posterior utilització, o es poden utilitzar les que Geomedia ens proporciona.



Geoworkspace: El nucli de Geomedia Professional.

5.2.4.2.2 Els magatzems de dades

Les dades que es visualitzen tant en la finestra de mapa com en la finestra de dades, estan guardades en els magatzems de dades. En els magatzems ens podem trobar tant informació geogràfica com temàtica. Per tal de veure les dades en un Geoworkspace, hem de realitzar una connexió a un magatzem. Un Geoworkspace pot estar connectat a més d'un magatzem i aquestos poden ser de diferent naturalesa, des d'una base de dades com Microsoft Access a altres fonts com fitxers CAD o ARC/INFO.



Diàleg on es configuren les connexions als diferents magatzems utilitzats per Geomedia.

És important tenir en compte que existeixen dos tipus de magatzems: Els de sols lectura i els de lectura i escriptura. Tal com podem imaginar, en els primers tan sols es pot llegir la informació continguda, sense poder fer modificacions. En el segon tipus les dues operacions estan permeses.

La llista dels principals magatzems de dades permesos per Geomedia Professional en la seva versió 6.0 són:

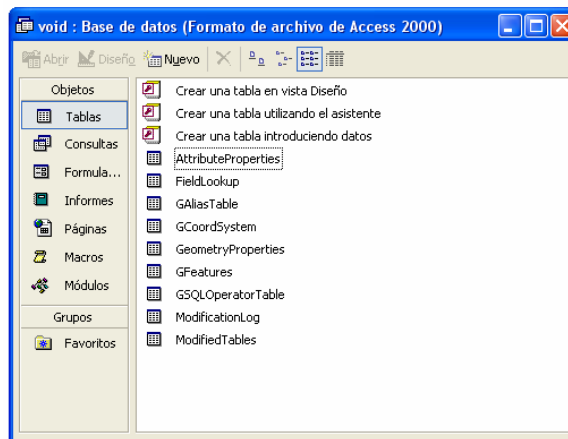
- Access
- ARC/INFO
- Shapefile de ArcView
- CAD: AutoCAD, MicroStation®/IGDS
- FRAMME



- MapInfo
- (MGDM)Entorno Modular GIS (MGE)
- MGE Data Manager (MGDM)
- MGE Segment Manager
- ODBC Tabular
- Model de objectes de Oracle
- Servidor SQL
- Servidor d'arxiu de text

També cal remarcar la possibilitat que tenen els magatzems, tant d'importar com d'exportar dades entre ells, cosa que facilita enormement la definició de noves entitats a partir de les ja existents.

Quan es crea un magatzem nou, Geomedia crea unes estructures de dades – metadades en el magatzem en funció d'unes plantilles preestablertes. En el cas de Microsoft Access es creen les taules que es poden veure en la figura següent.



Taules d'un magatzem nou en Microsoft Access.

AttributeProperties

En aquesta taula es guarden algunes de les característiques dels camps de les altres taules creades per Geomedia. Es guarda una descripció del camp, el tipus de camp, si és o no clau primària, si es pot mostrar. Utilitzada en conjunt amb FieldLookup amb la que està relacionada pel camp IndexID que actua com a clau primària en aquesta taula i com a identificador 'universal' per al camp en qüestió.

FieldLookup

En aquesta taula ens trobem tots els camps de les taules creades per Geomedia. La taula a la que pertanyen, el nom i l'identificador 'universal' del camp, que actua com a clau forana cap a AttributeProperties.

GFeatures

Taula que ens indica el tipus de geometria que s'emmagatzema en les taules creades per Geomedia.



GeometryType	PrimaryGeometryFieldName	FeatureName	FeatureDescription
10	Geometry	Cities	
2	Geometry	Counties	
10	Geometry	HighwayInterchange	
1	Geometry	Interstates	
1	Geometry	Rivers	
10	Geometry	RouteShield	
33		StateNameLabels	
2	Geometry	States	
4	Geometry	USSampleImage	GeoMedia raster image table

Registro: 1 de 9

Taula Gfeatures: Tipus de geometria esperada en altres taules.

Com podem observar en la figura anterior, el camp FeatureName indica la taula on emmagatzemem la informació de l'entitat i el camp GeometryType ens indica el tipus de geometria que representa aquesta entitat. 10 vol dir que és una geometria de tipus 'punt', 2 una geometria de tipus 'polígon', 1 una de tipus vector o línia, 4 que és una imatge i 33 una de tipus text.

GeometryProperties

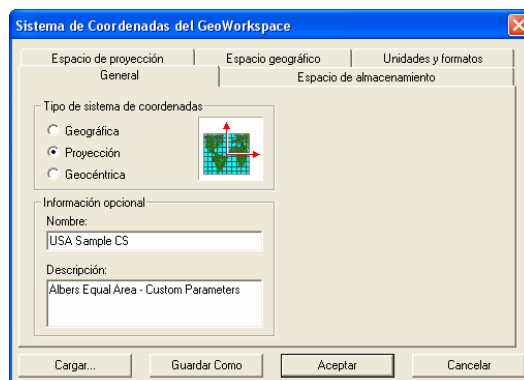
Descriu la relació de les geometries del SIG amb el sistema de coordenades que té associat. Si sols tenim un sistema de coordenades el camp GCoordSystemGUID serà el mateix per tots els registres.

GaliasTable

Indica al sistema el rol de taula de la base de dades que te cada taula del SIG en relació a uns preestablerts per Geomedia.

GCoordSystem

Taula utilitzada per emmagatzemar dades sobre el sistemes de coordenades utilitzats. Bàsicament emmagatzema les dades del diàleg:



Sistema de coordenades del Geoworkspace.

ModifiedTables:

Conté les modificacions realitzades en altres taules del SIG.

ModificationLog

Conté un registre de les modificacions realitzades en les taules del SIG.

GSQLOperatorTable

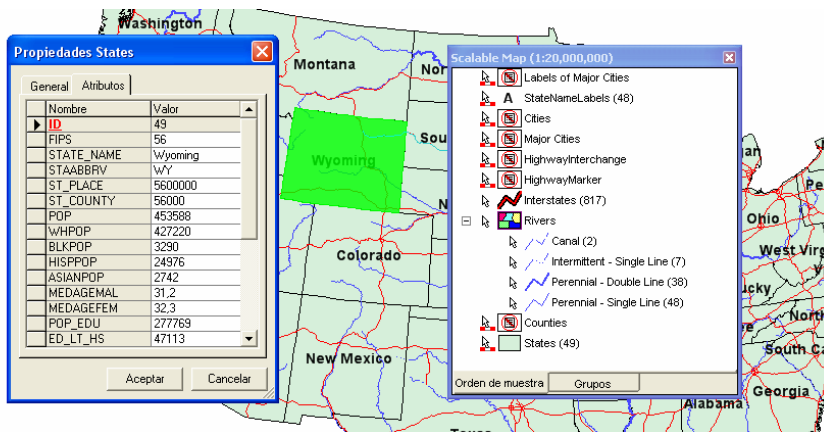
Taula que conté las especificacions dels diferents operadors SQL que es poden utilitzar en les consultes.



5.2.4.2.3 Entitats i classes d'entitat

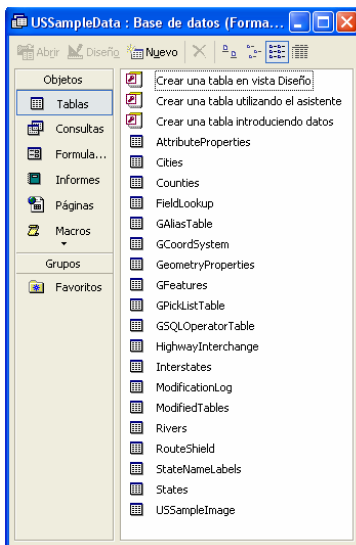
El manual de Geomedia defineix entitat com "Entitat geogràfica que es representa en un mapa per mitjà d'una geometria i es defineix en la base de dades mitjançant atributs no gràfics. Instància única de una entitat dins d'una classe d'entitat".

Una classe d'entitat, és una abstracció de les propietats d'una sèrie d'objectes que són representats per aquesta classe. Per exemple la classe 'ciutats' que representaria qualsevol ciutat.



Classe entitat: States. Entitat: Wyoming

Una entitat és una 'instància' o un objecte d'una classe d'entitat en concret. Tornant a l'exemple de les ciutats, Barcelona seria una entitat de la classe ciutats, i Venècia en seria una altra.



Les classes d'entitat normalment tindran una geometria que les representarà, i en representar una entitat en concret, aquesta es visualitzarà en funció a la geometria a la que pertanyi aquesta classe. Hem vist en el punt 5.2.4.2.2 que en la taula de definició GFeatures indicava el tipus de geometria que s'aplicaria al visualitzar una entitat.

Com podem veure en la figura anterior a la finestra de la esquerra (finestra de propietats de l'entitat) en la barra de títol, ens indica la classe d'entitat seleccionada, en aquest cas *States*. En la graella de dades les propietats de l'entitat seleccionada, en aquest cas l'estat de *Wyoming* i en el centre (la finestra del mapa, que introduïrem tot seguit) la representació de l'entitat amb el tipus de geometria que té assignada.

Diferents entitats dins d'un magatzem

En la figura anterior podem veure, que a part de les taules utilitzades per Geomedia, hi ha unes altres que són les dades de les diferents entitats utilitzades pel SIG. Aquestes taules són *Cities*, *Counties*, *HighwayInterchange*, *Interstates*, *Rivers*, *States*, etc.

5.2.4.2.4 Elements per la visualització

Un cop definides les entitats, tal i com veiem en l'apartat anterior, cal visualitzar-les o referenciar-les per fer consultes, etc. Per tal d'aconseguir-ho Geomedia ens dota de dos components fonamentals: La finestra del mapa i la finestra de dades.



La finestra del mapa

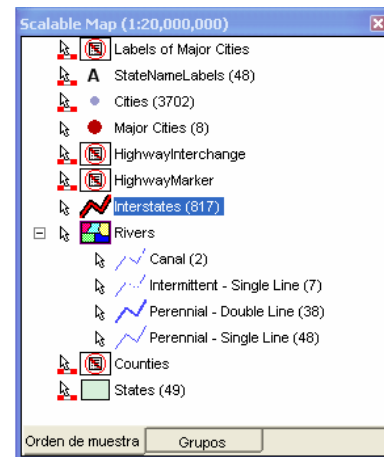
La finestra del mapa és la superfície en que es visualitzen les representacions gràfiques de les diferents entitats i consultes. Està composta per tres elements, la llegenda, la barra d'escala i la fletxa nord.



Elements de la finestra del mapa.

L'element més important és la llegenda, la qual ens permet interactuar i configurar les diferents entitats i objectes que es poden visualitzar en la finestra del mapa. Per exemple podem activar o desactivar la visualització d'una classe d'entitat, podem fer que els elements es visualitzin segons una escala, podem agrupar per diferents criteris les entitats visualitzades.

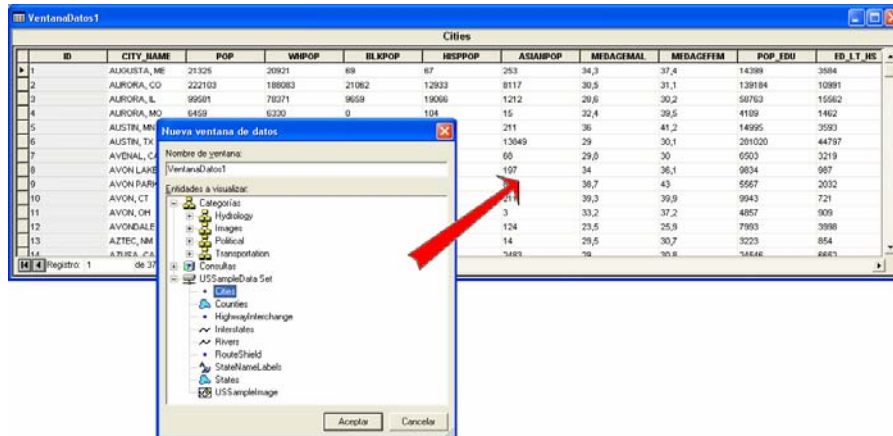
La llegenda està composta per dues parts: Una barra de títol que podem canviar, i un cos on existeix una entrada per cada entitat que es pot visualitzar en el mapa. Aquestes entrades tenen un títol i un tipus d'estil que la representa.



La barra d'escala i la fletxa nord, són dues eines auxiliars que ens permeten conèixer l'escala en que es visualitza el mapa i la direcció nord en tot moment. Pel que fa a l'escala crec convenient esmentar dos conceptes fonamentals a l'hora de visualitzar mapes, que són: l'escala nominal i l'escala de visualització. El primer concepte correspondria a l'escala del mapa sobre el paper, i és única. El segon seria l'escala que esta utilitzant la finestra del mapa per visualitzar els objectes en un determinat moment, augmentant o disminuint segons el zoom que tinguem seleccionat.

Finestra de dades

La finestra de dades ens permet navegar per les dades de les diferents entitats que tenim disponibles en el SIG. Podem veure les dades seleccionant l'entitat de qualsevol connexió o categoria que tinguem accessible.



Creació d'una nova finestra de dades.

5.2.5 Part pràctica

En aquest apartat s'exposa el mètode seguit per desenvolupar la part pràctica del TFC. Una breu introducció ens presentarà els objectius bàsics del projecte. Després comentarem el procés de confecció del GIS de base com a marc de treball, mitjançant les dades obtingudes de l'ICC (Institut cartogràfic de Catalunya). Posteriorment exposarem el mètode seguit per tal de complir els requisits que ens demana el projecte.

L'apartat està estructurat seguint els següents punts:

5.2.5.1 Introducció: Presentació del cas.

5.2.5.2 Fase I: Construcció del SIG de Catalunya.

5.2.5.2.1 Obtenció de les dades geogràfiques de l'ICC.

5.2.5.2.2 Creació del fitxer de sistema de coordenades Geomedia.

5.2.5.2.3 Creació d'un nou GeoWorkspace i un magatzem de dades.

5.2.5.2.4 Connexió amb el GeoWorspace del servidor d'esquemes CAD.

5.2.5.2.5 Importar les dades del servidor CAD al nou magatzem de dades.

5.2.5.2.6 Importar altres dades de l'ICC per completar la informació geogràfica.

5.2.5.2.7 Creació de consultes.

5.2.5.3 Fase II: Requisits, anàlisi i disseny.

5.2.5.3.1 Trames GPS.

5.2.5.3.2 Requisits, actors i funcionalitats.

5.2.5.3.3 Anàlisi i disseny.

5.2.5.3.4 Creació de les taules a Geomedia.

5.2.5.4 Fase III: Implementació i resultat final.

5.2.5.1 Introducció: Presentació del cas

El cas que es presenta és el d'una empresa de sanitat animal que es dedica a la inspecció periòdica de les instal·lacions ramaderes dels seus clients, garantint d'aquesta manera en tot moment la qualitat del producte elaborat. Aquestes visites es realitzen, normalment, tres cops l'any i no sempre pel mateix equip de veterinaris. I com els camins que condueixen a aquestes granges no sempre apareixen als mapes comercials, és normal que els equips veterinaris tinguin problemes per trobar les rutes per accedir-hi. L'equip de direcció de l'empresa decideix que cal posar fi a aquest problema i ens demana l'elaboració d'un sistema d'informació geogràfic per tal de que els equips veterinaris disposin de mapes amb les rutes i la posició de les granges que han de visitar, i que els coordinadors pugin



revisar còmodament les visites realitzades pels equips veterinaris. És també interessant que existeixi la possibilitat d'analitzar aquestes rutes, ja que d'aquesta manera es podrien optimitzar els recorreguts entre les granges aprofitant els encreuaments entre les rutes.

D'antuvi, ens adonem que necessitem: Primer, dotar als equips veterinaris de dispositius GPS capaços d'emmagatzemar les rutes que realitzin. Segon, crear un SIG amb una cartografia base de Catalunya i geoposicionar les principals entitats geogràfiques: províncies, comarques, municipis i caps de municipi, que actuï com a marc de treball bàsic. Tercer, crear un programari capaç d'extreure la informació emmagatzemada en els dispositius GPS, geoposicionar-la, gestionar-la i mostrar-la en el SIG.

Per això creiem que caldria dividir el projecte en tres fases: La primera la construcció d'un SIG amb la cartografia bàsica de Catalunya, segon organitzar els requisits, analitzar-los i dissenyar els elements que formaran el programari, i la tercera la fase d'implementació del programari en concret.

5.2.5.2 Fase I: Construcció del SIG de Catalunya

Exposarem en aquest punt els passos seguits per crear el SIG de base amb les entitats geogràfiques més importants de Catalunya.

5.2.5.2.1 Obtenció de les dades geogràfiques de l'ICC

Per la construcció del SIG de base procedim a cercar la informació en l' ICC (Institut cartogràfic de Catalunya). Aquesta és una institució de caràcter públic que s'encarrega d'elaborar i mantenir la base cartogràfica de Catalunya. Entre els seus productes i de forma totalment gratuïta, podem obtenir l'anomenada base municipal de Catalunya a escala 1:1.000.000 que serà la que utilitzarem per crear el marc inicial de treball del nostre SIG.

Descarregarem de la pàgina web de l'ICC (<http://www.icc.es>) els fitxers en format MicroStation design file (DNG). Aquesta base està formada pels fitxers que contenen informació de polígons de província, comarca i terme municipal, els fitxers que contenen informació de tipus punt de caps de municipi.

5.2.5.2.2 Creació del fitxer de sistema de coordenades Geomedia.

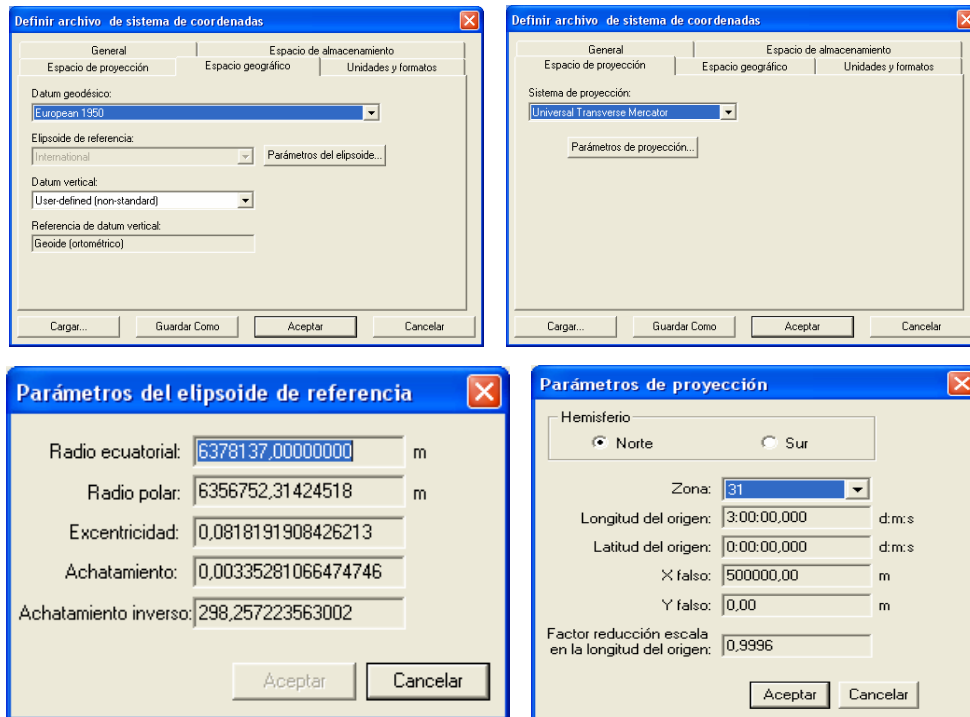
Un cop tenim els fitxers, procedirem a la creació d'un fitxer de coordenades per la correcta geoposició de les entitats contingudes en ells. Tal i com vam comentar en el punt 5.2.2.3 quan s'introduïa el concepte de datum, és de vital importància el fet d'escollir el datum en que estan expressades les coordenades a les que volem fer referència, ja que unes mateixes coordenades si són considerades en dos datums diferents indiquen dues posicions espacials que no tenen perquè coincidir. El sistema de coordenades en el que estan referenciades les dades de l'ICC són

Projecció:	Universal Transversa Mercator (UTM)
Fus:	31
Datum:	ED50 <i>European datum 1950</i>

Hauem de crear un fitxer .cfs que són els fitxers de sistemes de coordenades utilitzats per Geomedia. Per fer això procedirem de la següent manera [P1]: Agafem qualsevol fitxer en format DNG i li canviem el nom per el que vulguem que tingui el sistema de coordenades, i li canviem també l'extensió a .cfs. Un cop fet això, si fem un doble click amb el ratolí sobre aquest fitxer, s'obre l'editor de sistemes de



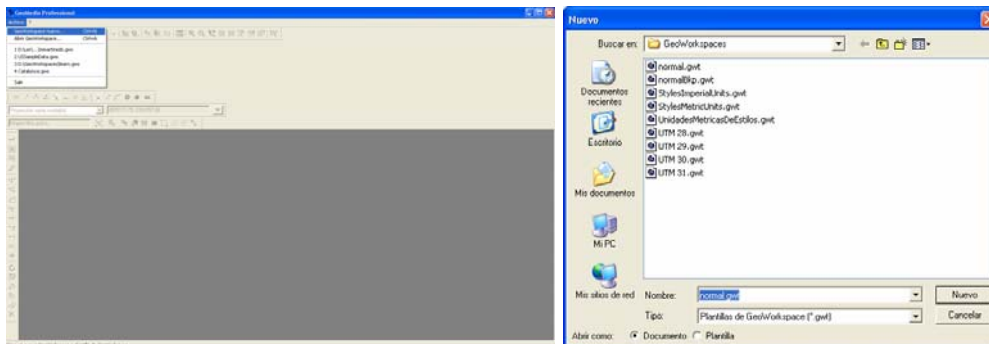
coordenades de Geomedia. Procedim a configurar-lo amb les dades esmentades anteriorment.



Configuració de l'arxiu del sistema de coordenades per Geomedia

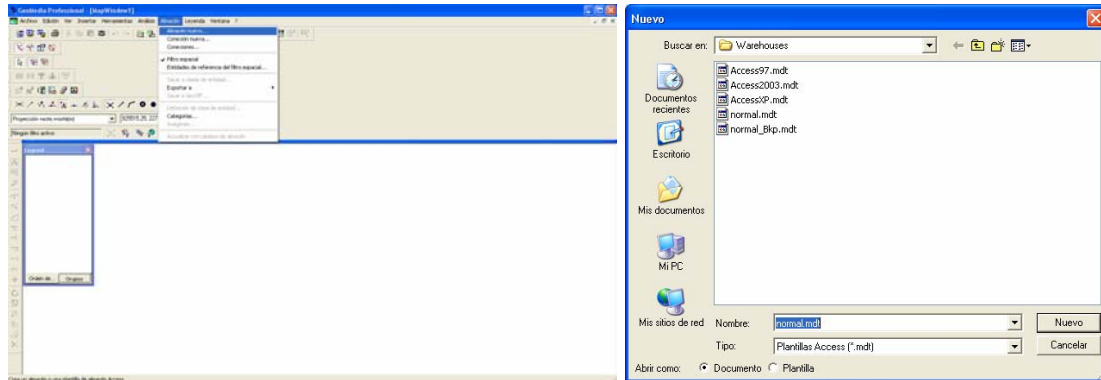
5.2.5.2.3 Creació d'un nou GeoWorkspace i un magatzem de dades

Un cop tenim definit el sistema de coordenades que utilitzarem, haurem de crear un nou Geoworkspace i un nou magatzem de dades Access a Geomedia. Seleccionat 'Archivo > Nuevo...' i escollint l'arxiu normal.gwt com a plantilla per crear-lo.



Creació d'un nou GeoWorspace.

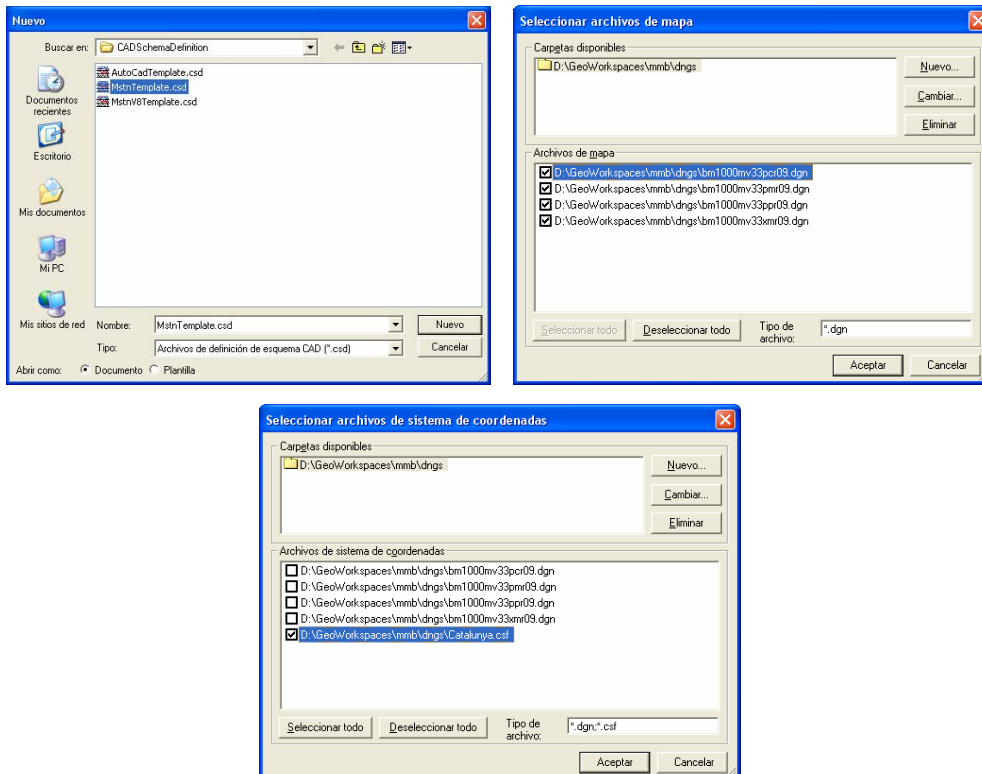
Un cop creat el Geoworkspace, crearem un nou magatzem de dades de lectura - escriptura de tipus Access, on importarem les dades dels fitxers obtinguts en l' ICC. Per fer-ho executarem 'Almacén > Almacén nuevo...'



Creació d'un nou magatzem de dades.

5.2.5.2.4 Creació d'un arxiu esquema de servidors CAD

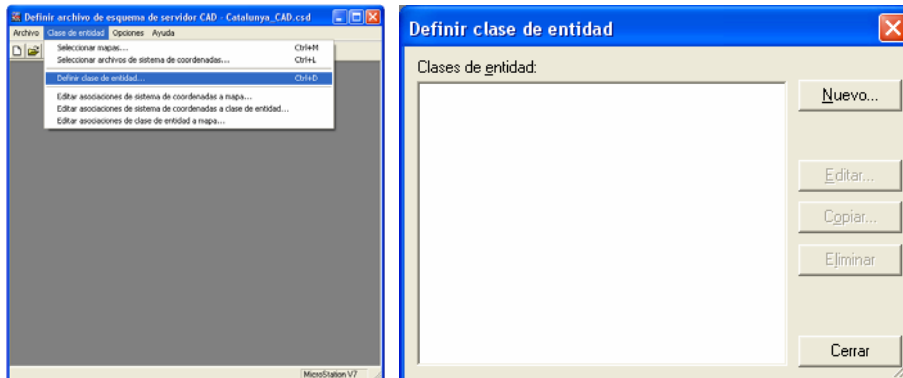
Ara haurem de crear un arxiu d'esquema de servidors CAD per poder llegir les dades del fitxers de l'ICC [P2]. El servidor CAD actuarà com un magatzem de dades més i per tant podrem connectar-nos a ell i llegir les entitats que contingui. Per fer-ho haurem d'executar el programa '*Definir archivo de esquema de servidores CAD*' en el menú de programes de Geomedia o executar: C:\Archivos de programa\GeoMedia Professional\Program\defcsd.exe. Ara, Prement 'Nuevo...' ens apareix un diàleg que ens demana quina plantilla haurà de fer servir per tractar els fitxers tipus CAD que volem tractar, haurem d'escollir el tipus MstnTemplate.csd que serveix per tractar arxius de tipus MicroStation. Ara ens demana que l'indiquem la carpeta on són els arxius MicroStation, un cop li hem indicat la ubicació dels mateixos ens demana quin arxiu de coordenades volem fer servir, serà el moment d'indicar-li el fitxer .cfs que hem creat anteriorment.



Creació del fitxer d'esquema de servidor CAD I.

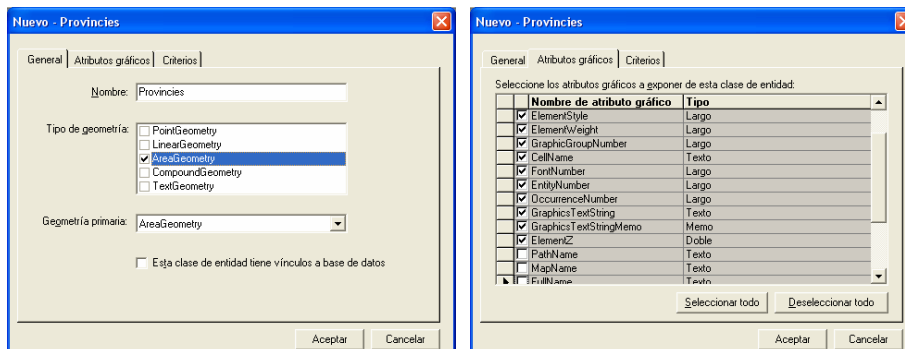


Ara sols ens resta crear les entitats que exportarà aquest servidor CAD per tal de fer-ho escollirem l'opció del menú 'Clase de entidad > Definir clase de entidad' ens apareix un diàleg per la definició de les classes d'entitat.



Creació del fitxer d'esquema de servidor CAD II. Creació dels nous tipus d'entitat.

Prement 'Nuevo...' haurem de definir quin tipus d'informació gràfica té el fitxer que anem a utilitzar i els atributs que volem exposar. El més important en aquest punt és indicar el tipus de geometria que tindrà la nova entitat, en aquest cas – províncies – és un tipus de geometria *AreaGeometry* és a dir una geometria que representa l'àrea d'un polígon.



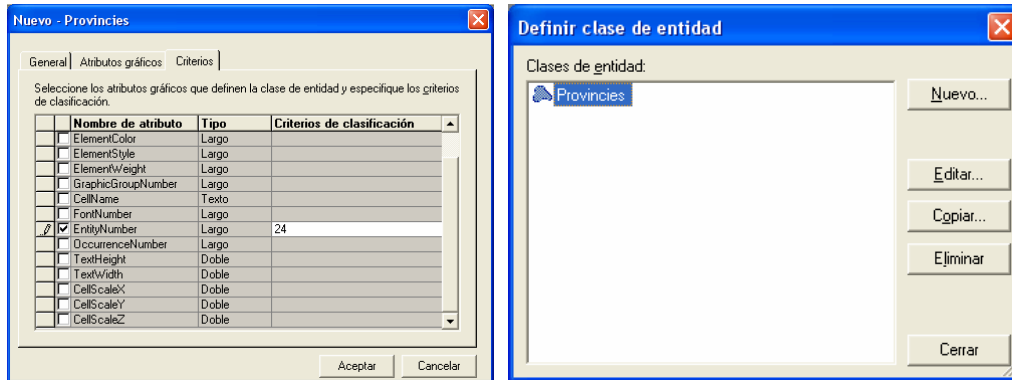
Creació del fitxer d'esquema de servidor CAD III. Definició del tipus de classe d'entitat i els atributs a exposar.

El següent pas és indicar quin serà el criteri de selecció de les entitats que hi ha en els fitxers. Potser que existeixin diferents capes en el mateix fitxer .DNG i sols ens interessin algunes, per tant haurem de seleccionar-les per algun criteri. En el cas de les entitats que ens interessin ho farem per l'atribut *EntityNumber* i que seleccionarem segons la següent taula:

EntityNumber	Dades gràfiques de...	Tipus d'entitat gràfica
21	Caps de municipi	Punt
22	Municipis	Polígons
23	Comarques	Polígons
24	Província	Polígons
25	Texts de municipi	Text
26	Texts de comarca	Text

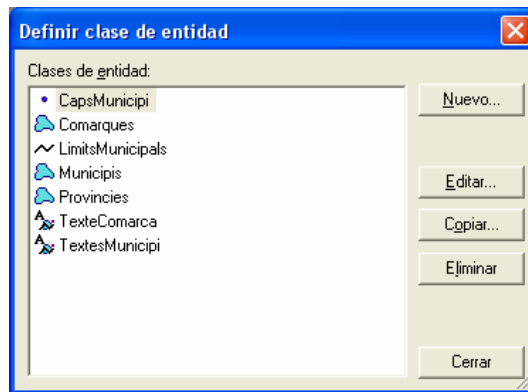
Taula de tipus d'entitat continguda en els fitxers de l'ICC.

Indicarem doncs el criteri de classificació que ens interessi per crear les noves entitats, en aquest cas exposarem les dades geogràfiques de les províncies, que són *EntityNumber* = 24.



Creació del fitxer d'esquema de servidor CAD IV. Criteris de selecció.

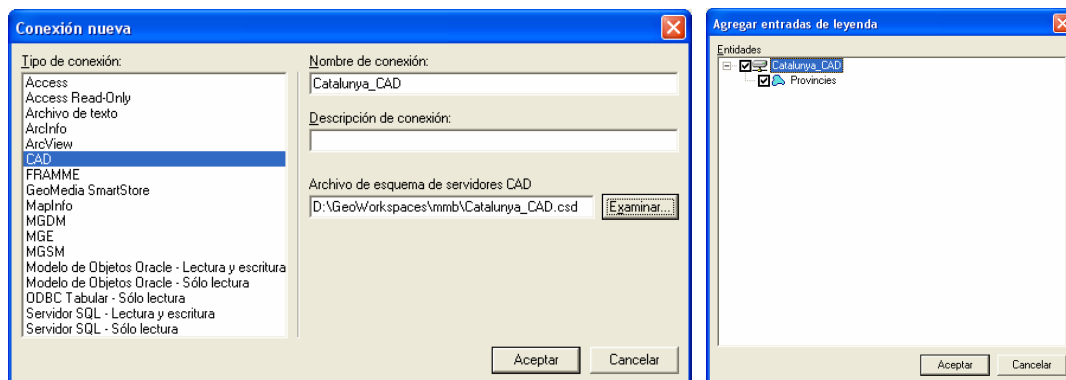
Haurem de repetir aquest punt per cada una de les entitats que vulguem exposar en el servidor d'esquemes CAD. En el nostre cas haurem de crear les següents entitats: CapsMunicipi, Comarques, LimitsMunicipals, Municipis, Províncies, TexteComarca i TextsMunicipi. Com podem veure en la figura següent, cada una d'elles té associada un tipus de geometria.



Entitats creades en el procés de generació del servidor d'esquemes CAD

5.2.5.2.5 Connexió amb el GeoWorkspace del servidor d'esquemes CAD.

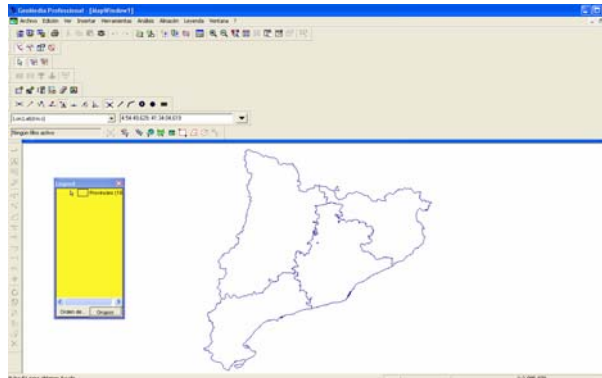
Ara el següent pas serà connectar el servidor d'esquemes CAD com un nou magatzem al GeoWorkspace creat amb anterioritat, i mostrar les noves entitats en la llegenda del mapa.



Connexió amb el geoworkspace i exposició de les noves entitats a la llegenda del mapa



Ara en la finestra del mapa apareix la representació gràfica de les entitats. Podem observar que les entitats han estat correctament ubicades geogràficament al crear el fitxer de coordenades a partir dels fitxers MicroStation de l'ICC.

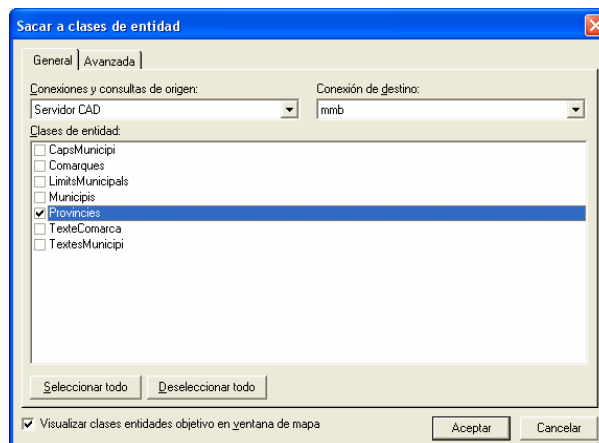


Províncies obtingudes de l'ICC exposades en el servidor d'esquemes CAD

Ara en la finestra del mapa apareix la representació gràfica de les entitats. Podem observar que les entitats han estat correctament ubicades geogràficament al crear el fitxer de coordenades a partir dels fitxers MicroStation de l'ICC.

5.2.5.2.6 Importar les dades del servidor CAD al nou magatzem de dades

L'últim pas d'aquesta primera fase serà importar les dades del servidor d'esquemes CAD al nou magatzem de dades Access que hem creat en el punt 5.2.5.2.3 Per tal de fer-ho haurem de executar el menú 'Almacén > Sacar a classes de entidad' on indicarem quina classe d'entitat del magatzem servidor CAD volem exportar al magatzem Access.



Importar dades d'un magatzem a un altre.

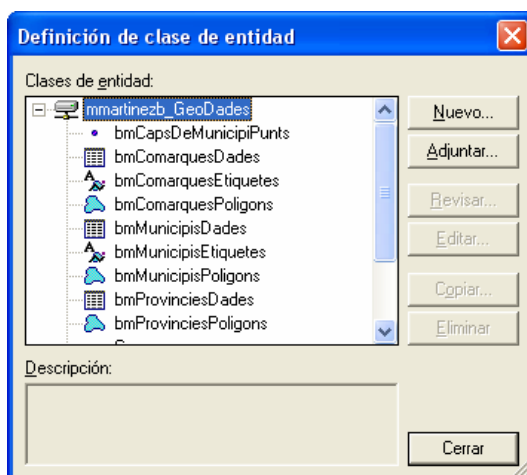
Un cop premem acceptar, es crearà en el magatzem de dades Access una nova entitat com l'existent al magatzem servidor CAD. Ho farem per cada una de les entitats que vulguem importar en el magatzem Access. En el nostre cas les importarem totes.

5.2.5.2.7 Importar altres dades de l'ICC per completar la informació geogràfica.

Entre els fitxers descarregats de l'ICC hi ha una sèrie de fitxers en format dbf amb informació complementària d'interès que considerem adequat importar-les també. Per tal de fer-ho hem creat una base de dades Access auxiliar i hem importat



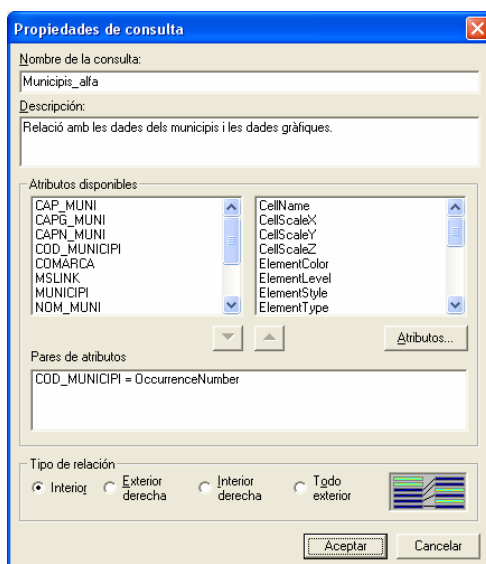
aquestes dades a la mateixa. Després hem connectat aquesta base de dades com a magatzem Access al GeoWorkspace i hem importat aquestes dades al magatzem Access creat en el punt 5.2.5.2.3. Aquestes dades serviran per fer diverses consultes de relació amb les dades que importem en el proper punt per tal de completar la informació geogràfica de que disposarem. Podem veure en la figura següent que hi ha dos tipus d'entitats, les que tenen una geometria associada i les que són dades alfanumèriques, les primeres en format bmXXXXPoligons o Punts i les de dades bmXXXXDades.



Entitats resultants després de les importacions.

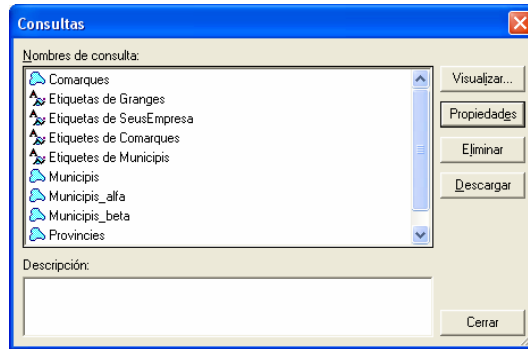
5.2.5.2.8 Creació de consultes

Ara es crearan una sèrie de consultes per relacionar la informació geogràfica amb la informació addicional per tal de crear una sola entitat que representi l'entitat més acuradament, així al clicar sobre l'entitat, la informació resultant serà més completa. Es mostra una d'aquestes consultes a títol d'exemple.



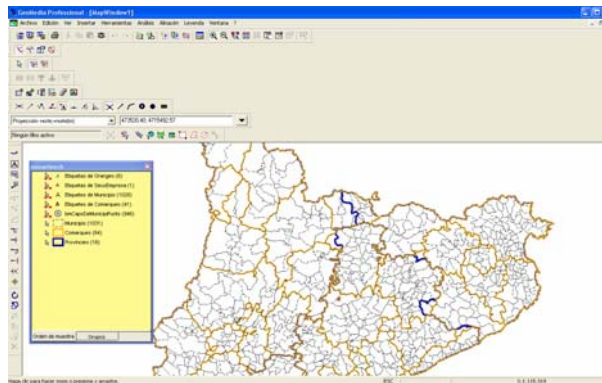
Consulta tipus relació de les taules bmMunicipisPoligons i bmMunicipisDades per tal de crear la consulta Municipis_alfa.

Un cop realitzats els refinaments necessaris obtenim les consultes indicades en la figura següent, que seran afegides a la llegenda del mapa, i per tant visualitzades:



Consultes finals

El resultat final és el que podem veure en la figura següent: Totes les entitats de la cartografia bàsica de Catalunya apareixen a la finestra del mapa. Cal remarcar que s'ha triat una escala de visualització en funció del tipus d'entitat a mostrar per tal d'aconseguir una millor visualització.



GIS amb les entitats bàsiques de Catalunya obtinguda de l'ICC.

5.2.5.3 Fase II: Requisits, anàlisi i disseny

5.2.5.3.1 Trames GPS

Tal com vam comentar en el punt 5.2.5.1 en primer lloc dotarem als equips veterinaris amb receptors GPS que enregistraran les rutes que aquests realitzin. Necessitem algun model capaç d'exportar les trames capturades a algun tipus de fitxer text que pugi ser llegit per un ordinador. Qualsevol de les marques comercials actualment pot servir. Les trames que enregistren aquests dispositius normalment inclouen les coordenades, l'altura, la velocitat de creuer, l'hora i el rumb seguit i altres dades estadístiques. En el nostre cas, simplifiquem i ens imaginem que aquestes trames tenen el següent format:

Easting en metres; Northing en metres; altura; Data i hora
43694709,2672524;464567499,857812;0;03/12/2006 17:06:11

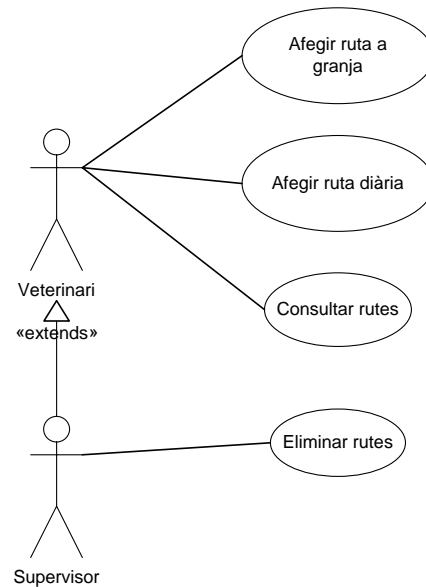
És a dir, els registres estan separats pel caràcter ";" i estan compostos de la coordenada easting expressada en metres, la coordenada northing expressada en metres, l'altura del punt expressada també en metres, i la data i hora de la lectura.

5.2.5.3.2 Requisits, actors i funcionalitats

Els equips veterinaris, enregistraran les rutes amb els dispositius GPS, un cop a la seu de l'empresa, aquestes rutes seran emmagatzemades en el sistema per un supervisor o pel mateix veterinari. Els veterinaris i els supervisors podran consultar



una ruta per anar a una granja. Els supervisors podran consultar les rutes realitzades en una data per un o diversos equips veterinaris. Els supervisors també podran eliminar rutes i consultes del sistema. Obtenim per tant els següents casos d'ús:



Casos d'ús del projecte

Cas d'ús número 1 : Afegir ruta a granja

Resum de la funcionalitat: afegir una nova *ruta* a la base de dades i geoposicionar la *granja*.

Paper dins del treball de l'usuari: el faran servir tant els veterinaris com els supervisors que indistintament podran afegir la ruta i la posició de la granja.

Actors: **Veterinaris, Supervisors**

Casos d'ús relacionats: consultar rutes, eliminar rutes

Precondició: la ruta i la granja no existeixen a la base de dades i no estan geoposicionades.

Postcondició: la ruta i la granja estan introduïdes a la base de dades i estan geoposicionades.

L'usuari introdueix les dades: Nom de la granja, propietari, tipus d'explotació i escull el fitxer de les trames GPS de la ruta i prem acceptar.

Cas d'ús número 2 : Afegir una ruta diària

Resum de la funcionalitat: afegir una nova *ruta diària* a la base de dades i geoposicionar-la.

Paper dins del treball de l'usuari: el faran servir tant els veterinaris com els supervisors que indistintament podran afegir la ruta.

Actors: **Veterinaris, Supervisors**

Casos d'ús relacionats: consultar rutes

Precondició: la ruta no existeix a la base de dades i no està geoposicionada.

Postcondició: la ruta està introduïda a la base de dades i geoposicionada.

L'usuari introdueix les dades: Equip veterinari que realitza la ruta, data de la ruta, fitxer de trames GPS de la *ruta diària* i prem acceptar.



Cas d'ús número 3 : Consultar rutes

Resum de la funcionalitat: en aquest cas d'ús s'inclouen les diverses consultes que poder fer al sistema: Consultar *rutes* per anar a les *granges*, consultar les *rutes diàries* fetes per un o diversos *equips veterinaris*.

Paper dins del treball de l'usuari: el faran servir tant els veterinaris com els supervisors que indistintament podran consultar les *rutes* fetes.

Actors: **Veterinaris, Supervisors**

Casos d'ús relacionats: afegir rutes, afegir rutes diàries

Precondició: Les *rutes* i les *granges* estan a la base de dades i correctament geoposicionades.

Postcondició: El sistema mostra les dades demanades.

L'usuari introdueix les dades: Segons la consulta introduirà l'equip veterinari i la data de la consulta.

Cas d'ús número 4 : Eliminar rutes

Resum de la funcionalitat: eliminar les rutes que ja no són necessàries o que han quedat obsoletes. Tant poden ser rutes diàries com rutes a granges, que han deixat de ser clients de l'empresa.

Paper dins del treball de l'usuari: serà el supervisor l'encarregat d'eliminar les rutes.

Actors: **Supervisors**

Casos d'ús relacionats: afegir rutes, afegir rutes diàries

Precondició: Les *rutes* i les *granges* estan a la base de dades i correctament geoposicionades.

Postcondició: Les rutes i les granges associades ja no estan en el sistema.

L'usuari introdueix les dades: Un interval de dades i/o un equip veterinari en el cas d'eliminar una ruta diària, o escull una granja per eliminar la granja i la ruta associada.

5.2.5.3.3 Anàlisi i disseny

En els punts anteriors hem recopilat una sèrie d'entitats de les quals podem extreure les classes d'entitat amb caràcter geogràfic que ens seran necessàries en aquesta aplicació: granges, rutes a granges, seu de l'empresa, rutes diàries o dels veterinaris. En principi, amb aquestes entitats en tindrem prou per dur a terme la tasca encomanada.

SeusEmpresa

Entitat per emmagatzemar la posició de la seu de l'empresa (en cas de que en un futur n'hi haguessin més podríem tenir diversos registres). La següent taula mostra els atributs d'aquesta relació.

Atribut	Tipus	Descripció
ID	AutoNumber	Clau primària.
NOM_SEU	Text	Nom de la seu de l'empresa.
GEOMETRY	BLOB	Magatzem de la geometria per geoposicionar la seu. Tipus punt.

Atributs de la taula SeusEmpresa



Granges

Entitat per emmagatzemar les dades de les granges i la seva geoposició, per tant emmagatzemarà una geometria de tipus punt. La següent taula mostra els atributs d'aquesta entitat.

Atribut	Tipus	Descripció
ID	AutoNumber	Clau primària.
NOM_GRANJA	Text	Nom de la granja.
PROPIETARI	Text	Nom del propietari.
TIPUS_EXPLOTACIO	Text	Tipus d'explotació o activitat portada a terme en la granja.
ULTIMA_VISITA	Data	Última visita realitzada pels equips de veterinaris.
RUTA_ASSOCIADA	Numèric	Nexe amb la ruta des de la seu de l'empresa
GEOMETRY	BLOB	Magatzem de la geometria tipus punt

Atributs de la taula Granges

Rutes granges

Entitat per emmagatzemar les dades de la ruta entre la seu de l'empresa i les granges. La geometria utilitzada és de tipus línia. La següent taula mostra els atributs d'aquesta relació.

Atribut	Tipus	Descripció
ID	AutoNumber	Clau primària
NOM_RUTA	Text	Breu descripció de la ruta per tal de visualitzar-la més còmodament, normalment serà CAMI DE 'NOM GRANJA'
DATA_GEOPOSICIO	Data	Data de la geoposició de la ruta
GEOMETRY	BLOB	Magatzem de les dades geogràfiques tipus línia.

Atributs de la taula Rutes_granges

Recorreguts Veterinaris

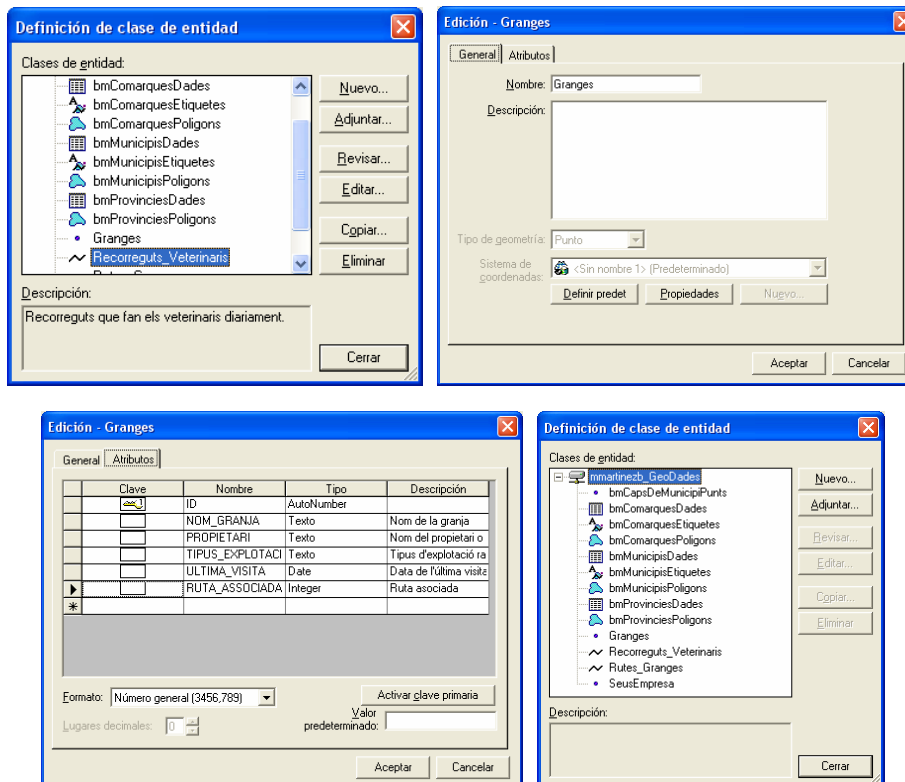
Entitat per emmagatzemar les rutes diàries realitzades pels equips veterinaris. La següent taula mostra els atributs d'aquesta relació.

Atribut	Tipus	Descripció
ID	AutoNumber	Clau primària
DATA_RECORREGUT	Data	Data del recorregut
EQUIP_VETERINARI	Text	Equip veterinari que realitza la visita.
GEOMETRY	BLOB	Magatzem de les dades geogràfiques tipus línia

Atributs de la taula Recorreguts_veterinaris

5.2.5.3.4 Creació de les taules a Geomedia

Per tal de crear aquestes classes d'entitat a Geomedia procedirem de la següent manera: '*Almacén > Definición de clase de entidad*' i en el diàleg '*definición de clase de entidad*' premerem 'Nuevo...' per tal de que aparegui l'editor que ens permetrà escollir el tipus de geometria, el fitxer de coordenades a utilitzar i afegir els atributs i crear la classe d'entitat.



Creació de les taules a Geomedia

Ho repetirem per cada classe d'entitat que necessitem. Tal i com podem veure en la última finestra de la figura anterior.

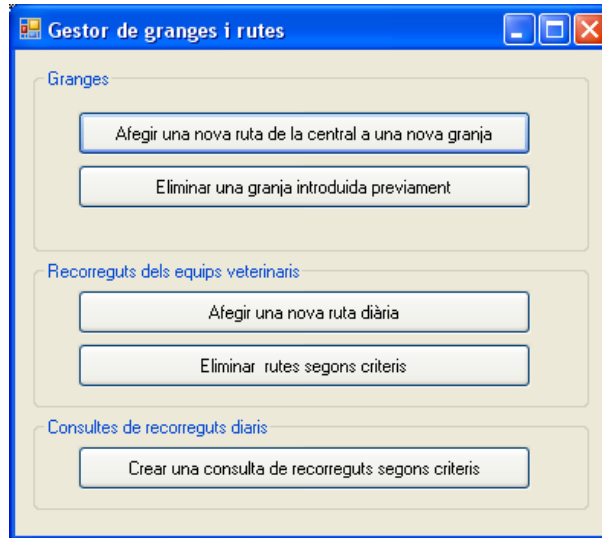
5.2.5.4 Fase III: Implementació i resultat final

5.2.5.4.1 Creació i funcionament del programari

Per la realització del programari, utilitzarem Microsoft Visual Studio 2005, i concretament Visual Basic com a llenguatge de programació. Haurem de crear un nou projecte en el que anirem afegint les funcionalitats mencionades en el punt 5.2.5.3.2 El programari està basat en l'API de programació de Geomedia [P3,P4] 'Programación en GeoMedia Professional' i 'Referencia de objetos de GeoMedia Professional' que exposen una sèrie de classes i objectes per tant d'interactuar amb Geomedia per via de la tecnologia COM de Microsoft.

A l'executar l'aplicació apareix el menú inicial que ens permetrà accedir a les diverses funcionalitats, al mateix temps s'obre Geomedia Professional per una connexió COM amb l'aplicació

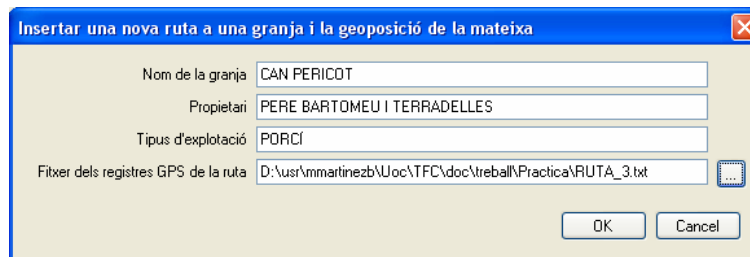
```
GeoApp = CreateObject("Geomedia.Application")
```



Menú principal de l'aplicació

Afegir una nova ruta de la central a una nova granja.

Permet afegir una nova granja a la base de dades, geoposicionar-la i crear la ruta que la uneix amb la central de l'empresa. Apareix un diàleg que ens permet entrar el nom de la granja, el propietari, el tipus d'explotació i la ruta per accedir al fitxer de registres GPS de la ruta a la granja.



Dades de la granja a afegir.

En prémer OK el programa processa les dades, llegeix el fitxer de registres GPS i crea la ruta. Per posicionar la granja agafem com a coordenades l'últim registre del fitxer GPS. En la figura següent, podem veure un tros de codi del programari, que crec d'interès comentar. En les tres primeres línies creem els objectes que ens permetrà manipular la geometria de la ruta i la granja a incloure. Seguidament es crea un `StreamReader`, que és un objecte que ens permet llegir de manera seqüencial el fitxer de registres GPS. Descodifiquem les coordenades dels punts escrits en els registres (punt 5.2.5.3.1 trames GPS) i els anem emmagatzemant en geometries de tipus punt, que alhora anem afegint a la geometria de tipus línia. Un cop acabem de llegir tots els registres del fitxer GPS procedim a gravar la ruta en la base de dades. Un cop fet això guardem l'últim punt llegit com a posició de la granja i procedim a crear-la.



```
GestorDeGeometria = CreateObject("Geomedia.GeometryStorageService")
Punto = CreateObject("Geomedia.Point")
Lineas = CreateObject("GeoMedia.PolylineGeometry")

objRS = GetRecorSet("Rutes_Granjes", "")
If objRS.Updatable Then
    objRS.AddNew()
    Using Sr As System.IO.StreamReader = New
System.IO.StreamReader(FitxerRegistresGPS)
        While Not Sr.EndOfStream
            Bf = Sr.ReadLine()
            Punto.X = Bf.Substring(0, Bf.IndexOf(";"))
            Bf = Bf.Remove(0, Bf.IndexOf(";") + 1)
            Punto.Y = Bf.Substring(0, Bf.IndexOf(";"))
            Bf = Bf.Remove(0, Bf.IndexOf(";") + 1)
            Punto.Z = Bf.Substring(0, Bf.IndexOf(";"))
            Lineas.Points.Add(Punto)
        End While
    Sr.Close()
End Using

GestorDeGeometria.GeometryToStorage(Lineas,
objRS.GFields("Geometry").Value)
ID_RUTA = objRS.GFields("ID").Value
objRS.GFields("DATA_GEOPOSICIO").Value = Date.Today
objRS.GFields("NOM_RUTA").Value = "CAMI DE " & NomGranja
objRS.Update()
objRS.Close()
```

Codi Visual Basic per la inserció d'una ruta.

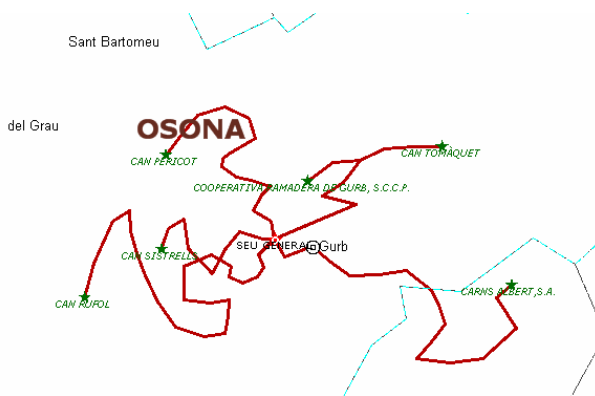
```
Dim Punt_granja As PBasic.PointGeometry
Punt_granja = CreateObject("Geomedia.PointGeometry")

Punt_granja.Origin.X = Punto.X
Punt_granja.Origin.Y = Punto.Y
Punt_granja.Origin.Z = Punto.Z

objRS = GetRecorSet("Granges", "")
objRS.AddNew()
objRS.GFields("NOM_GRANJA").Value = NomGranja
objRS.GFields("PROPIETARI").Value = PropietariGranja
objRS.GFields("TIPUS_EXPLOTACIO").Value = TipusExplotacioGranja
objRS.GFields("RUTA_ASSOCIADA").Value = ID_RUTA
GestorDeGeometria.GeometryToStorage(Punt_granja,
objRS.GFields("Geometry").Value)
objRS.Update()
objRS.Close()
```

Codi Visual Basic per la inserció d'una granja.

Ara tant la ruta de la granja com la mateixa granja apareixen a la finestra del mapa correctament geoposicionades.

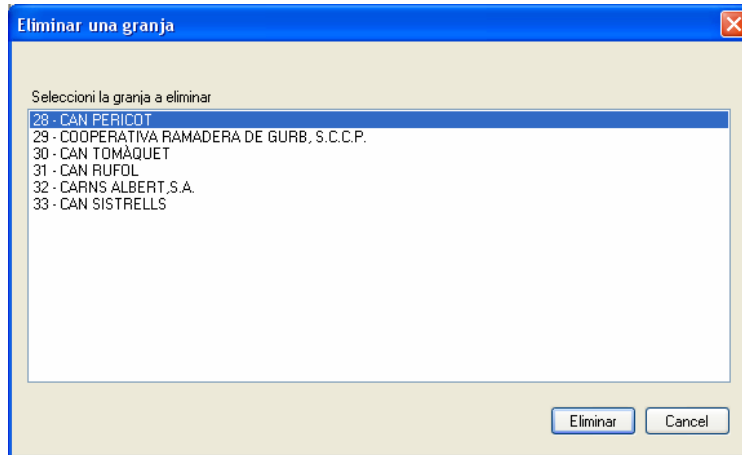


Granges i rutes geoposicionades.



Eliminar una granja introduïda prèviament

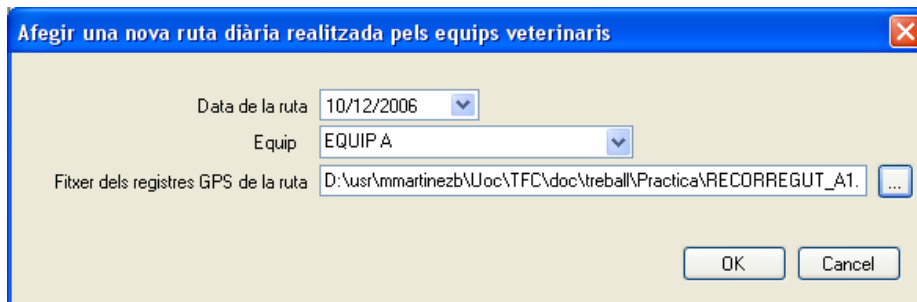
Aquesta opció ens permet eliminar granges i les rutes associades en cas de que ja no sigui necessari tenir-les en compte. Apareix un diàleg que ens demana quina granja volem eliminar i en confirmar-la s'esborra.



Diàleg per eliminar una granja.

Afegir una nova ruta diària

Aquesta opció ens permet afegir les rutes diàries realitzades pels equips veterinaris. Apareix un diàleg que ens permet indicar el dia i l'equip que realitza la ruta. Cal també indicar-li el fitxer dels registres GPS de la ruta.

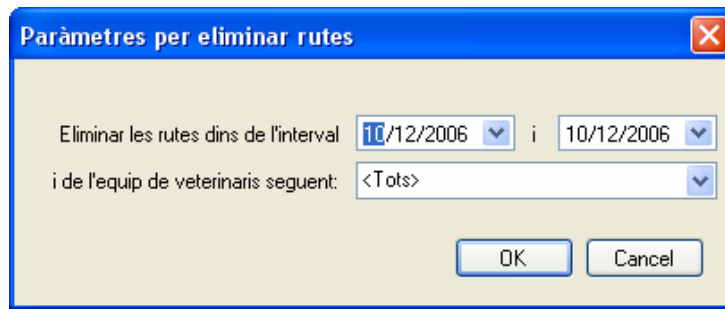


Diàleg per afegir una nova ruta diària.

Un cop es prem el botó d'acceptar la nova ruta queda registrada i geoposicionada, però no es mostra en la finestra del mapa (aquesta funció s'aconsegueix a un altre opció del programari que ens permet cercar-les segons uns criteris i mostrar-les posteriorment. Ho veurem en un punt posterior).

Eliminar rutes segons criteris

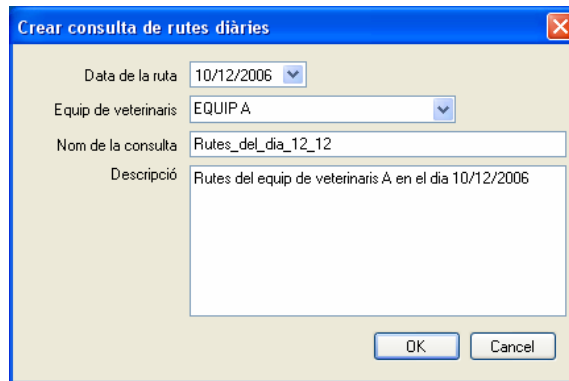
Aquesta opció ens permet eliminar rutes diàries obsoletes que ja no necessitem visualitzar. Hem d'indicar l'interval de dates i opcionalment l'equip veterinari a considerar per eliminar les rutes.



Diàleg per eliminar rutes diàries.

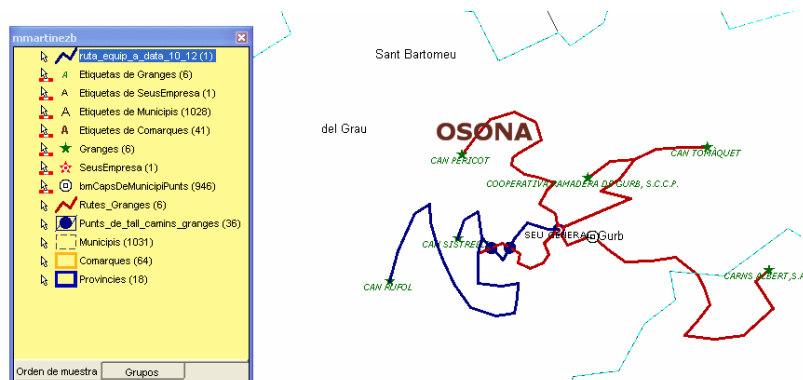
Crear una consulta de recorreguts segons criteris

Tal i com s'avançava en un apartat anterior, un cop afegides les rutes diàries, podem consultar-les mitjançant aquesta opció. Apareix un diàleg en que podem indicar el dia en qüestió que volem consultar i opcionalment, l'equip veterinari que volem consultar. Ens demana també que anomenem la consulta i afegim una descripció opcional, que seran el nom i descripció amb la que crearem la consulta a Geomedia.



Diàleg de selecció de dades per la consulta de rutes diàries

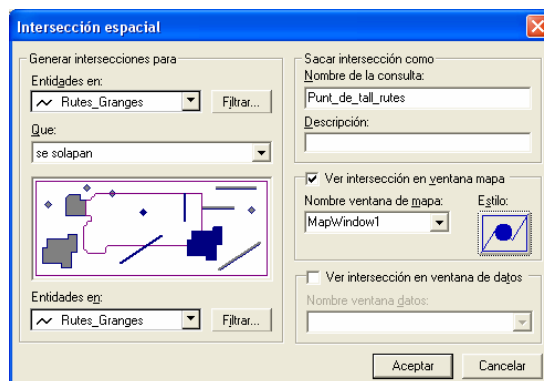
Un cop fet això apareix la nova consulta a Geomedia amb les rutes seleccionades segons els criteris anteriors.



Consulta de rutes diàries.

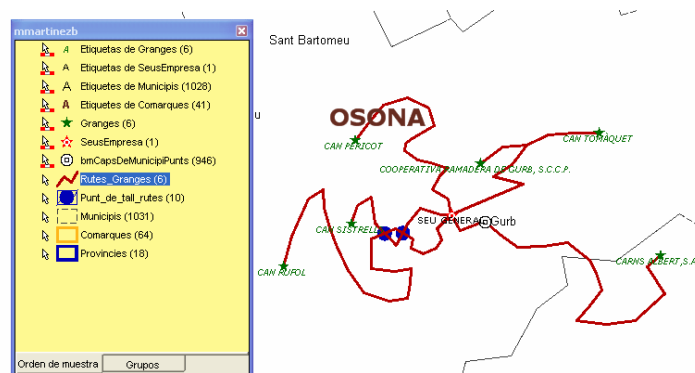
5.2.5.4.2 Consultes creades a Geomedia

Ara només ens resta crear una consulta per poder analitzar els punts de tall entre les rutes de les granges per tal de poder optimitzar els recorreguts dels veterinaris. Haurem de crear una consulta de '*Intersecció espacial*'.



Creació de la consulta d'intersecció espacial.

Que ens mostra els punts de tall de les rutes de les granges i ens mostra, per exemple que de la granja CAN SISTRELLS es pot anar a la granja CAN RUFOL per un encreuament entre les seves rutes cap a la seu de l'empresa.



Punts de tall entre les rutes de les granges.

5.3 Valoració econòmica

La valoració econòmica del projecte inclou una estació de treball bàsica, un terminal GPS, el software Geomedia Professional 6.0, la confecció del SIG i la seva instal·lació.

Estació de treball	PC HP Compaq dc7700 RN124ET Windows XP Professional SP2 Intel Core 2 Duo E6600 a 2,4 GHz amb 1GB de memòria RAM i 80 GB de disc dur	1.010,00 €
	Monitor HP L1506 de 15"	229,24 €
Software de tercers	Geomedia Professional 6.0	12.000,00 €
Terminal GPS	Garmin Nuvi 660 Europa	597,40€
Implementació del GIS	Anàlisi, Disseny i implementació del SIG, Instal·lació	5.000,00€
Cost total del projecte		18.836,64€

L'empresa hauria de decidir el nombre de terminals GPS en conseqüència al nombre d'unitats mòbils de que disposi o en les que desitgi enregistrar les rutes.



5.4 Conclusions

Al principi d'aquesta memòria hem enumerat els objectius d'aquest projecte. Un cop finalitzat, crec que els objectius bàsics han estat assolits. En la primera part del TFC ens hem centrat en els conceptes bàsics d'un SIG. La seva definició, l'evolució històrica, els seus components i les seves aplicacions. Després hem conegut els conceptes bàsics de cartografia necessaris per entendre la informació que ens mostra un SIG. També hem conegut com funciona el sistema GPS. Un cop assolits aquests coneixements teòrics hem aprofundint en el funcionament d'un dels programaris comercials més estès en el món dels SIG: Geomedia Professional. Amb ell em après a crear, manipular i visualitzar dades, hem après a refinar aquestes dades amb consultes interactives i a cercar solucions a problemes amb components geogràfics. Posteriorment hem creat un SIG d'escala reduïda, amb les principals entitats de Catalunya, obtenint les dades de l'ICC. Dades que ens han permès comprendre les estructures internes dels SIG. Mitjançant un problema plantejat per una empresa veterinària hem pogut veure com podíem crear les estructures i el software necessaris per donar solució a aquest problema, hem pogut veure com un SIG pot ajudar a la presa de decisions que sense ell podia haver estat ben difícil.

A nivell personal he de dir que ha estat un projecte certament interessant, ja que en circumstàncies normals no és fàcil conèixer eines com un SIG.

Ja sigui per la falta de temps o per la dificultat d'obtenir un programari com Geomedia, és molt difícil que un estudiant pugui iniciar-se en aquest món, és per aquesta raó que vull agrair a la UOC l'oportunitat que ens dona.



6 Glossari

-B-	
Base de dades	Conjunt de fitxers on s'emmagatzema informació amb una estructura determinada per tal de optimitzar l'accés i gestió de la mateixa
Base de dades gràfica	Base de dades en que a part d'informació textual o numèrica s'emmagatzema informació de caràcter gràfic, com poden ser punts, línies o polígons. Son les utilitzades pels SIG
-C-	
CAD	Acrònim angles de <i>Computer Aided Design</i> . Programari utilitzat per disseny gràfic.
Cartografia	Art de traçar mapes o cartes geogràfiques.
Coordenada	Qualsevol de dues o més magnituds que determinen la posició d'un element espacial (un punt, un pla, etc.).
-D-	
Datum	Punt de referència en el terreny que serveix com a origen de coordenades d'un sistema geogràfic.
-E-	
ED50	<i>European Datum 1950</i> . Datum utilitzat comunament a Europa.
El.lipsoide	Superfície formada per la revolució d'una el·lipse al voltant del seu eix menor.
El.lipsoide de Referència	El.lipsoide usat en geodèsia per a simular la superfície de la terra. És la figura geomètrica que més s'aproxima al Geoide amb una aproximació matemàtica senzilla.
Entitat	Sinònim de classe en Geomedia.
-E-	
Equador	Paral·lel de major radi, que divideix l'esfera terrestre en dos hemisferis: Nord i Sud.
Escàner	Sensor òptic acoblat a un dispositiu d'escombrat per a la digitalització de documents.
-F-	
Fus	Secció de la terra limitada per dos meridians.
-F-	
Geoide	Superfície de nivell equipotencial en el camp de la gravetat terrestre.
Georeferenciar	Assignar coordenades geogràfiques a un objecte o estructura.
GIS	Acrònim angles de <i>Geographical Information System</i> .
GPS	<i>Global Positioning System</i> , Sistema de posicionament a través de satèl·lit.
Greenwich	Ciutat anglesa emplaçada al SE de Londres que serveix com a referència de pas del Meridià 0°.
-I-	
ICC	Acrònim d'Institut Català de Cartografia
-L-	
Latitud	Angle que forma un punt sobre un meridià i l'Equador.
Longitud	Angle que forma la projecció d'un punt amb el meridià de referència.
-M-	
Meridià	Intersecció d'un pla que conté l'eix de la terra amb la superfície d'aquesta.
-P-	
Paral·lel	Línies d'intersecció entre els infinits plans perpendiculars a l'eix de la terra i la superfície d'aquesta.



Projecció	Conjunt de transformacions mètriques per a representar la superfície de la Terra sobre un plànol.
-R-	
Raster	Conjunt de dades distribuïdes en cel·les i estructurades en files i columnes en forma de matriu.
-S-	
SIG	Acrònim català de. Sistema d'Informació Geogràfica.
Sistema de Coordenades	Marc de referència espacial que permet la definició de Localitzacions mitjançant coordenades.
SQL	Acrònim de <i>Structured Query Language</i> . Llenguatge per realitzar consultes sobre bases de dades relacionals i manipular-les.
-T-	
Topografia	Ciència que estudia les formes del terreny.
Topologia	Referència a les propietats no mètriques d'un mapa.
-U-	
UTM	Acrònim d' <i>Universal Transversa Mercator</i>
-V-	
Vector	Entitat geomètrica definida per una magnitud i un sentit.
Vectorial	Model de dades en el qual la realitat es representa mitjançant vectors o estructures de vectors.



7 Bibliografia

- T1 "Fundamentos de los sistemas de información geográfica"
Comas, David y Ruíz Ernest. Editorial Ariel ISBN 8434434520
- T2 "Sistemas de información geográfica"
Bosque Sendra, Joaquín. Editorial Rialp ISBN 8432131547
- T3 "ESRI Map Book Gallery Volume 20: Public Safety - Analysis of emergency medical service calls for St. Johns County, Florida"
- T4 "The GeoDatabase View ESRI"
<http://www.esri.com/software/arcgis/concepts/gis-data.html>
- T5 "Geography Matters. An ESRI White Paper September 2002".
www.esri.com
- T6 "Introduction to map design"
Environmental Systems Research Institute, Inc 1.996
- T7 "Localizaciones geográficas. Las coordenadas geográficas y la proyección UTM. El datum"
Ignacio Alonso Fernández-Coppel
Profesor asociado área de ingeniería cartográfica, geodesia y fotogrametría.
Universidad de Valladolid.
- T8 "Modelo de datos espaciales"
Dr F. Escobar, Assoc Prof G. Hunter, Assoc Prof I. Bishop, Dr A. Zerger
Department of Geomatics, The University of Melbourne
- T9 "Como funciona el sistema GPS, en cinco pasos lógicos"
1999 by Trimble Navigation Limited.
Traducido al español por Pedro Gutovnik
- T10 "Aprendizaje de Geomedia Professional"
Intergraph Corporation.
- P1 "Aprendizaje de Geomedia Professional. Visualización de datos CAD"
Documentació de Geomedia Professional.
- P2 "Ayuda de definir archivo de esquema de servidor CAD"
Documentació de Geomedia Professional.
- P3 "Programación en Geomedia Professional"
Documentació de Geomedia Professional.
- P4 "Referencia de objetos de GeoMedia Professional"
Documentació de Geomedia Professional.
- P5 "Visual Basic 6.0 Programación orientada a objetos"
Carlos M. Rodriguez Bucarelly