

Construcció d'un GIS de base municipal amb assignació automàtica del nom de carrer a les illes d'habitatges de la població de Terrassa

Víctor Ruiz Marquès

ETIG

Jordi Ferrer Durán

9/01/2006

Agraïments

Assegut davant del meu escriptori on he passat tantes i tantes hores, recordo moltes de les assignatures que he anat superant, amb més o menys d'èxit, per arribar fins aquí, el treball fi de carrera.

No voldria acabar d'escriure les línies d'aquest treball, sense abans recordar-me de les persones que m'han donat suport en moments difícils.

Al meus pares, per deixar-me participar en aquest joc tant excepcional i donar-me l'existència. A la Laura, sobretot per la paciència infinita que ha tingut en tantes i tantes ocasions, i pel recolzament que m'ha mostrat en el transcurs de les diverses etapes de la carrera, i que espero que em continuï demostrant en futurs projectes.

Aquelles persones que ja no hi són, però que d'alguna manera sempre estaran presents. Als meus amics i a tota la gent que aprecio, per estar sempre al meu costat.

Finalment vull agrair a en Jordi Ferrer, consultor de l'assignatura, per l'interès i professionalitat mostrada, i per animar a endinsar-nos una mica més en l'apassionant món de les bases de dades.

A tots ells, Gràcies de tot cor.

Resum

Aquest treball fi de carrera es basa en un estudi i posterior aplicació dels sistemes d'informació geogràfica (GIS), branca que pertany a l'àrea de les bases de dades.

El treball conté una vessant teòrica i una de pràctica. La part teòrica comença situant el GIS en un marc històric, per anar aprofundint en aspectes més característics, com els quatre components que el formen (Hardware, Software, Persones i Informació Geogràfica), i les seves funcions essencials, destacant principalment les d'anàlisi i tractament de dades (Recuperació, Superposició, Veïnatge i Connectivitat). També es fa referència als models fonamentals de representació d'un GIS, destacant els models Ràster i el Vectorial. Finalment es detallen les principals aplicacions i beneficis que se'n extreuen al treballar amb un GIS.

Amb l'ajuda d'aquesta base teòrica anterior, la part pràctica consisteix en el desenvolupament d'una aplicació (codificada amb *Visual Basic*) que incorpori de forma automàtica els noms dels carrers a una illa d'habitatges de la ciutat de Terrassa.

Per realitzar aquesta comesa s'utilitzarà el *GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2*, on inicialment es realitza un estudi pràctic de les eines bàsiques d'aquest programari, com la creació d'un GeoWorkspace, la utilitat dels magatzems per emmagatzemar dades com les diverses entitats i classes d'entitats utilitzades, o com es pot controlar, mitjançant la llegenda, la visualització de cadascuna d'aquestes en la finestra de mapa.

Finalment es realitza la digitalització d'un mapa, incorporant eixos de carrers (Línies) i parcel·les (Àrees), posteriorment creant zones d'influència al voltant d'aquestes i aplicant tècniques d'intersecció espacial per arribar a l'objectiu fitat.

1 Índex de continguts

Agraïments	2
Resum.....	3
1 Índex de continguts.....	4
2 Índex de figures	6
3 Memòria.....	7
3.1 Capítol 1. Introducció	7
3.1.1 Justificació del TFC i context en el qual es desenvolupa: punt de partida i aportació del TFC.....	7
3.1.2 Objectius del TFC	7
3.1.3 Enfocament i mètode seguit	7
3.1.4 Planificació del projecte.....	8
3.1.4.1 Tasques	8
3.1.4.2 Desglossament de tasques	8
3.1.4.3 Mètode de gantt.....	10
3.1.5 Productes obtinguts	10
3.1.6 Breu descripció dels altres capítols de la memòria.....	11
3.2 Capítol 2. Part Teòrica: Característiques fonamentals d'un GIS.....	12
3.2.1 Evolució històrica.....	12
3.2.2 Conceptes i terminologia bàsica.....	14
3.2.3 Components i funcions dels components d'un GIS	16
3.2.3.1 Hardware	16
3.2.3.2 Software.....	17
3.2.3.3 Equip humà o organització.....	20
3.2.3.4 Informació geogràfica.....	20
3.2.4 Models fonamentals de representació	21
3.2.4.1 Raster	21
3.2.4.2 Vectorial	22
3.2.4.3 Orientats a capes	23
3.2.4.4 Orientats a objectes	23
3.2.4.5 Models digitals del terreny	24
3.2.5 Principals aplicacions d'un GIS.....	24
3.2.5.1 Aplicacions agrícoles i utilització del sòl. Els recursos naturals.....	24
3.2.5.2 Aplicacions d'administració i de gestió	25
3.2.5.3 Aplicacions de caire social, econòmic i de caràcter global	27

3.3	Capítol 3. Part pràctica: Utilització del GEOMEDIA.....	29
3.3.1	Fonaments de GeoMedia Professional.....	29
3.3.1.1	Treball amb GeoWorkspaces.....	29
3.3.1.2	Utilització dels magatzems.....	29
3.3.1.3	Entitats i classes d'entitats.....	30
3.3.1.4	Sistemes de coordenades i propietats de visualització.....	30
3.3.1.5	Treball amb llegenda.....	30
3.3.1.6	Treball amb imatges.....	31
3.3.1.7	Treball amb finestres de mapa i de dades.....	31
3.3.2	Anàlisi de dades.....	32
3.3.2.1	Atributs funcionals.....	32
3.3.2.2	Creació de consultes.....	33
3.3.2.3	Utilització de zones d'influència.....	33
3.3.2.4	Anàlisi espacial.....	34
3.3.2.5	Agregació de resultats.....	35
3.3.2.6	Col·locació d'etiquetes.....	35
3.3.3	Fonaments del traçat: finestres de composició.....	37
3.4	Capítol 4. Part pràctica: Desenvolupament d'una aplicació amb GEOMEDIA.....	38
3.4.1	Captura de dades.....	38
3.4.1.1	Inici de captura de dades.....	38
3.4.1.2	Digitalització.....	40
3.4.1.3	Edició de les dades.....	41
3.4.1.4	Creació de zones d'influència.....	42
3.4.2	Actualització automàtica d'atributs:.....	42
3.4.2.1	Implementació procés automàtic.....	42
3.4.2.2	Problemes trobats.....	49
3.5	Capítol 5. Conclusions.....	50
4	Glossari.....	51
5	Bibliografia General.....	53

2 Índex de figures

1. [Figura 1](#): Mapa de Londres dels casos de malalts de còlera i els pous d'aigua.
2. [Figura 2](#): Etapes de l'evolució dels Sistemes d'Informació Geogràfica.
3. [Figura 3](#): Elements d'entrada i sortida de dades.
4. [Figura 4](#): Funcionament de la superposició.
5. [Figura 5](#): Exemple del model Raster (1).
6. [Figura 6](#): Exemple del model Raster (2).
7. [Figura 7](#): Exemple model vectorial.
8. [Figura 8](#): Parts de la Llegendada.
9. [Figura 9](#): Exemple de les zones d'influència.
10. [Figura 10](#): Intersecció i diferència espacial.
11. [Figura 11](#): Línies directrius per etiquetes.
12. [Figura 12](#): Fletxa nord i barra d'escala.
13. [Figura 13](#): Exemple d'una composició.
14. [Figura 14](#): Propietats d'una imatge Raster.
15. [Figura 15](#): Registre d'una imatge Raster.
16. [Figura 16](#): Caçats vectorials i Raster.
17. [Figura 17](#): Finestra de composició per l'aplicació.
18. [Figura 18](#): Propietats de les entitats [Calles] i [Parcelas].
19. [Figura 19](#): Definició de classes d'entitat.
20. [Figura 20](#): Pantalla inicial de l'aplicació.
21. [Figura 21](#): Pantalla de l'aplicació en execució.
22. [Figura 22](#): Taula de [Parcelas] no actualitzada.
23. [Figura 23](#): Taula de [Parcelas] actualitzada.
24. [Figura 24](#): Propietats de visualització (1).
25. [Figura 25](#): Imatge amb l'escala de visualització correcte.
26. [Figura 26](#): Propietats de visualització (2).

3 Memòria

3.1 Capítol 1. Introducció

3.1.1 Justificació del TFC i context en el qual es desenvolupa: punt de partida i aportació del TFC

El TFC o treball fi de carrera és un treball on els estudiants utilitzen i apliquen els diferents coneixements que han anat adquirint en el transcurs de les diferents etapes de la carrera. Dintre de les diverses matèries estudiades es troba l'àrea en la qual es desenvolupa aquest projecte: les bases de dades.

Dintre d'aquest context trobem una de les vessants més interessants i que més han evolucionat en els últims anys: ens estem referint als sistemes d'informació Geogràfica (GIS).

Des de aquest punt de vista, els estudiants que disposem de coneixements de les bases de dades, ens embarquem en una nova aventura que ens porti a conèixer les principals característiques dels sistemes d'informació geogràfica, així com saber utilitzar les eines que ens proporcionen els GIS per solucionar algun problema concret.

3.1.2 Objectius del TFC

El treball pretén endinsar-se i aprofundir en el coneixement de l'àrea de les bases de dades, a través dels sistemes d'informació geogràfica.

Es tractarà d'estudiar un GIS i conèixer les seves característiques fonamentals, així com els aspectes més rellevants per portar a terme un projecte GIS.

Amb aquesta base teòrica anterior, es coneixeran les eines bàsiques d'un sistema GIS, a partir del programari GEOMEDIA. Finalment, s'aprendrà a realitzar una aplicació GIS sobre el programari utilitzat.

3.1.3 Enfocament i mètode seguit

Aquest treball el desglossarem en dues parts: una part teòrica i una part pràctica.

La part teòrica consistirà en l'estudi de les característiques fonamentals d'un GIS, començant amb una pinzellada en la seva evolució històrica i anant aprofundint en aquells conceptes que siguin bàsics per portar a terme qualsevol projecte GIS, així com les principals aplicacions i beneficis que se'n extreuen.

La part pràctica consistirà en el desenvolupament d'una aplicació que incorpori de forma automàtica, els noms dels carrers a una illa d'habitatges d'una determinada població. En principi, es tractarà una illa d'habitatges de la ciutat de Terrassa, població de la comarca del Vallès Occidental.

Per realitzar aquesta tasca, utilitzarem el GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2, programari desenvolupat per Intergraph i que és líder mundial en sistemes GIS. Per tant, abans de portar a terme l'aplicació que s'ha comentat anteriorment, es realitzarà un estudi pràctic dels aspectes fonamentals d'aquest programari.

3.1.4 Planificació del projecte

3.1.4.1 Tasques

Id. Tasca	Descripció tasca
1	Resum del treball. Paraules clau. Nom de l'àrea del TFC.
2	Redacció de la introducció
3	Estudi de les característiques fonamentals d'un GIS (capítol 2)
4	Redacció de les característiques fonamentals d'un GIS (capítol 2)
5	Pràctica sobre la utilització del GEOMEDIA (capítol 3)
6	Redacció sobre la utilització del GEOMEDIA (capítol 3)
7	Pràctica sobre el desenvolupament d'una aplicació amb GEOMEDIA (capítol 4)
8	Redacció sobre el desenvolupament d'una aplicació amb GEOMEDIA (capítol 4)
9	Redacció conclusions i ampliacions futures
10	Redacció del glossari
11	Recerca de bibliografia
12	Redacció de bibliografia

3.1.4.2 Desglossament de tasques

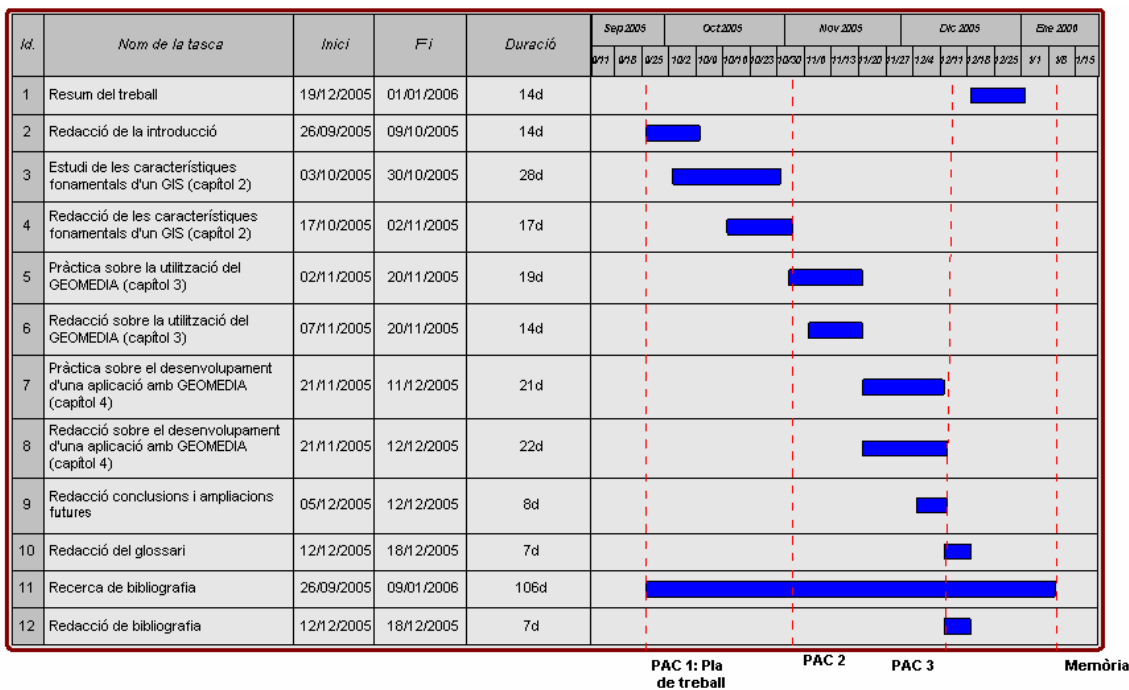
St.	Inici	Fi	Activitat	Esdeveniment
1	12/09/05	18/09/05	Presentació	Trobada presencial: Dissabte 17/09 (13:00 - 14:00)
2	19/09/05	25/09/05	Pla de treball	Lliurament planificació provisional TFC
3	26/09/05	02/10/05	Pla de treball i redacció de la introducció (tasca 2)	Lliurament PAC 1. Pla de treball. Dilluns 26/09

4	03/10/05	09/10/05	Redacció de la introducció i estudi de les característiques fonamentals d'un GIS (tasques 2 i 3)	
5	10/10/05	16/10/05	Estudi de les característiques fonamentals d'un GIS (tasca 3)	
6	17/10/05	23/10/05	Estudi i redacció de les característiques fonamentals d'un GIS (tasques 3 i 4)	
7	24/10/05	30/10/05	Estudi i redacció de les característiques fonamentals d'un GIS (tasques 3 i 4)	
8	31/10/05	06/11/05	Redacció de les característiques fonamentals d'un GIS i pràctica sobre la utilització del GEOMEDIA (tasques 4 i 5)	Lliurament PAC 2. Primera part de la memòria. Dimecres 2/11
9	07/11/05	13/11/05	Pràctica i redacció sobre la utilització del GEOMEDIA (tasques 5 i 6)	
10	14/11/05	20/11/05	Pràctica i redacció sobre la utilització del GEOMEDIA (tasques 5 i 6)	
11	21/11/05	27/11/05	Pràctica i redacció sobre el desenvolupament d'una aplicació amb GEOMEDIA (tasques 7 i 8)	
12	28/11/05	04/12/05	Pràctica i redacció sobre el desenvolupament d'una aplicació amb GEOMEDIA (tasques 7 i 8)	
13	05/12/05	11/12/05	Pràctica i redacció sobre el desenvolupament d'una aplicació amb GEOMEDIA, redacció conclusions i ampliacions futures (tasques 7, 8, 9)	
14	12/12/05	18/12/05	Redacció sobre el desenvolupament d'una aplicació amb GEOMEDIA, redacció conclusions i ampliacions futures, redacció del glossari i bibliografia (tasques 8, 9, 10 i 12)	Lliurament PAC 3. Segona part de la memòria. Dilluns 12/12
15	19/12/05	25/12/05	Redacció del glossari i bibliografia, i resum del treball. (tasques 10, 12 i 1)	
16	26/12/05	01/01/06	Resum del treball (tasca 1), revisió	Lliurament memòria completa

			general de la memòria i fer la presentació.	amb les conclusions, el glossari i la bibliografia.
17	02/01/06	08/01/06	Estudi de la memòria. Fer la presentació	Lliurament de la presentació provisional
18	09/01/06	15/01/06	Preparar defensa TFC	Lliurament final. Memòria i presentació. Dilluns 9/01
19	16/01/06	22/01/06	Defensa TFC	

Nota: La tasca 11 (Recerca bibliogràfica) no l'he afegit a la temporalització, ja que és una tasca que es realitzarà al llarg de tot el TFC.

3.1.4.3 Mètode de gantt



3.1.5 Productes obtinguts

Dintre de la temàtica de les bases de dades i més concretament en l'àrea que s'està treballant, els sistemes d'informació geogràfica, la memòria es converteix en l'element central del treball fi de carrera. Tal i com hem comentat, la memòria estarà dividida en dues parts: una part teòrica i una part pràctica.

En aquest sentit, s'ha de destacar una altre element no menys important. Per comprovar que s'han assimilats correctament tots els coneixements teòrics, es realitzarà una aplicació que permeti incorporar de forma automàtica, els noms dels carrers a una illa d'habitatges d'una determinada població, desenvolupat íntegrament amb el programari GEOMEDIA de Intergraph.

3.1.6 Breu descripció dels altres capítols de la memòria

La memòria es divideix en:

- Capítol 0, 1 i 2: Es detallen les dades bàsiques del TFC, com ara la portada del treball que inclou el títol, el nom de l'estudiant, el consultor i la data. També hi ha un apartat dedicat als agraïments dels projecte, un resum del treball i un índex de continguts i de figures.
- Capítol 3: Aquest capítol tractarà la memòria del projecte i es divideix en els següents subcapítols:
 - Subcapítol 1: És el subcapítol destinat a la introducció del projecte, amb la justificació del projecte, els objectius, l'enfocament i mètode seguit i la planificació del projecte.
 - Subcapítol 2: Tracta la part teòrica del projecte i es detallen quines són les característiques fonamentals d'un SIG, l'evolució dels GIS, quins són els seus components, les funcions principals i els diferents models de representació. Finalment es detallarà quines són les principals aplicacions i els beneficis que s'extreuen de treballar-hi amb ell.
 - Subcapítol 3: La part pràctica es divideix en dos. En aquesta primera part es basa en la utilització que es faci amb el programari GEOMEDIA, el treball amb GeoWorkspaces, sistemes de coordenades, magatzems, finestres de mapa i de dades, el treball amb entitats i finalment l'anàlisi de les dades amb aquest programari.
 - Subcapítol 4: La segona part de la secció pràctica englobarà el desenvolupament de l'aplicació esmentada amb GEOMEDIA.
 - Subcapítol 5: Es redacten les conclusions que es desprenen d'aquest treball.
- Capítols 4 i 5: Aquests dos últims capítols es detallen el glossari i la bibliografia utilitzada per la realització d'aquest treball.

3.2 Capítol 2. Part Teòrica: Característiques fonamentals d'un GIS.

3.2.1 Evolució històrica

Es comença aquest capítol amb un dels primers exemples que van passar a la història com una pre-simulació d'un GIS, analitzant una situació a partir d'unes dades geogràfiques i posteriorment, a partir d'aquestes, prendre la decisió adequada.

El següent mapa il·lustra el mapa de Londres del 1854. En aquesta època, Londres estava patint una epidèmia de còlera la qual es desconeixia el seu focus original. El doctor John Snow, en una situació extrema en la que hi havia més de 500 morts, va tenir una genial idea: va projectar sobre el mapa de la ciutat, per una banda els malalts d'aquesta epidèmia, i per l'altra els pous d'aigua, que era la font principal d'abastament d'aigua dels habitants de la ciutat. El mapa resultant és el que s'observa a continuació:



Figura 1. Mapa de Londres dels casos de malalts de còlera (punts) i els pous d'aigua (creus). (adaptat de E. Tufte, 1983)

Amb aquesta distribució espacial es va adonar que els malalts de còlera es concentraven a l'entorn del pou d'aigua ubicat al carrer "Broad Street", i va prendre la decisió de tancar definitivament aquest pou. Els resultats li van donar la raó: l'epidèmia es va aturar i va corroborar una hipòtesi (temps més tard comprovada) que el còlera es produeix per ingestió d'aigua contaminada.

Un llistat que ens ensenyés les dades dels pous per una banda juntament amb dades dels malalts de còlera per l'altra, no haguéssim pogut relacionar una cosa amb l'altra.

Aquest cas ens pot donar un exemple clar de la utilitat i la importància de l'entorn que estem tractant per l'anàlisi i presa de decisions.

L'evolució dels GIS han passat per diferents fases, tal i com es veu en la següent taula:

Etapa	Duració etapa	Característiques etapa
Primera	Anys 50 fins mitjans 70	Importància iniciatives individuals. Escassetat d'iniciatives a nivell corporatiu.
Segona	Mitjans 70 fins principis 80.	Disminució iniciatives individuals. Augment dels interessos a nivell corporatiu.
Tercera	Inicis dels anys 80 fins principis 90.	És la fase comercial. Creixement espectacular tant de les indústries relacionades amb el GIS, com la comercialització d'aquest tipus de productes.
Quarta	Anys 90 fins actualitat	Fase del usuari. Les empreses dedicades al desenvolupament de GIS, fan els productes en base el que demanda l'usuari final.

A continuació es pot observar l'evolució dels GIS amb més detall en la següent taula:

	1950	1960	1970	1980	1990
Tecnologies	Primeros ordenadores electrónicos	CAD Mesas de Digitalización Cartografía asistida Miniordenadores 16 bits Plotters Uso estructuras raster en SIG	Miniordenadores 32 bits Uso estructuras vectoriales en SIG	Ordenadores personales PC SIG para PC Extensión uso escáners	Integración SIG/GPS/Teledetección Sistemas multimedia Ordenadores proceso paralelo Integración raster-vectorial
Usuarios	Ejército	Universidades americanas y británicas LCG / ECU USGS USCB CGIS	Instituto Geográfico Nacional Ordnance Survey	Universidades españolas Institut Cartogràfic de Catalunya Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria	Ayuntamientos Administraciones autonómicas
Aplicaciones	Militares Atlas of the British Flora	Investigación y educación Planeamiento urbano Gestión y análisis de recursos naturales	Investigación y educación Censos Atlas Nacional de España	Investigación y educación SITC SIGMA	Investigación y educación SIT-200 SIGCA Aplicaciones globales Digital Chart of the World

Figura 2. Etapes de l'evolució dels Sistemes d'Informació Geogràfica

Aspectes característics de l'evolució dels GIS:

- **PRIMER:** El naixement dels GIS ha estat lligat al desenvolupament d'altres sistemes, com per exemple la Cartografia assistida per ordinador.

- **SEGON:** Existència de tres grans grups treballant en la trobada de mètodes i tècniques, per tractar d'una manera eficient la informació geogràfica que disposaven.
 - Institucions i instàncies governamentals: els seus principals objectius eren centrar-se en sistemes de producció cartogràfica.
 - Universitats: els objectius principals d'aquest grup eren l'anàlisi espacial.
 - Grup comercial: es tracta de les empreses que inverteixen en desenvolupament de GIS perquè veuen un camp amb futur.

Llocs on es treballava aquestes tècniques:

- Estats Units: Principal motor de l'evolució dels GIS i on es van fer les aportacions més significatives. Presenta iniciatives capdavanteres en els tres grups anteriorment descrits.
 - Gran Bretanya: Cas similar al de Estats Units, ja que presenta iniciatives a nivell d'administració i universitari.
 - Canadà
- **TERCER:** El ràpid desenvolupament dels ordinadors va ser el tercer factor decisiu per poder tractar la informació geogràfica de manera automàtica, flexible, ràpida i fiable.

Degut sobretot al abaratiment de la tecnologia, els equips informàtics condicionen cada vegada menys als projectes GIS. Actualment, la despesa més important ja no recau en aquests equips, sinó que on es consumeixen més recursos temporals i econòmics es troba en la pròpia informació geogràfica.

Bibliografia

- *Fundamentos de los sistemas de información geográfica. David Comas y Ernest Ruiz (1993)*
- <http://www.ing.unlp.edu.ar/produccion/pp/sigma/hr/sig.htm>
- <http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml>
- <http://recursos.gabrielortiz.com/index.asp?Info=039>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Informaci%C3%B3n_Geogr%C3%A1fica

3.2.2 Conceptes i terminologia bàsica

El terme **SIG**, que significa **Sistema d'Informació Geogràfica** (en anglès **GIS, Geographic Information System**), podríem dir que no té una definició única, ja que degut a la gran quantitat de problemes que resol, se li pot donar multitud d'acceptacions.

Una de les definicions més encertades i acceptades és la redactada pel NCGIA (EEUU) al 1990 (National Centre for Geographic Information and Analysis):

Un GIS és un sistema de hardware, software i procediments elaborats per facilitar l'obtenció,

gestió, manipulació, anàlisi, modelat, representació i sortida de dades espacialment referenciats, per resoldre problemes complexos de gestió i planificació.

Un sistema GIS és important per múltiples motius. A continuació s'enumeren alguns exemples:

- Producció i actualització de la cartografia bàsica.
- Administració de serveis públics, com per exemple la telefonia, clavegueram o energia.
- Cercar el focus de contaminació que fa que la qualitat de l'aigua es deteriori en una zona determinada.
- Trobar perquè una fruita concreta creix millor en un cert tipus de sòl que en d'altres.
- Atenció d'emergències, com per exemple incendis, terratrèmols o accidents de trànsit.




Aquests exemples anteriors no són més que una pinzellada del que es pot fer amb un GIS. En el capítol 2.5 es realitza un anàlisi exhaustiu de les principals aplicacions, i on es pot veure la utilitat d'aquest tipus de sistemes.

A grans trets, direm que un GIS disposa d'una doble naturalesa: per una part una eina gràfica, que representarà qualsevol element gràfic (objectes geogràfics), i per l'altra, uns atributs descriptius o conjunt d'informació associada a aquests elements gràfics, per extreure'n la informació que es necessiti. Aquesta és la principal diferència amb altres sistemes informàtics de gestió de la informació.

Aquest treball conjunt de cartografia per una banda, i d'atributs temàtics per l'altra formen el que s'anomena una base de dades geogràfica.

La construcció d'una base de dades geogràfica implica passar de la complexitat del món real (s'ha de seleccionar la part de la realitat geogràfica a estudiar), a una representació simplificada d'aquesta que els ordinadors actuals sàpiguen entendre. Aquest procés de representació del territori es realitza en les 4 fases que es detallen en la taula següent:

Fase	Nom Fase	Descripció Fase
1	Visió de la realitat	Visió que tenim cadascú de nosaltres (observadors) de la realitat.
2	Modelització conceptual	Es realitza un procés de síntesi de les diferents visions de la realitat, identificant les diferents entitats espacials a representar, les interrelacions entre elles i la posició d'aquestes entitats en la superfície terrestre. La representació d'aquestes entitats geogràfiques es realitza mitjançant els objectes geogràfics següents: <ul style="list-style-type: none"> • <u>Punt</u>: objecte sense dimensió • <u>Línia</u>: objecte unidimensional • <u>Àrea</u>: objecte bidimensional

		<ul style="list-style-type: none"> • <u>Volum</u>: objecte tridimensional 																																		
3	Modelització lògica	<p>És en aquesta fase quan s’inicia el tractament informàtic. Es converteixen les entitats geogràfiques del món real en objectes geogràfics i aquests són emmagatzemats en la base de dades.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Els objectes geogràfics es redueixen a parells de coordenades. • Els atributs temàtics de les entitats geogràfiques es redueixen a codis i identificadors que es relacionen amb els objectes geogràfics corresponents. <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">Objectes geogràfics</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Base de dades: Representació d'objectes geogràfics i atributs temàtics</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> <td style="text-align: center;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>hwy_id</th> <th>b_dist</th> <th>cnty</th> <th>length</th> <th>num_lanes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>·</td> <td>·</td> <td>·</td> <td>·</td> <td>·</td> </tr> <tr> <td>SH0078</td> <td>0.0</td> <td>17</td> <td>3.5</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>SH0078</td> <td>3.5</td> <td>17</td> <td>0.5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>SH0078</td> <td>4.0</td> <td>17</td> <td>1.0</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>·</td> <td>·</td> <td>·</td> <td>·</td> <td>·</td> </tr> </tbody> </table> </td> </tr> </table>	Objectes geogràfics	Base de dades: Representació d'objectes geogràfics i atributs temàtics		<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>hwy_id</th> <th>b_dist</th> <th>cnty</th> <th>length</th> <th>num_lanes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>·</td> <td>·</td> <td>·</td> <td>·</td> <td>·</td> </tr> <tr> <td>SH0078</td> <td>0.0</td> <td>17</td> <td>3.5</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>SH0078</td> <td>3.5</td> <td>17</td> <td>0.5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>SH0078</td> <td>4.0</td> <td>17</td> <td>1.0</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>·</td> <td>·</td> <td>·</td> <td>·</td> <td>·</td> </tr> </tbody> </table>	hwy_id	b_dist	cnty	length	num_lanes	·	·	·	·	·	SH0078	0.0	17	3.5	4	SH0078	3.5	17	0.5	2	SH0078	4.0	17	1.0	4	·	·	·	·	·
Objectes geogràfics	Base de dades: Representació d'objectes geogràfics i atributs temàtics																																			
	<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>hwy_id</th> <th>b_dist</th> <th>cnty</th> <th>length</th> <th>num_lanes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>·</td> <td>·</td> <td>·</td> <td>·</td> <td>·</td> </tr> <tr> <td>SH0078</td> <td>0.0</td> <td>17</td> <td>3.5</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>SH0078</td> <td>3.5</td> <td>17</td> <td>0.5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>SH0078</td> <td>4.0</td> <td>17</td> <td>1.0</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>·</td> <td>·</td> <td>·</td> <td>·</td> <td>·</td> </tr> </tbody> </table>	hwy_id	b_dist	cnty	length	num_lanes	·	·	·	·	·	SH0078	0.0	17	3.5	4	SH0078	3.5	17	0.5	2	SH0078	4.0	17	1.0	4	·	·	·	·	·					
hwy_id	b_dist	cnty	length	num_lanes																																
·	·	·	·	·																																
SH0078	0.0	17	3.5	4																																
SH0078	3.5	17	0.5	2																																
SH0078	4.0	17	1.0	4																																
·	·	·	·	·																																
4	Modelització física	En aquesta última fase es tradueixen les dades en bytes, que s'emmagatzemen en el suport hardware corresponent.																																		

Bibliografia

- *Fundamentos de los sistemas de información geográfica. David Comas y Ernest Ruiz (1993)*
- <http://www.ing.unlp.edu.ar/produccion/pp/sigma/hr/sig.htm>
- <http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml>
- <http://www.unesco.org.uy/geo/campinaspdf/8sig.pdf>
- <http://www.geogra.uah.es/gisweb/1modulosespanyol/IntroduccionSIG/GISModule/GISTheory.doc>
- <http://www.geotecnologias.co.cr/Documentos/GIS.pdf>

3.2.3 Components i funcions dels components d'un GIS

Un GIS és un sistema d'informació que consta de 4 tipus de components: hardware, software, l'equip humà o organització i les dades geogràfiques. Dintre del segon component, es descriuen les principals funcions que realitza un software GIS.

3.2.3.1 Hardware

Aquest primer grup correspon a tot el material instrumental (físic) necessari per poder fer córrer una aplicació GIS. Els classificarem en 4 grups:

3.2.3.1.1 Unitat central

La unitat central o CPU és l'element principal, i és l'encarregat de dirigir l'execució de totes les instruccions que es produeixen en el sistema informàtic. Utilitza elements addicionals, que a través del bus de dades, guarden dades temporalment (memòries RAM), o permanentment (memòria ROM).

3.2.3.1.2 Elements d'emmagatzemat

Aquests elements s'encarreguen d'emmagatzemar grans quantitats de dades. Entre ells destaquem els discs magnètics fixes (discs durs dels ordinadors), les cintes magnètiques (útils per fer còpies de seguretat) i els discs òptics, que actualment és un dels suports més utilitzats.

3.2.3.1.3 Elements d'entrada de dades (IN)

Per poder introduir dades en el sistema, és necessari l'existència d'uns perifèrics d'entrada. Destaquem el monitor, el teclat, el ratolí, la tableta digitalitzadora (ha sigut el medi més utilitzat per l'entrada de dades cartogràfics en un GIS) o el escàner.

3.2.3.1.4 Elements de sortida de dades (OUT)

Tota la informació geogràfica que existeix en el sistema és necessària extreure-la en un moment determinat. Entre ells destaquem el monitor, la impressora (les antigues matricials, les làser o d'injecció de tinta) i el plotter.

En la següent taula es recullen alguns exemples d'aquest primer tipus de components:

				
Escàner (IN)	Equip de treball (IN-OUT)	Tableta digitalitzadora (IN)	Plotter (OUT)	Impressora (OUT)

Figura 3. Elements IN/OUT

3.2.3.2 Software

En aquest segon component hem de diferenciar dos tipus de software. Per una banda, el sistema operatiu, que és el conjunt de programes que fan que un sistema informàtic funcioni, es gestioni i s'utilitzi correctament, i per l'altra, el software GIS que és l'objecte d'estudi. A continuació, per entendre les característiques d'aquest tipus de software, detallarem breument les seves funcions essencials.

3.2.3.2.1 Funcions

3.2.3.2.1.1 Entrada de dades

Com a funcions d'entrada de dades geogràfiques podem destacar tres tipus de mètodes o procediments diferents. Es recullen en la següent taula, juntament amb les seves característiques principals:

Procediment	Característiques
-------------	------------------

Introducció de dades	Digitalització d'entitats cartogràfiques. Actualment s'utilitza la Digitalització manual (a través de la tableta digitalitzadora) per introduir en el sistema les dades dels mapes.
Edició de dades	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eliminació d'entitats: Es pot suprimir parcialment o totalment una entitat. ➤ Modificació d'entitats: Es poden modificar entitats des del punt de vista d'orientació, posició, forma, etc. ➤ Correcció d'inconsistències: També hi ha opcions dels paquets GIS per corregir d'una forma automàtica les línies inacabades o les línies sobreacabades. ➤ Generalització o suavització de línies: la generalització fa que les línies siguin més simples (es redueixen el número de coordenades seleccionades), mentre que la suavització fa les línies més suaus afegint corbes (augmenten el número de coordenades seleccionades).
Representació interactiva	Existeix una llibreria de simbologia per poder assignar a les línies o polígons diferents característiques, com un color determinat, traç continu o discontinu, el doble traç, etc. Dintre d'un territori urbanístic concret, podem assignar el color blau a totes les parcel·les les quals els propietaris no tinguin nacionalitat espanyola.

3.2.3.2.1.2 Emmagatzemat de dades i gestió de la base de dades.

Per emmagatzemar les dades cartogràfiques és necessari un SGBD, sistema gestor de base de dades (en anglès DBMS - Data Base Management System). Aquest permet funcions com la incorporació de dades, actualització, eliminació, realització de còpies de seguretat, recuperació de dades o restringir els accessos a la informació segons el perfil d'usuari.

Un SGBD ha de permetre l'accés simultani a les dades per part dels diferents usuaris, mantenint la integritat de totes les dades del sistema.

Normalment s'agrupen les dades d'un GIS en dos SGBD diferents: en un s'emmagatzemen les dades cartogràfiques, i en l'altre les dades alfanumèriques associades a aquestes.

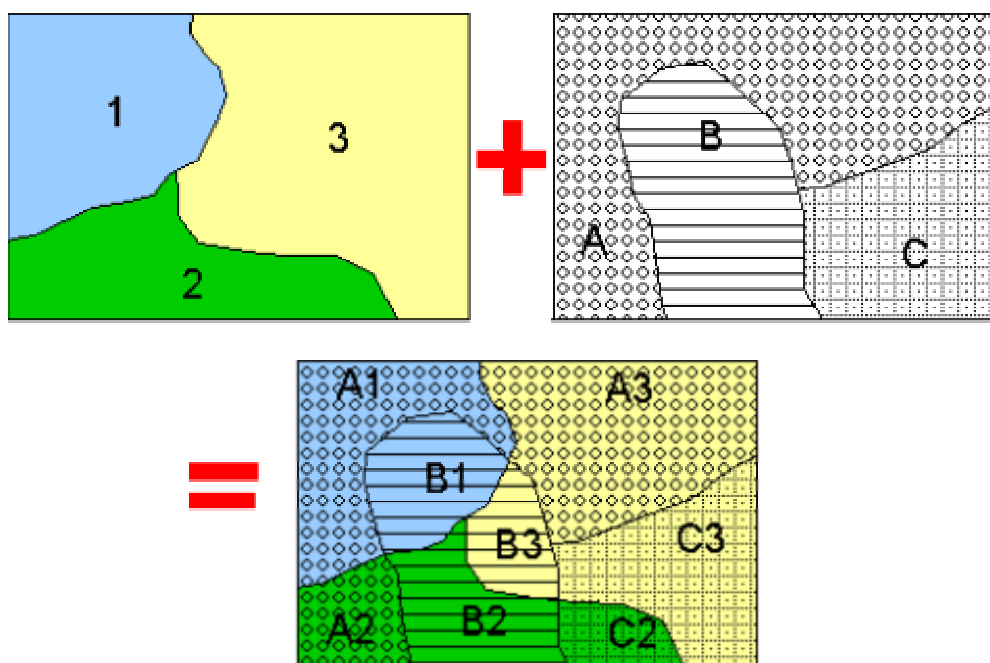
3.2.3.2.1.3 Anàlisi i tractament de dades

Com a funcions d'anàlisi de dades distingim 4 funcions que es recullen en la taula següent:

Funció	Característiques
Recuperació	Combinen dades cartogràfiques amb dades temàtiques. S'utilitza aquesta funció en les consultes a la base de dades d'alguna entitat a partir dels seus atributs. També permet obtenir mesures d'una àrea determinada, canviar el valor dels atributs temàtics de les entitats geogràfiques i fer estadístiques des del punt de vista espacial de les dades geogràfiques.

<p>Superposició</p>	<p>Els GIS organitzen les dades amb diferents capes. La superposició d'aquestes capes es realitza des de dos punts de vista:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Geomètrica-cartogràfica: dóna lloc a unes noves entitats cartogràfiques. ➤ Atributs: Es diferencien dos tipus diferents de superposició dels atributs, la lògica i l'aritmètica. En la primera tots els atributs són conservats (utilitza operadors lògics de l'àlgebra de Boole: AND, OR, NOR i XOR), mentre que en l'aritmètica (utilitza funcions com la suma, la divisió o l'exponenciació) apareix un únic valor numèric com a fusió d'un atribut en cada capa.
<p>Veïnatge</p>	<p>Aquests tipus de funcions disposen de varis procediments per cercar certes característiques que envolten a una àrea concreta.</p> <p>Exemple: es busca una localització determinada: un supermercat. Posteriorment es defineix un cercle de radi 250 metres. Finalment es diu al sistema que confeccioni estadístiques com ara la mitjana d'edat, els articles més consumits, la renda per càpita i el valor màxim i mínim de les vivendes.</p>
<p>Connectivitat</p>	<p>Es tracta de utilitzar d'una sèrie d'operacions que van acumulant valors d'uns atributs concrets. Tracten funcions de contigüitat, proximitat, visibilitat, traçat de rutes o anàlisis de xarxes.</p> <p>Exemple: imaginem que hem d'anar d'un punt A a un punt B. El sistema escull la ruta més ràpida encara que la distància en quilòmetres sigui més gran.</p>

A continuació s'observa un exemple d'una de les funcions més importants de qualsevol software GIS.



Funcionament de la superposició. Un mapa amb tres polígons (àrees), identificats per 1, 2 i 3 es superposen amb un altre mapa amb 3 polígons identificats per A, B, i C. El resultat de la superposició

consisteix en 8 polígons amb identificats amb A1, A2, A3, B1, B2, B3, C2 y C3.

Figura 4. Funcionament de la superposició

3.2.3.2.1.4 Representació gràfica

Una vegada les dades, o en definitiva, la informació geogràfica s'ha analitzat i tractat correctament, es representen gràficament els resultats obtinguts. L'escala gràfica, la llegenda, l'indicador d'orientació, la simbologia d'entitats geogràfiques com ara els colors, el traçat continu, discontinu o doble, són alguns aspectes de com es pot representar la informació geogràfica.

3.2.3.2.2 Components de software

Com a última part d'aquesta classe, s'ha vist necessari fer una pinzellada dels components de software. Existeixen varies empreses que es dediquen a desenvolupar components GIS, seguint les normes OLE/COM (ActiveX) de Microsoft i JavaBeans de Sun Microsystems.

Destacarem el MapObjects de l'empresa ESRI, que és una col·lecció de controls ActiveX per permetre la integració de mapes i funcions sobre informació geogràfica, així com l'anàlisi en altres aplicacions sobre plataformes Windows. MapObjects és programable en varis llenguatges de programació, com ara Visual Basic, Delphi, Power Builder o Visual C++.

3.2.3.3 Equip humà o organització

Un sistema GIS és concebut perquè s'utilitzi en una organització. Addicionalment de disposar d'equips i programes òptims per la realització del treball, és necessari l'existència de personal qualificat i capacitat que permetin la qualitat de les dades, el manteniment, la integració del producte, l'anàlisi, l'avaluació i posterior interpretació de les dades geogràfiques. Per tant, les persones són les que faran funcionar eficaçment tot el sistema d'informació geogràfica.

3.2.3.4 Informació geogràfica

Aquest és el component més important, ja que es refereix a la pròpia informació geogràfica. Les bases de dades que emmagatzemen aquesta informació estan interrelacionades i la seva finalitat principal es representar digitalment el territori del món real. A continuació s'exposen els factors més representatius del funcionament d'aquesta base de dades:

- Essència de les dades geogràfiques: La dada geogràfica "Autopista AP-7" es compon de dos elements. Per una banda, l'element cartogràfic línia, i per l'altra, els seus atributs temàtics, via de comunicació, autopista, velocitat màxima, etc.
- Forma de representació: com el seu nom indica, per representar objectes geogràfics farem ús d'uns sèrie limitada de primitives gràfiques, com ara el punt, la línia o els polígons, que representen qualsevol entitat de la realitat.
- Formats o models de representació: existeixen dos grans models conceptuals de representació de la realitat geogràfica, el model raster i el model vectorial. En un altre capítol, veurem les principals característiques de cadascun, així com les diferències entre ells.

- Tipus i disseny de la base de dades: es refereix a les bases de dades jeràrquiques, a les relacionals orientades a capes o a les orientades a objectes. Cal escollir també si disposarem de dos bases de dades (una pels elements cartogràfics que connecti amb una altra que emmagatzemarà els atributs temàtics), o pel contrari disposarem només d'una.

Bibliografia

- *Fundamentos de los sistemas de información geográfica. David Comas y Ernest Ruiz (1993)*
- <http://www.fao.org/sd/spdirect/gis/chap3.htm>
- <http://recursos.gabrielortiz.com/index.asp?Info=039>
- <http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml>
- <http://www4.uji.es/~gould/Practica8-IG66-2004.doc>
- <http://www.opengis.org>
- <http://www.blumarblegeo.com>
- <http://www.esri.com/devsupport/devconn/mapobjects/index.html>
- <http://www.humboldt.org.co/humboldt/mostrarpagina.php?codpage=70001>
- <http://www.imarpe.gob.pe/argen/adcsig/sig.htm>
- http://www.gaf.de/peru-gis/contenidos/talleres/Taller%20SIG/Documentos/VG_Aplicaciones%20SIG.pdf

3.2.4 Models fonamentals de representació

Per realitzar una representació territorial s'utilitzen un conjunt de models conceptuals. Els 5 models de representació del territori són el Raster, el Vectorial, els Orientats a capes, els Orientats a objectes i els models digitals del terreny.

3.2.4.1 Raster

Aquest primer model tractat utilitza una única primitiva gràfica, molt similar al punt, el píxel.

Per la representació de la realitat, és a dir, dels elements cartogràfics per una banda, i dels seus atributs per l'altra, utilitza files i columnes formant una matriu de punts de forma quadrada o rectangular on cadascuna de les cel·les conté valors numèrics. Per tant, no existeix una separació entre les dades cartogràfiques i els atributs temàtics, ja que cada capa representa un únic tema i cadascuna de les cel·les conté un únic valor numèric.

La posició de cada element és implícita, ja que depèn de l'ordre que ocupa en la matriu.

En aquest model l'espai no és continu, sinó que es divideix en unitats discretes. Aquest fet fa que sigui un model òptim pels càlculs analítics, com per exemple la superposició de capes.

No és un model gaire eficaç en quant a l'emmagatzemat de dades, ja que sempre es guarden totes les cel·les de la matriu (necessita més espai), sense tenir en compte si es tracta de realment d'una entitat o si pel contrari és un espai buit.

El procés de transformar el model raster en un model vectorial s’anomena vectorització.

A continuació s’observa un exemple d’aquest primer model.

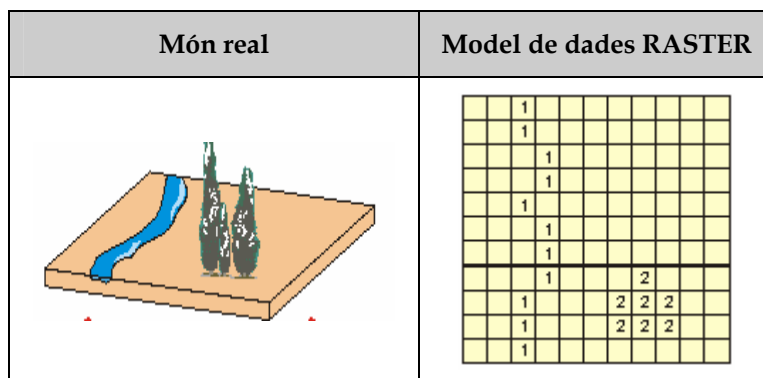


Figura 5. Exemple Model Raster (1)

Aquest model normalment s’utilitzarà quan les entitats geogràfiques que es volen descriure o representar tenen una delimitació difusa, és a dir, que els contorns no són del tot nítids. Es centra en les propietats del espai més que en la precisió de la localització. Alguns exemples d’aquesta utilització és la distribució de temperatures, contaminació atmosfèrica, contaminació acústica, o l’àrea d’influència comercial.

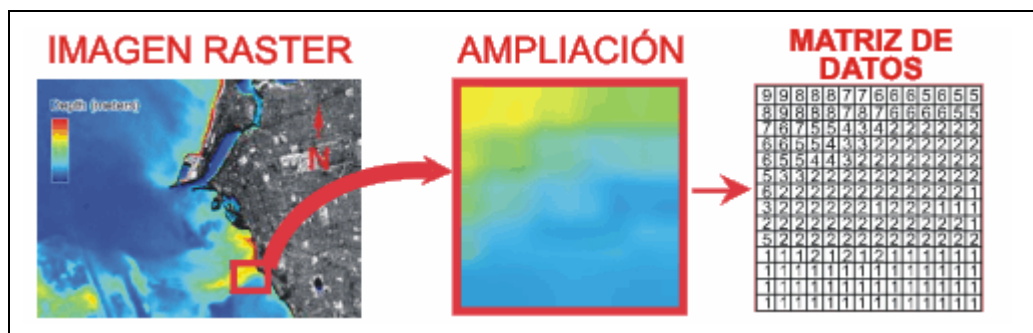


Figura 6. Exemple del model Raster (2)

3.2.4.2 Vectorial

El model vectorial utilitza, per una banda, les tres primitives gràfiques (punt, línia i polígon) per la representació dels elements cartogràfics, que s’emmagatzemen en una base de dades. Per l’altra, els atributs temàtics es representen en una altra base de dades mitjançant taules alfanumèriques. Per relacionar una base de dades topològica, pels elements cartogràfics, amb una base de dades relacional, pels atributs temàtics, s’utilitza un identificador que és únic per cada objecte.

Aquest model és més similar a la percepció humana de l’espai que el model raster. Aquest fet fa que no sigui un model òptim pels càlculs analítics, degut a la dificultat del mateix model.

En quant a l'emmagatzemat de dades, cal dir que és més eficaç que el model anterior, i aquesta s'incrementa quan els elements cartogràfics a representar són geomètricament més simples.

El procés de transformar el model vectorial en un model raster s'anomena rasterització, i és més simple que el procés de vectorització.

Normalment s'utilitzarà quan les entitats geogràfiques que es volen descriure o representar tenen uns límits ben establerts i precisos. Alguns exemples d'aquesta utilització són les carreteres, llacs, finques o parcel·les cadastrals.

A continuació es pot observar un exemple d'aquest model. (S'ha continuat amb el mateix exemple del model anterior per veure la diferència entre ells).

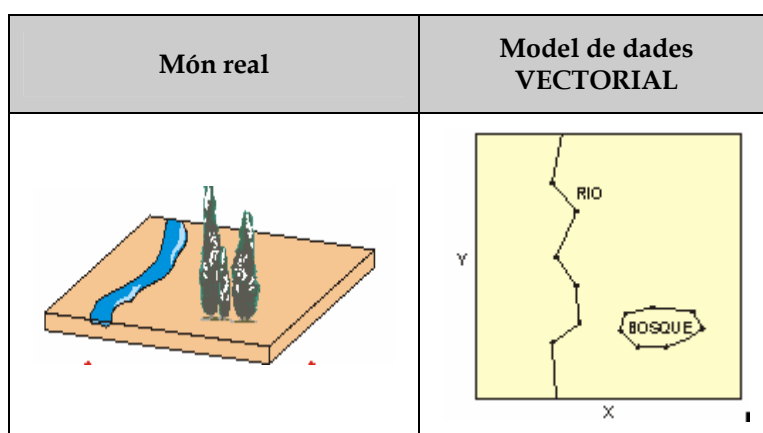


Figura 7. Exemple model vectorial

3.2.4.3 Orientats a capes

El model vectorial o el raster poden ser orientats a capes temàtiques.

L'objectiu primordial és representar el contingut d'un model real, el qual es pot descriure mitjançant un conjunt de variables. Aquestes variables poden ser, per exemple, la contaminació, la temperatura o l'estructura geològica.

Cadascuna d'aquestes variables anteriors poden ser representades per capes independents, i mitjançant funcions analítiques com la superposició, es poden interrelacionar aquestes capes anteriors.

3.2.4.4 Orientats a objectes

Amb aquest model es canvia la conceptualitat seguida amb els models anteriors.

Les persones veiem la realitat com entitats o objectes i és precisament d'aquesta manera tal i com vol organitzar la informació aquest model. Un objecte no només disposa d'una sèrie de propietats que el caracteritzen, sinó que addicionalment té unes operacions o mètodes que actuen sobre ell.

Aquests objectes s'agrupen en classes i es poden relacionar amb altres objectes, donant lloc a una jerarquia de classes on apareix l'herència. Aquesta característica fa que els propis objectes heretin propietats i operacions d'objectes més genèrics.

Aquest model és òptim quan el que s'ha de representar té una forta estructuració i una jerarquia ben definida. Malgrat tot, degut a les dificultats tècniques que encara té aquest model, s'acostumen a utilitzar els models anteriors.

3.2.4.5 Models digitals del terreny

El model digital del terreny (MDT) és una continuació dels models raster i vectorial. Aquests models comentats anteriorment, representen la realitat o les entitats geogràfiques mitjançant una representació de dos dimensions, és a dir, bidimensional.

El MTD s'utilitza quan es necessiten fer representacions tridimensionals on aparegui el volum.

Bibliografia

- *Fundamentos de los sistemas de información geográfica*. David Comas y Ernest Ruiz (1993)
- <http://recursos.gabrielortiz.com/index.asp?Info=039>
- <http://usuarios.lycos.es/geografia2/twodescphotos.html>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Informaci%C3%B3n_Geogr%C3%A1fica
- <http://www.geogra.uah.es/gisweb/1modulosespanyol/IntroduccionSIG/GISModule/GISTheory.doc>

3.2.5 Principals aplicacions d'un GIS

La informació geogràfica és de vital importància ja que qualsevol tipus d'activitat que l'home realitza sobre el seu entorn, està clarament vinculada a aquest tipus d'informació. D'aquí es desprèn que els exemples d'utilització dels GIS són il·limitats, ja que també és il·limitada el tipus i la informació que es pot associar amb llocs concrets de la terra. Per tant, disposar de sistemes per tractar tota aquesta informació d'una manera fàcil i eficaç, per realitzar tasques de gestió, anàlisi i presa de decisions, fan que un GIS sigui una eina ideal i immillorable.

A continuació, es recullen les més freqüents i les principals aplicacions de GIS. Aquestes es classifiquen en quatre grans grups:

3.2.5.1 Aplicacions agrícoles i utilització del sòl. Els recursos naturals

3.2.5.1.1 Agricultura i utilització del sòl.

És clar que la majoria dels humans hem de portar a terme periòdicament allò que és imprescindible per viure: l'obtenció dels aliments. De fet ho tenim fàcil, ja que només hem d'agafar el cotxe o el carro de la compra i anar als supermercats o als grans establiments per aconseguir-los. No ens parem a reflexionar en aspectes com la seva

procedència, la temporalitat de la seva collita, la qualitat del sòl, el tipus de sòl existent, el seu nivell d'erosió, etc.

Del paràgraf anterior se'n desprèn que la utilització del sòl que es dona en un territori concret és de vital importància.

L'aparició dels GIS va fer que fos possible la integració de les dades procedents de molt diverses fonts, imatges dels satèl·lits, dades de tipus meteorològic, dades alfanumèriques, dades geogràfiques etc., per prendre decisions de com planificar l'agricultura i de com utilitzar el sòl. Alguns exemples d'aquestes previsions o anàlisis poden ser:

- Analitzar l'estat en que es trobarà una collita d'un aliment concret en el moment de la seva recol·lecta.
- Analitzar la zona correcta pels cultius de fruita d'una determinada població.

3.2.5.1.2 Gestió dels recursos naturals

Tal i com està nostre planeta, la gestió dels recursos naturals és sense cap mena de dubte el més utilitzat. Aquests es basen en els diferents tipus de recursos naturals que hi ha en la superfície terrestre i de com estan distribuïts.

La localització de zones que siguin propenses en la formació de recursos tant necessaris i escassos avui en dia com el cas del petroli o de l'aigua, és bàsica per la bona marxa de la humanitat. En aquest sentit, alguns exemples d'aquests anàlisis poden ser:

- Anàlisis territorials de la qualitat de les aigües d'un riu que abasteix d'aigua potable a un conjunt de poblacions.
- Estudis sobre l'existència d'una major demanda d'aigua per l'agricultura en una regió concreta.

Dintre d'aquest apartat, també es destaquen l'anàlisi d'altres estudis com poden ser els diferents canvis medi ambientals que han sigut produïts per factors meteorològics, externs o fins i tot per l'home.

- Permetre identificar les zones més afectades per un incendi d'una determinada regió.
- Analitzar els procediments o mètodes de reconstrucció d'una zona devastada per una riuada o inundació.

3.2.5.2 Aplicacions d'administració i de gestió

3.2.5.2.1 Gestió cadastral.

És ben conegut que per ser propietaris d'una vivenda, o qualsevol pertinença que tinguem d'un territori, anualment rebem a casa nostre un rebut de pagament obligatori. Es tracta del impost sobre béns immobles. Per la gestió i tramitació d'aquests impostos, existeix un GIS que és el sistema d'informació cadastral (SIC) de l'estat espanyol.

L'objectiu d'aquest GIS es portar a terme una bona gestió cadastral que serveixi a les administracions de l'estat a explotar tota aquesta informació geogràfica. Per tant, un GIS és l'eina ideal per qualsevol tipus d'anàlisi dintre del context territorial. Veiem alguns exemples:

- Gestió del sòl i conèixer l'ús que se'n dona d'ell.

- Realització de planificacions i gestionar els registres de propietat.
- Cobrament del impost sobre bens immobles.

3.2.5.2.2 Planificació i gestió de serveis públics

El fet de disposar de llum a casa nostra, no és una casualitat. Al darrera hi ha tota una infraestructura de cablejat que ha nascut d'una planificació i gestió anterior, que ha fet que això sigui possible.

Dintre d'aquest apartat es descriuen les aplicacions que fan servir les empreses que presten aquest tipus de serveis, com poden ser les companyies d'aigua, de llum, de gas, de teledifusió, etc.

A partir de les dades geogràfiques juntament amb dades alfanumèriques, aquestes empreses utilitzen els GIS per extreure un anàlisi de les dades i perquè la planificació i posterior coordinació de les seves activitats es realitzi de la forma més àgil i eficaç possible, sobretot en zones urbanes amb molta població. A continuació poden veure alguns exemples de la seva utilització:

- Evitar duplicitat en els treballs d'una zona determinada.
- Dissenyar plans d'expansió a partir d'un increment de demandes.
- Anàlisi de la cobertura d'una torre de televisió.

3.2.5.2.3 Aplicacions urbanes

Alguna vegada ens hem parat a pensar la quantitat d'informació disponible sobre el nostre municipi?

Existeixen molts problemes urbans com la contaminació atmosfèrica, el trànsit, el transport urbà, el clavegueram, els residus tòxics, la gestió de l'aigua, la gestió d'escombriaires, la gestió del sòl, etc.

A partir d'aquí, és evident la complexitat dels sistemes urbans i es fa palpable degut a la gran quantitat de paràmetres d'entrada i de sortida que existeixen. El que es necessita és una aplicació GIS que permeti manejar tota aquesta gran quantitat de dades, que permeti integrar-la i interpretar-la d'una forma global i eficient.

El perfil d'aquestes aplicacions recau bàsicament en els ajuntaments dels municipis, ja que amb aquesta eina permeten gestionar i planificar d'una millor manera els serveis que aquests donen als seus ciutadans.

Com a exemple destacarem el cas de Ramon Sitjà, ex-alcalde de Manlleu, que va apostar pel seu Ajuntament per un sistema d'informació geogràfica anomenat Plataforma ciutat Global desenvolupada per CEIA (Centre d'Estudis i d'Informació Ambiental). El procés lent que suposava pels diferents departaments de l'Ajuntament quan havien d'accedir a algun tipus d'informació va desaparèixer. Ara la realitat, és ben diferent: aquests usuaris únicament s'han de connectar a aquesta plataforma per cercar el que es necessiti d'una manera àgil i ràpida.

Per últim cal remarcar l'avantatge d'aquest tipus de plataforma. Aquesta disposa de dues versions: la versió global que s'utilitza internament a l'Ajuntament i la versió Internet, que qualsevol usuari pot accedir-hi i participar-hi.

"Aquesta eina democratitza una mica més a l'ajuntament perquè és a l'abast de tothom."

3.2.5.2.4 Grans bases cartogràfiques

Es del tot impensable trobar una aplicació GIS sense cap eina gràfica o mapa cartogràfic. No podríem representar gràficament la realitat, jugar-hi, diagnosticar estats o simular diferents escenaris. De fet, aquesta informació és la informació inicial, bàsica i mínima que un usuari necessita per portar a terme un projecte amb un GIS. Aquesta és la part més important d'aquest tipus d'aplicacions ja que fan que les interfícies siguin atractives i intuïtives amb l'usuari.

Existeixen institucions estatals (IGN - Institut Geogràfic Nacional) i autonòmiques (ICC - Institut Cartogràfic de Catalunya) que tenen la responsabilitat de produir o generar aquests mapes o gràfics, és a dir, la informació de base sobre territoris, a partir de la utilització de sistemes d'informació geogràfica.

3.2.5.2.5 Defensa i seguretat

Les aplicacions basades en aquests dos conceptes són, amb quasi tota seguretat, les més desconegudes per cadascun de nosaltres. De fet, quan existeix un conflicte internacional el món gira entorn d'aquest, però una part molt important de les estratègies, localització d'emplaçaments, dades rebudes pels satèl·lits, en definitiva, grans quantitats d'informació geogràfica, són tractades i gestionades per un sistema GIS, amb l'objectiu de tenir una clara avantatge sobre l'oponent. És el cas, per exemple, de la guerra del Golf Pèrsic, on els EE.UU utilitzaven un GIS per preparar els atacs contra l'exercit iraquí.

Seguint amb la mateixa línia, trobem aquelles aplicacions GIS que s'utilitzen perquè la seguretat d'un event (polític, esportiu, situació de crisi, etc.), estigui controlada en tot moment. Aquest és el cas, per exemple, dels Jocs Olímpics de Barcelona de 1992.

3.2.5.3 Aplicacions de caire social, econòmic i de caràcter global

3.2.5.3.1 Estadístiques de població

Segurament ens haurem fet alguna vegada aquestes preguntes:

- Com és que el centre de la nostra ciutat està sempre en obres? Segurament perquè s'ha vist la necessitat de fer un pàrking, comerços, nous equipaments, degut principalment a l'increment demogràfic.
- Perquè han fet aquella escola precisament en aquell barri nou de la nostra ciutat? Segurament perquè barris de nova construcció és equivalent a nens amb edat escolar.

La informació demogràfica, és a dir, la informació estadística de la població, té per la presa de decisions una importància extrema, tal i com es pot observar en les dues preguntes anteriors.

3.2.5.3.2 El GIS en els negocis: Anàlisi de mercat

L'expansió d'una empresa puntera en una localització concreta no és fruit de la casualitat.

Al darrera hi ha un pla estratègic que comporta estudis exhaustius sobre les tendències de consum, la demanda, la competència existent, l'emplaçament d'aquesta, etc. Aquests estudis de mercat es realitzen a través d'aplicacions GIS que tracten aquest tipus d'informació geogràfica, per poder fer previsions i prendre decisions a curt, mitjà o llarg termini.

3.2.5.3.3 Aplicacions medi ambientals i les bases de dades mundials

Existeixen una sèrie d'aplicacions globals que es basen en l'estudi de la degradació i el desequilibri del medi ambient. Un exemple d'aquest tipus d'aplicacions i que l'estat espanyol ha participat és el programa CORINE (Programa de Informació Coordinada sobre el Medi Ambient Europeu), que constitueix una de les bases de dades medi ambientals més importants del món.

Finalment cal fer esment d'altres aplicacions que tracten temes medi ambientals però a nivell de escala mundial, com la UNEP (Programa Medi ambiental de les Nacions Unides), el IGBP (Programa Internacional Geosfera-Biosfera), el ESSP (Programa Científic sobre el Sistema Terrestre de la Nasa) o programes de cartografia digital desenvolupats per ESRI.

Bibliografia

- *Fundamentos de los sistemas de información geográfica. David Comas y Ernest Ruiz (1993)*
- *Revista Sostenible. Xarxa de ciutats i pobles cap a la sostenibilitat. Núm.6 - (Tardor 1999)*
- <http://www.eduteka.org/SIG1.php>
- http://geofocus.rediris.es/docPDF/Articulo4_2003.pdf
- <http://www.geotecnologias.co.cr/Documentos/GIS.pdf>
- <http://www.unesco.org.uy/geo/campinaspdf/8sig.pdf>
- <http://www.coremisgm.gob.mx/banco/aplicaciones.html>
- http://www.gaf.de/peru-gis/contenidos/talleres/Taller%20SIG/Documentos/VG_Aplicaciones%20SIG.pdf
- <http://www.esri-es.com/index.asp?pagina=287>
- <http://recursos.gabrielortiz.com/index.asp>
- <http://www.civileng.com/topogr.htm>

3.3 Capítol 3. Part pràctica: Utilització del GEOMEDIA

En aquest punt comencem la part pràctica del projecte. Utilitzarem el GEOMEDIA PROFESSIONAL 5.2, programari desenvolupat per Intergraph i que és líder mundial en sistemes GIS.

Per aprendre els aspectes fonamentals d'aquest programari, s'ha utilitzat el document [learning_gmpro52.chm], que es troba en el directori [Learning] de la instal·lació del Geomedia Professional. De fet, aquest document és un tutorial d'aprenentatge molt didàctic que consta d'una seqüència d'operacions independents, que no és necessària l'execució d'una forma ordenada. Malgrat tot, per un millor aprofitament és convenient seguir la seqüència establerta tal i com s'ha realitzat.

3.3.1 Fonaments de GeoMedia Professional

3.3.1.1 Treball amb GeoWorkspaces

El que primer s'ha de fer és crear un GeoWorkspace nou. Un GeoWorkspace és l'entorn bàsic per realitzar tot el treball necessari i veure les dades geogràfiques.

Dintre d'aquest entorn es troben les connexions als magatzems de dades, finestres de mapa i dades, finestres de composició, barres d'eines, informació del sistema de coordenades i les consultes que s'hagin creat.

Cada GeoWorkspace (en una mateixa sessió de treball no poden haver dos GeoWorkspaces oberts al mateix temps), està construït sobre una plantilla on normalment s'utilitza una determinada. Aquesta plantilla disposa d'una finestra de mapa i llegenda buits, així com un sistema de coordenades predefinit.

Amb un GeoWorkspaces es poden realitzar accions com ara crear, obrir, tancar, guardar, copiar, enviar per correu electrònic, i pot funcionar també com servidor OLE.

3.3.1.2 Utilització dels magatzems

Un magatzem és la font de dades geogràfica, és a dir, on s'emmagatzema tota la informació per poder treballar.

El Geomedia permet establir varies connexions amb diferents magatzems, on cadascun d'ells emmagatzema un únic tipus de dades i així poder visualitzar les dades de diferents fonts simultàniament en un únic GeoWorkspace. Aquestes connexions poden ser de lectura i escriptura o només de lectura.

Alguns del magatzems que es poden utilitzar són *MGE*, *FRAME*, *ARC/INFO*, *SQL Server*, *Oracle*, *MapInfo* i *CAD* entre d'altres. El magatzem que es fa servir en aquest treball és el *Access de Microsoft*.

3.3.1.3 Entitats i classes d'entitats

Una entitat es representa en el programa com una geometria i es defineix a través d'uns atributs no gràfics que s'emmagatzemen en la base de dades.

Les entitats es classifiquen o s'agrupen en classes d'entitats. Per exemple, podem tenir una classe entitat [poblacions], on Terrassa o Sabadell serien dos entitats d'aquesta classe entitat anterior.

Cada entitat s'identifica amb un identificador únic, que la diferencia de les altres dintre d'una mateixa classe d'entitat.

Classes d'entitat	Entitats / Identificador
Poblacions	<ul style="list-style-type: none"> • Terrassa / 1 • Sabadell / 2 • ... / ...
Províncies	<ul style="list-style-type: none"> • Barcelona / 1 • Tarragona / 2 • ... / ..

3.3.1.4 Sistemes de coordenades i propietats de visualització

Per poder visualitzar tota la informació, el programa proporciona un sistema de coordenades i diferents propietats de visualització.

Cada classe d'entitat pot tenir en el magatzem un sistema de coordenades únic, que es pot transformar al sistema de coordenades que treballi el propi GeoWorkspace al visualitzar-se en la finestra de mapa. El programa permet treballar amb els sistemes de coordenades següents:

- Geogràfic: expressa les coordenades en forma de longitud i latitud.
- Projectat: expressa les coordenades en forma de X i Y en relació a un pla.
- Geocèntric: expressa les coordenades com un punt específic (X,Y,Z) respecte al centre de la terra.

Per visualitzar les dades en la finestra de mapa, s'ha de definir prèviament unes propietats de visualització, com ara l'escala de visualització (factor d'escala per veure les dades del mapa en la finestra i que canvia cada vegada que fem un zoom-in o un zoom-out), o l'escala nominal de mapa (mida que es defineix un entitat concreta).

3.3.1.5 Treball amb llegenda

La llegenda és el centre de control que ens determina en tot moment quins objectes (classes d'entitats, imatges, resultats de consultes, etc.) es volen visualitzar en la finestra de mapa, i l'estil, aspecte i prioritat de visualització que tindran cadascun d'ells.

A continuació hi ha una imatge on es pot observar les parts que consta una llegenda, així com les claus d'estil per cada un dels objectes.

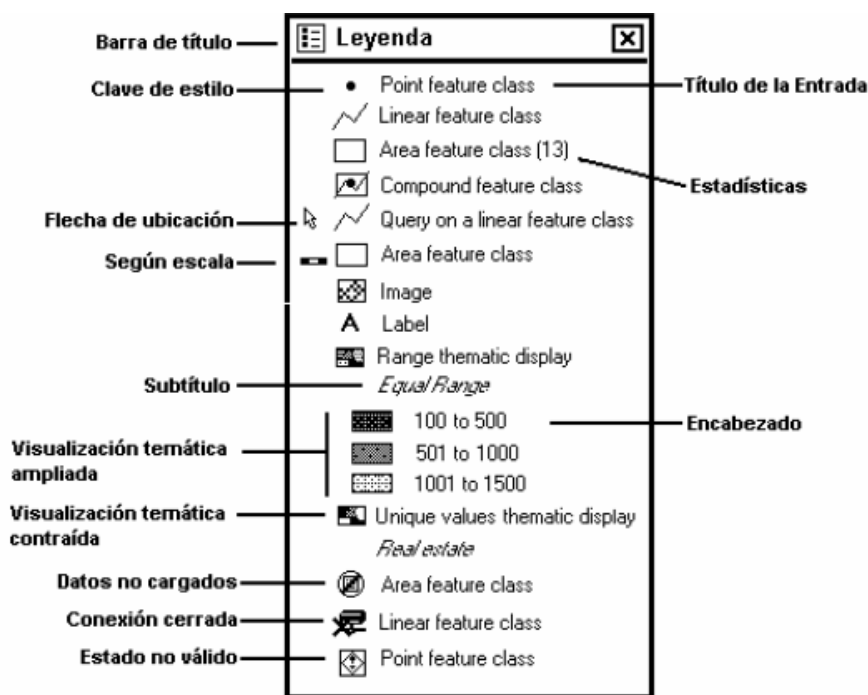


Figura 8. Llegendes

3.3.1.6 Treball amb imatges

En Geomedia Professional es pot treballar amb imatges ràster, com per exemple, un mapa escanejat, fotografies aèries o imatges via satèl·lit, i guardar-les en el magatzem de dades com classes d'entitat d'imatges, de tal manera que es puguin utilitzar com a imatge de fons del GeoWorkspace. Aquestes imatges es poden canviar algunes característiques com el contrast, la brillantor, la transparència, el color de fons o el color de primer pla, entre d'altres.

En el cas que ens ocupa, s'utilitzarà la imatge d'una zona concreta de la població de Terrassa.

Al inserir una imatge ràster en un GeoWorkspace, l'arxiu físic de la imatge conserva la ubicació en el disc dur de l'ordinador. Malgrat tot, la seva via d'accés o els seus vincles i la seva geometria es guarden en les taules de la base de dades, igual que qualsevol altra entitat.

3.3.1.7 Treball amb finestres de mapa i de dades

El treball amb finestres proporciona diferents maneres de visualitzar les dades. Existeixen tres tipus de finestres: les finestres de mapa i finestres de dades es veuran en aquest mateix apartat, mentre que les finestres de composició es veuran en un apartat posterior.

Finestres de mapa

Aquest tipus de finestra es visualitzen els gràfics i els objectes geogràfics o entitats. També es visualitza la llegenda, la fletxa nord i una barra d'escala.

Tal i com s'ha comentat anteriorment, la llegenda és l'element que permet controlar en tot moment quines entitats es visualitzen en la finestra de mapa, juntament amb el seu propi aspecte.

Finestres de dades

En aquest segon tipus de finestra es visualitzen les dades (objectes no gràfics o atributs) dels objectes geogràfics, en forma de files (cada un dels registres de les diferents entitats), i de columnes (cada un dels atributs que té cada entitat).

En un GeoWorkspace es poden tenir varies finestres de mapa i de dades, de tal manera que si es té una entitat en totes elles i es selecciona, es veu ressaltada en cada una de les finestres.

3.3.2 Anàlisi de dades

3.3.2.1 Atributs funcionals

Mitjançant els atributs funcionals es poden crear una gran varietat de resultats en forma d'atributs nous que contenen informació calculada, a partir de la informació existent en els atributs originals de les entitats.

Podem encadenar diversos atributs funcionals, de tal manera que el resultat de la informació calculada d'un atribut, serveixi com a entrada per realitzar el càlcul d'un altra atribut funcional.

Per utilitzar aquesta comanda, és necessari tenir una finestra de mapa o de dades activa i almenys una connexió oberta amb un magatzem.

En el següent quadre es recullen les diferents parts que consta un atribut funcional:

Funcions	Format	Precisió	Operant	Operadors
Existeixen una sèrie de funcions per executar operacions especials amb les dades:	Format de la sortida dels atributs funcionals	Precisió de visualització dels atributs funcionals de sortida	Són els que formen part de l'expressió per calcular resultats	Els operadors manipulen els operants en les expressions.
Data i hora Geometria Funcions lògiques Matemàtiques i trigonometria	Boolean Byte Integer Long integer Single	4 pel Single 6 pel Double 2 pel Currency	Identificadors Constants Funcions	Aritmètics Comparació Funcions lògiques Cadena

Estadístiques	Double			
Text	Currency			
Varis	Date			
	Text			
	Memo			

3.3.2.2 Creació de consultes

Una consulta és una petició d'informació directa al magatzem o base de dades, de tal manera que es demana visualitzar entitats utilitzant una sèrie de restriccions específiques. Tanmateix, permet combinar automàticament entitats d'una classe d'entitat o consulta concreta, agrupant els atributs d'aquestes en una única entitat de sortida.

Exemple:

Seleccionar el nom de les poblacions de Catalunya que tenen major nombre de precipitacions anuals per determinar el lloc ideal per fer una nova presa.

El llenguatge estandarditzat de les consultes és el SQL (Structured Query Language), però no és necessari conèixer aquest llenguatge per fer consultes amb el Geomedia, ja que disposa d'un quadre de diàleg per la creació d'aquestes.

Per utilitzar aquesta comanda, és necessari tenir una finestra de mapa o de dades activa i almenys una connexió oberta amb un magatzem.

El resultat de les consultes també es poden canviar l'aspecte o estil que es visualitza en la finestra de mapa.

Filtre espacial

Es poden crear un tipus particular de consultes: els filtres espacials. Aquests filtres s'utilitzen quan només interessa analitzar les entitats situades dintre d'una àrea geogràfica determinada.

Una vegada definit, es poden realitzar noves consultes per obtenir els resultats a partir de les entitats que interressi, i aquestes s'aplicaran dintre d'aquest filtre espacial.

3.3.2.3 Utilització de zones d'influència

Una zona d'influència és una regió definida per l'usuari al voltant o a l'interior d'una o més entitats, per posteriorment realitzar un anàlisi espacial.

També es poden definir les diferents zones d'influència que es toquen com combinades o no combinades.

A continuació es pot observar una imatge amb zones d'influència combinades:



Figura 9. Zones d'influència de 90 milles al voltant de les ciutats principals

Una vegada definida, es poden encadenar noves consultes per obtenir els resultats a partir de les entitats que interessen, i aquestes es poden aplicar dintre d'aquestes zones d'influència que es veuen en la imatge anterior.

També es poden crear relacions entre dos classes d'entitats diferents, amb l'objectiu de crear una única consulta resultant amb atributs compartits.

3.3.2.4 Anàlisi espacial

Ja s'ha comentat anteriorment que el Geomedia permet visualitzar varis conjunts de dades de diferents magatzems, que es troben en formats diferents en un únic GeoWorkspace. Amb això es poden realitzar anàlisis espacials de dades provinents de diferents orígens amb format diferents mitjançant zones d'influència o consultes espacials.

Diferència espacial:

Amb aquesta comanda es realitza una operació de diferència amb dos conjunts d'àrees per produir geometries resultants.

Intersecció espacial:

Aquesta comanda és la funció oposada a l'anterior: es realitza una operació d'intersecció amb dos grups de polígons o altres geometries per produir geometries resultants.

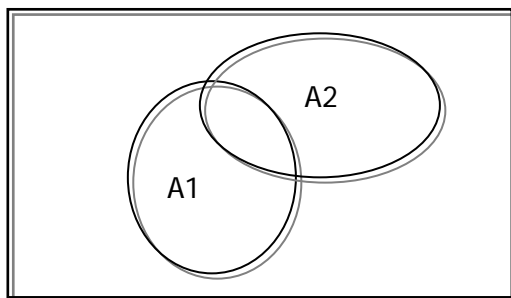


Figura 10. Diferència i intersecció espacial

En aquesta figura, si s'aplica una diferència espacial en la consulta resultant apareixerà la zona de A1 i A2 exceptuant la que és comuna a ambdues regions, és a dir, les que no es superposen. Si s'aplica una intersecció espacial, la consulta resultant serà justament la regió intersecció de les dues regions.

3.3.2.5 Agregació de resultats

Aquest tipus de comanda es poden copiar valors d'atribut d'una classe d'entitat (consulta d'entrada o de resum) a una altra classe d'entitat (consulta de detall o de detall). Els atributs de la classe d'entitat de detall s'agreguen en la classe entitat resum.

Agregació d'atributs

En aquest tipus d'agregació s'utilitza valors dels atributs que coincideixen per determinar com la informació de la classe d'entitat de detall s'agrega a la classe d'entitat de resum.

Agregació espacial

En aquest tipus d'agregació les classes d'entitat de resum i de detall no tenen atributs que coincideixen.

Exemple:

Es vol sumar la població de tots els comptats que es troben sobre o en l'interior d'una zona d'influència.

3.3.2.6 Col·locació d'etiquetes

Les etiquetes que es poden afegir amb el programa es poden compondre de la combinació de text introduït per l'usuari, i dels valors dels atributs de qualsevol entitat obtinguts de la base de dades.

Existeixen dues formes de col·locar etiquetes, les etiquetes com a consultes o com a classes d'entitat. Independentment del criteri que s'utilitzi, es pot definir el seu contingut, composició i estil en la finestra de mapa.

Etiquetes com a consultes:

En aquesta primera classificació, les etiquetes es vinculen amb els atributs, de tal manera que tot canvi realitzat en l'atribut original es reflexa en l'entitat de l'etiqueta corresponent. En aquest cas els atributs són dinàmics.

Per aconseguir una major claredat en les dades, es poden afegir línies directrius o terminadors per aquestes etiquetes si s'utilitza aquesta primera classificació.

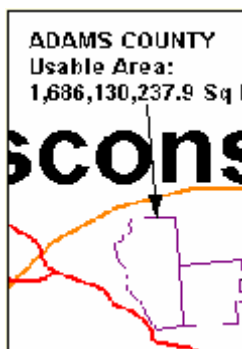


Figura 11. Línies directrius per etiquetes

Etiquetes com classe d'entitat:

En les etiquetes com classe d'entitat, les etiquetes no es vinculen de cap manera amb els atributs, de tal manera que tot canvi realitzat en l'atribut original no es reflexa en l'entitat de l'etiqueta corresponent. En aquest cas els atributs són estàtics.

Un altra tipus d'etiquetes que es poden afegir a la finestra de mapa amb el Geomedia Professional són la fletxa de nord (imatge que indica la direcció del pol nord geogràfic en el mapa), i una barra d'escala (imatge que representa la relació entre les unitats del terreny i les unitats del mapa que es visualitza).

En aquest cas, també es pot canviar l'estil de visualització d'ambdós etiquetes.

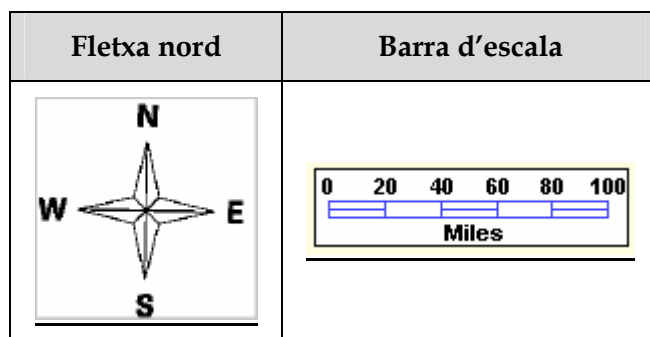


Figura 12. Fletxa nord i barra d'escala

3.3.3 Fonaments del traçat: finestres de composició

En l'apartat 2.1.7 es comentava que hi havia tres tipus de finestres. La finestra de composició és la finestra que es tracta en aquest apartat.

La finestra de composició es fa servir quan es necessita realitzar una impressió dels resultats obtinguts.

Es poden utilitzar una sèrie de contenidors intel·ligents anomenats marcs de composició on s'emmagatzemen els gràfics de mapa, és a dir, el mapa i les corresponents notes marginals, com ara la llegenda, la fletxa nord o la barra d'escala. Altrament, també existeixen comandes per col·locar els gràfics de mapa sense la necessitat de tenir els marcs de composició.

Existeix la possibilitat de treballar amb plantilles de composició existents (extensió .glt). Aquestes plantilles ja tenen definits els paràmetres de configuració de la pàgina, amb una sèrie de marcs de composició per inserir els gràfics de mapa.

A continuació s'observa una taula, on en la columna de l'esquerra (1) es visualitza una plantilla de composició parametritzada amb 4 marcs de composició, per un mapa, una llegenda, una fletxa nord i una barra d'escala.

En la columna de la dreta (2) es pot observar el resultat final una vegada s'han inserat una imatge, el mapa i les notes marginals en els marcs de composició pertinents. També es poden realitzar varies operacions gràfiques, com afegir un segon mapa (aquest sense disposar d'un marc de composició), afegir un rectangle o altres formes geomètriques per contornejar-lo, col·locar una segona barra d'escala o etiquetes de text com el títol, inserir logotips, símbols, col·locar la quadrícula de referència, afegir o eliminar línies entre d'altres. També es pot modificar l'estil o aspecte d'aquests elements per donar l'aspecte desitjat en la impressió final.

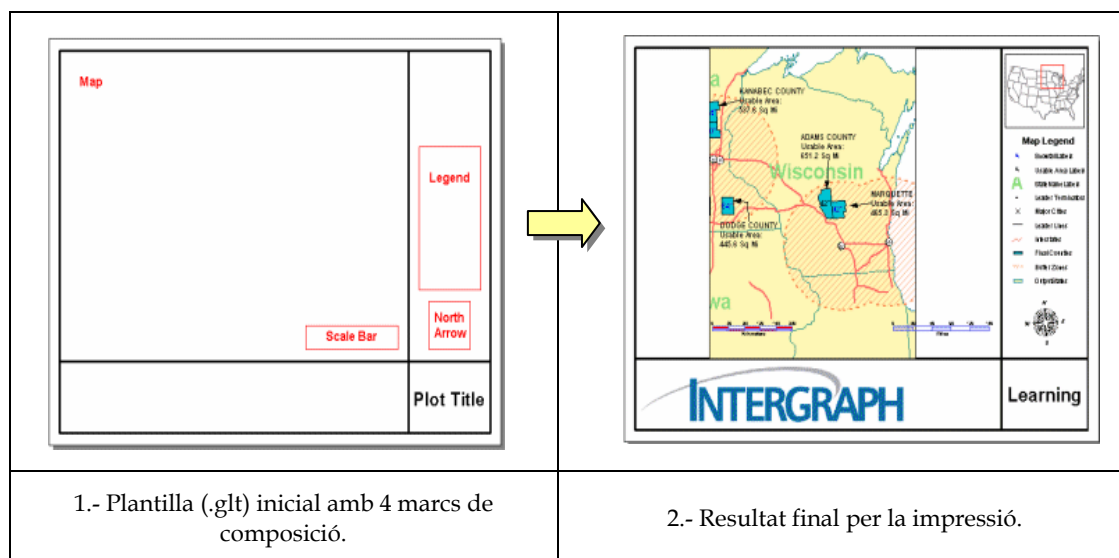


Figura 13. Exemple d'una composició

3.4 Capítol 4. Part pràctica: Desenvolupament d'una aplicació amb GEOMEDIA

En aquesta segona part pràctica consistirà en el desenvolupament d'una aplicació que incorpori de forma automàtica, els noms dels carrers a una illa d'habitatges d'una determinada població. Es tractarà d'una illa d'habitatges de la ciutat de Terrassa, població de la comarca del Vallès Occidental.

Es començarà incorporant una imatge interactiva d'una zona de la població de Terrassa. A continuació es digitalitzarà afegint unes quantes parcel·les i uns quants eixos de carrers, on s'informarà del nom de carrer o parcel·la a cada element gràfic corresponent. Finalment, mitjançant una aplicació desenvolupada amb Visual Basic, es crearà un procés automàtic que afegeixi a cada illa d'habitatges el nom o noms dels carrers que la limiten.

3.4.1 Captura de dades

3.4.1.1 Inici de captura de dades

En aquest primer apartat es realitza la incorporació de les illes d'habitatges d'una zona de la població de Terrassa.

Crear nou GeoWorkspace

El primer pas és crear un nou GeoWorkspace. S'ha utilitzat la plantilla de GeoWorkspace [normal.gwt] com a base per realitzar el desenvolupament de l'aplicació amb el Geomedia.

Crear nou magatzem

Una vegada definit l'entorn bàsic [TFC.gwt], és necessari disposar d'un magatzem on s'emmagatzemi tota la informació geogràfica. Per crear un nou magatzem també s'ha emprat una plantilla [normal.mdt].

Crear noves classes entitats

Posteriorment a la creació del magatzem [TFC_bd.mdb], s'ha de definir les classes d'entitats necessàries per posteriorment realitzar la digitalització d'aquestes. Es creen les dues classes d'entitats següents, juntament amb el corresponent tipus de geometria:

Nom classe entitat	Tipus geometria	Descripció
[Calles]	Línia	Simbolitza cadascun dels carrers de l'illa d'habitatges.
[Parcelas]	Àrea	Simbolitza cadascuna de les parcel·les, i se li haurà d'actualitzar automàticament un atribut amb els noms dels carrers que les limiten.

Insertar una imatge ràster

Es selecciona una imatge amb format [bmp] i s’inserta en la finestra de mapa del Geomedia Professional.

Aquesta imatge ha de tenir un nom, una base de dades on s’emmagatzemi i és una nova classe d’entitat on el tipus de geometria és Imatge. A continuació és visualitza les propietats de la imatge:

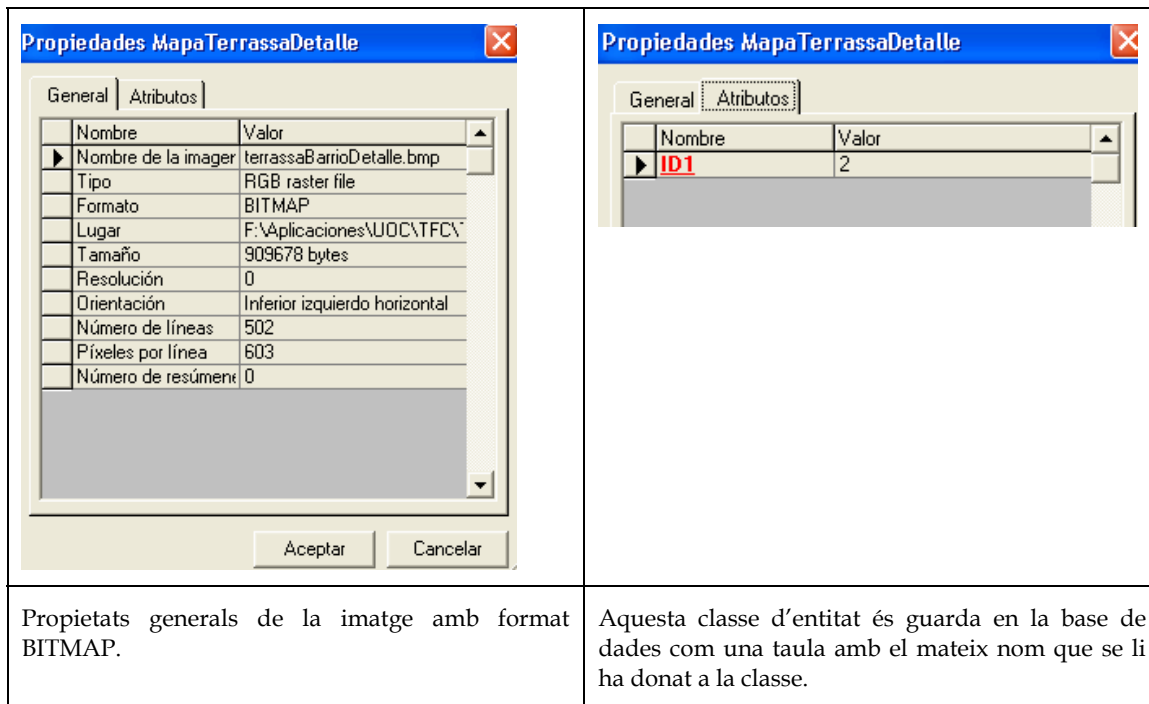


Figura 14. Propietats d’una imatge Raster

Registrar la imatge ràster

Una vegada s’ha insertat la imatge en la finestra de mapa es pot registrar creant un nou registre o un registre existent. Al crear un nou registre d’imatge es transforma els punts ràster en punts de control de mapa, és a dir, es registra la imatge en les seves coordenades reals, com es veu a continuació:

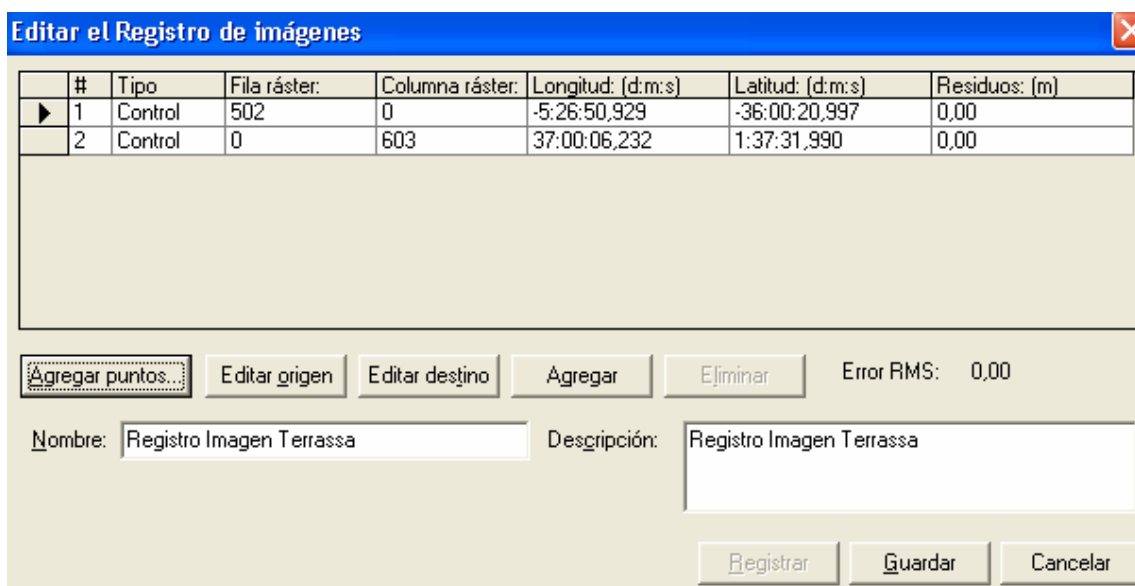


Figura 15. Registre d’una imatge Raster

3.4.1.2 Digitalització

A continuació es selecciona una zona i s’afegeixen els eixos de carrer com elements gràfics.

Per això s’utilitzarà la imatge ràster com a base per traçar tant els carrers (línies geomètriques), com les parcel·les (àrees geomètriques), amb l’objectiu de digitalitzar-los i convertir-los amb dades vectorials.

Per realitzar aquesta tasca, es poden utilitzar els 6 tipus de caçats vectorials i els sis tipus de caçats ràster que facilita el programa. La barra d’eines per realitzar aquesta tasca són les següents:

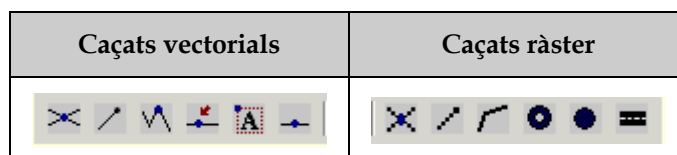


Figura 16. Caçats vectorials i Raster

En el cas d’aquest treball, s’ha utilitzat els tipus de caçats vectorials per ajudar a col·locar la geometria de la millor manera possible, tant dels carrers com de les parcel·les.

Una vegada s’ha realitzat la digitalització, s’utilitza la finestra de composició per mostrar el resultat final d’aquesta. S’agafa la plantilla [LearningTemplate.glt] ubicada en el directori [Learning] de la instal·lació del Geomedia Professional, i s’inserten la imatge ràster amb els carrers i parcel·les digitalitzades i les notes marginals, com ara la llegenda i la fletxa nord. També s’afegeix un mapa de la ciutat de Terrassa, etiquetes de text i un rectangle on indica la zona concreta de la ciutat de la illa d’habitatges que s’ha escollit per realitzar l’estudi.

A continuació és pot visualitzar una imatge d’aquesta finestra de composició:

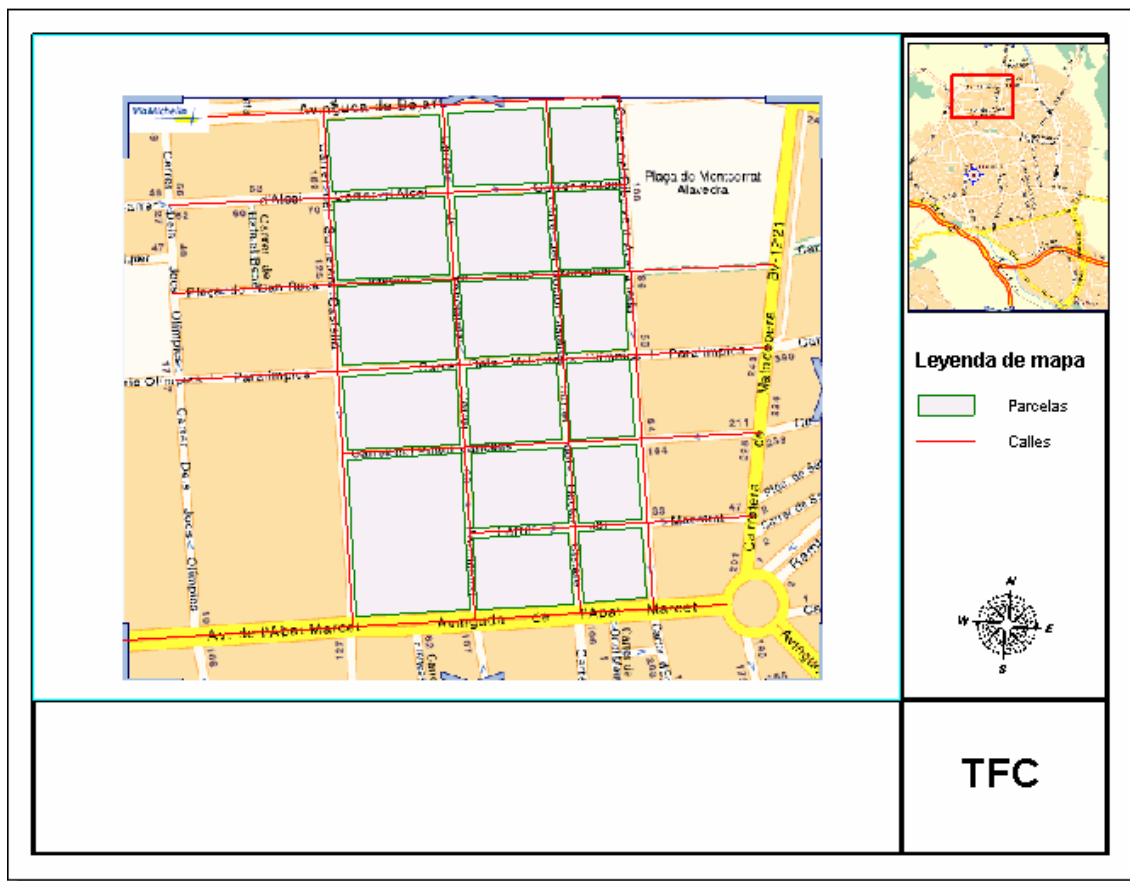
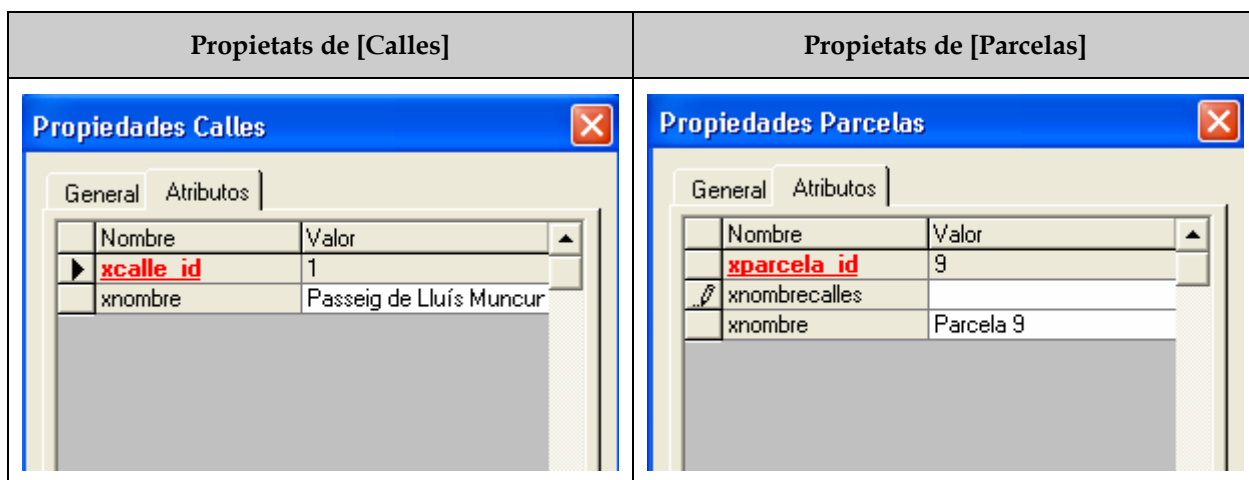


Figura 17. Finestra de composició per l'aplicació

3.4.1.3 Edició de les dades

En aquest apartat es realitza l'edició de les dades digitalitzades i que s'han convertit en dades vectorials, informant tots els noms dels carrers i parcel·les en la base de dades.

En la taula següent, es pot visualitzar un exemple de les propietats d'una classe d'entitat [Calles], concretament l'entitat definida amb l'identificador de carrer 1, i de la classe d'entitat [Parcelas], concretament l'entitat definida amb l'identificador de parcel·la 9.



Finestra 18. Propietats de les entitats [Calles] i [Parcelas]

També es poden observar els atributs definits en cada classe d'entitat. Cal notar que en la classe d'entitat [Parcelas] existeix l'atribut [xnombrecalles] que està totalment buit. Aquest camp, serà el que s'actualitzi de forma automàtica amb l'aplicació desenvolupada i que es detalla posteriorment.

3.4.1.4 Creació de zones d'influència

Una vegada completats els atributs de totes les entitats definides anteriorment, s'han de crear zones d'influència al voltant de totes parcel·les definides.

El motiu és que aquestes zones s'utilitzen en l'aplicació desenvolupada per crear la intersecció espacial entre aquestes, i els eixos que simbolitzen cadascun dels carrers definits. Amb això, s'aconsegueix actualitzar l'atribut [xnombrecalles] de cada entitat [Parcela] amb els carrers que la limiten.

Per poder realitzar aquesta intersecció espacial, és necessari crear aquesta zona d'influència com una entitat. Per tant, es crea una nova classe d'entitat [ZonaInfluenciaParcela] a partir de la zona d'influència anterior.

A continuació es visualitza una pantalla on estan definides totes les classes d'entitat existents:

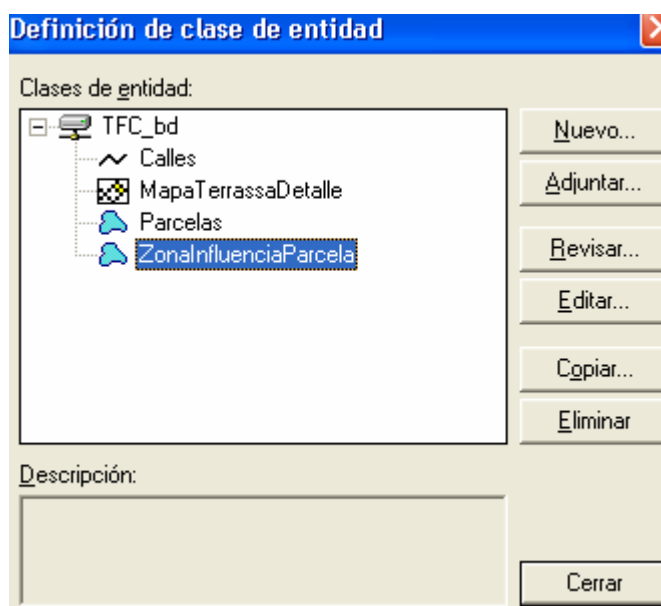


Figura 19. Definició de classes d'entitat

3.4.2 Actualització automàtica d'atributs:

3.4.2.1 Implementació procés automàtic

Finalment s'implementa un procés automàtic que afegeixi els noms dels carrers com atributs a cada illa o parcel·la d'habitatges.

El procés està implementat en Visual Basic.

Pantalla inicial

A continuació es visualitza la pantalla inicial o de benvinguda del programa amb el codi associat a aquesta.



Figura 20. Pantalla inicial de l'aplicació

Codi

```
Option Explicit
```

```
Private Sub cmdNext_Click()  
Aplicacio.Show  
End Sub
```

```
Private Sub cmdSortir_Click()  
Unload Me  
End Sub
```

```
Private Sub Form_KeyPress(KeyAscii As Integer)  
Unload Me  
End Sub
```

```
|
```

Pantalla aplicació

Si en la pantalla anterior, es polsa el botó >> es visualitza la pantalla d'aplicació següent, que actualitza l'atribut [xnombrecalles] de cada parcel·la amb els noms dels carrers que la limiten.

Cal informar el path on es troba l'aplicació Geomedia sobre la qual es volen actualitzar automàticament els atributs. Seguidament s'ha de polsar el botó "Calcular" per executar el procés. Al prémer aquest botó, s'observa que existeix una àrea de la

pantalla on s'omple amb la informació del GeoWorkspace seleccionat (prova de que la connexió ha estat establerta correctament), i una altra àrea on s'observa cada parcel·la amb tots els carrers que la limiten.

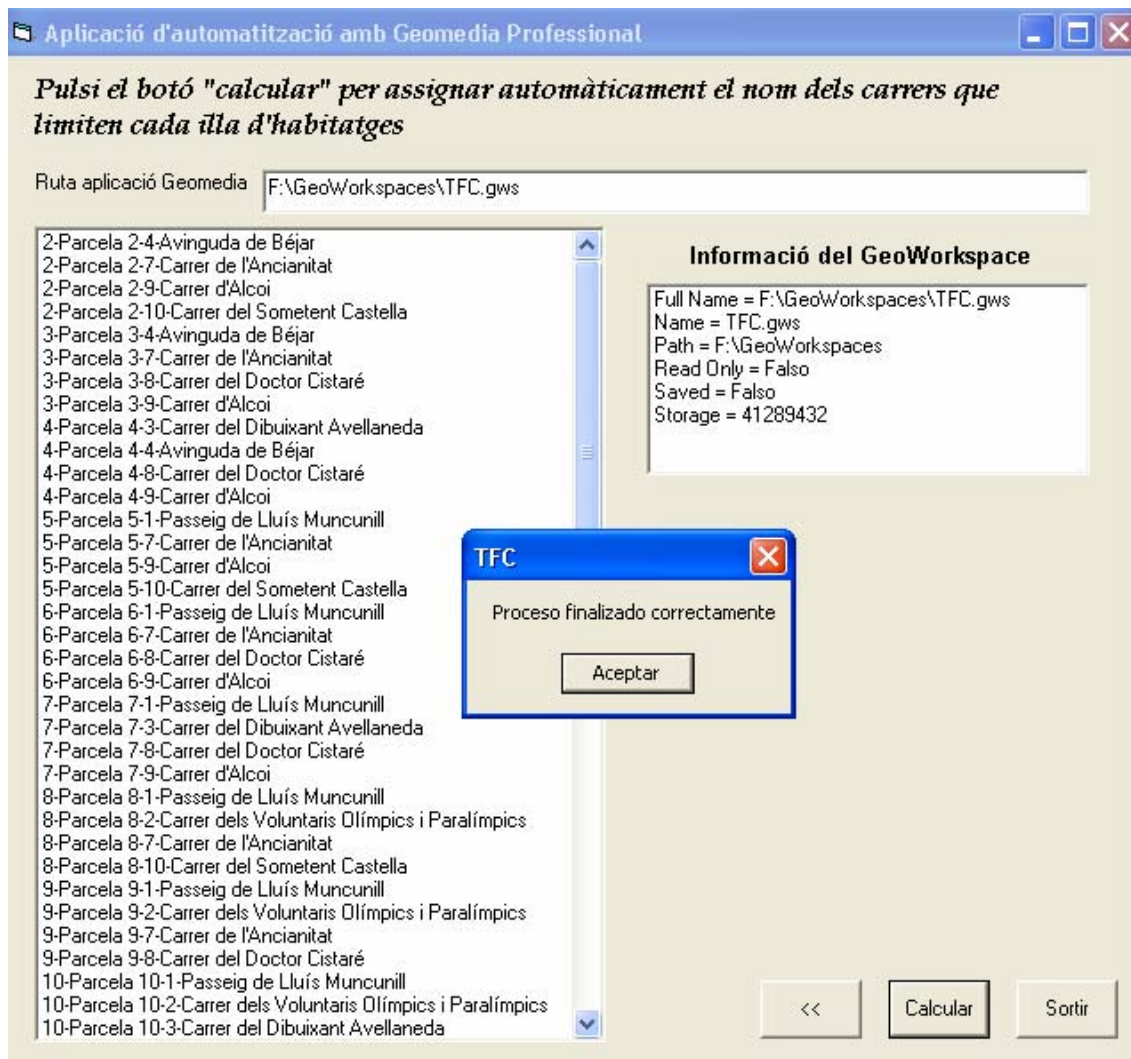


Figura 21. Pantalla de l'aplicació en execució.

El botó << torna a la pantalla de benvinguda anterior, i el botó "Sortir", aborta l'execució del programa.

A continuació s'observa el codi associat a la pantalla anterior (s'ha vist necessari posar comentaris per un millor seguiment del codi).

Codi

```
Dim objApp As Object
'!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
Private Sub cmdCalcular_Click()

    'Declaració de variables
    Dim DB As Object
    Dim Pipe As OriginatingPipe
    Dim RS1 As GRecordset, RS2 As GRecordset, RSOut As GRecordset
    Dim Qry As Query
    Dim SpatQry As SpatialIntersectionPipe

    'Es crea un objecte aplicació Geomedia Professional
    Set objApp = CreateObject("Geomedia.Application")
    objApp.Visible = True
    If objApp.Windows.Count > 0 Then
        objApp.Document.Close False
    End If

    'El mètode open obre el GeoWorkSpace indicat.
    objApp.Open Text1.Text, True

    'En el ListBox es crea informació del GeoWorkpace
    List1.AddItem "Full Name = " & objApp.Document.FullName
    List1.AddItem "Name = " & objApp.Document.Name
    List1.AddItem "Path = " & objApp.Document.Path
    List1.AddItem "Read Only = " & objApp.Document.ReadOnly
    List1.AddItem "Saved = " & objApp.Document.Saved
    List1.AddItem "Storage = " & objApp.Document.Storage

    Set DB = objApp.CreateService("Access.GDatabase") ' Es crea un GDataBase
    Set DB = objApp.Document.Connections(1).Database ' Es crea la connexió.

    'Es crea un primer RecordSet amb les característiques de l'entitat [ZonaInfluenciaPa
    objApp.Document.Connections(1).CreateOriginatingPipe Pipe]
    With Pipe
        .GeometryFieldName = "BufferGeometry"
        .Table = "ZonaInfluenciaParcela"
    End With
```

```
Set RS2 = Pipe.OutputRecordset

Set Pipe = Nothing
'Es crea un segon RecordSet amb les caracteristiques de l'entitat [Calles]
objApp.Document.Connections(1).CreateOriginatingPipe Pipe
With Pipe
    .GeometryFieldName = "Geometry"
    .Table = "Calles"
End With
Set RS1 = Pipe.OutputRecordset
Set Pipe = Nothing

'Es crea una consulta espacial.
'Cal notar que:
'Entrada: [Calles] --> és el primer recordset(RS1)
'         [ZonaInfluenciaParcela]--> és el segon recordset (RS2).
'Sortida: Les interseccions entre els dos recordsets anteriors.

Set SpatQry = objApp.CreateService("GeoMedia.SpatialIntersectionPipe")
With SpatQry
    .LeftGeometryFieldName = "BufferGeometry"
    Set .LeftRecordset = RS2
    .RightGeometryFieldName = "Geometry"
    Set .RightRecordset = RS1
    .SpatialOperator = gmsqTouches
    .OutputGeometryFieldName = "Area"
    .OutputStatusFieldName = "xnombre_output"
End With

Set RSOut = SpatQry.OutputRecordset

Set RS1 = Nothing
Set RS2 = Nothing

Dim Matriz()
Dim parcela As Integer

'Es crea un bucle per enmagatzemar en una matriu, per cada parcel.la,
```

```

''els carrers que limiten a cadascuna separats per "-"
''Pintem el resultat en un ListBox.
Do While Not RSOut.EOF
    parcela = RSOut.GFields("xparcela_id")
    I = I + 1
    DBInfo.AddItem CStr(RSOut.GFields("xparcela_id")) + "-" + RSOut.GFields("xnombre")
    + "-" + CStr(RSOut.GFields("xcalle_id")) + "-" + CStr(RSOut.GFields("xnombrel"))
    ReDim Preserve Matriz(parcela)
    Matriz(parcela) = Matriz(parcela) + "-" + RSOut.GFields("xnombrel")
    RSOut.MoveNext

Loop
Set RSOut = Nothing

''Es crea un recordset de [Parcelas]. Per cada Parcela es fa un UPDATE del camp [xnombre]
''utilitzant la matriu creada anteriorment.
Dim RS_PARCELA As GRecordset
Set RS_PARCELA = DB.OpenRecordset("Select * from Parcelas")
If RS_PARCELA.Updatable Then
    If Not (RS_PARCELA.EOF And RS_PARCELA.BOF) Then
        Do While Not RS_PARCELA.EOF
            I = RS_PARCELA.GFields("xparcela_id")
            RS_PARCELA.Edit
            RS_PARCELA.GFields("xnombrecalles") = Matriz(I)
            RS_PARCELA.Update
            RS_PARCELA.MoveNext
        Loop
    End If
End If

Set RS_PARCELA = Nothing
Set SpatQry = Nothing
MsgBox "Proceso finalizado correctamente"

End Sub

```

```

Private Sub cmdSortir_Click()
Unload Me
End Sub

```

```

Private Sub cmdTornar_Click()
Inici.Show
End Sub

```

```

''Es carrega la ruta de l'aplicació Geomedia que es vol actualitzar
Private Sub Form_Load()
Text1.Text = "F:\GeoWorkspaces\TFC.gws"
End Sub

```

```

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
''Es tanca el document GeoWorkSpace
objApp.Document.Close 'bSaveChanges:=True
Set objApp = Nothing
End Sub

```

Proves d'execució

A continuació s'observa la demostració que el programa ha funcionat correctament. En la primera imatge s'observen les dades de la taula [Parcelas], on l'atribut [xnombrecalles] no està actualitzat ja que no s'ha executat el programa.

Parcelas : Taula				
xparcela_id	xnombrecalles	Ge	Gec	xnombre
2		jos	1!	Parcela 2
3		jos	1!	Parcela 3
4		jos	1!	Parcela 4
5		jos	1Q)	Parcela 5
6		jos	1Q)	Parcela 6
7		jos	1Q)	Parcela 7
8		jos	1Q)	Parcela 8
9		jos	1Q)	Parcela 9
10		jos	1Q)	Parcela 10
11		jos	1Q)	Parcela 11
12		jos	1Q)	Parcela 12
13		jos	1Q)	Parcela 13
14		jos	1Q)	Parcela 14
15		jos	1Q)	Parcela 15
16		jos	1Q)	Parcela 16
17		jos	1Q)	Parcela 17
18		jos	1Q)	Parcela 18

Figura 22. Taula de [Parcelas] no actualitzada.

Una vegada s'ha executat el procés, en aquesta segona imatge es comprova que l'atribut [xnombrecalles] de cada parcel·la està actualitzat amb els carrers que la limiten.

xparcela_id	xnombrecalles	Ge	Gec	xnombre
2	-Avinguda de Béjar-Carrer de l'Ancianitat-Carrer d'Alcoi-Carrer del Sometent Castella	is	1!	Parcela 2
3	-Avinguda de Béjar-Carrer de l'Ancianitat-Carrer del Doctor Cistaré-Carrer d'Alcoi	is	1!	Parcela 3
4	-Carrer del Dibuxant Avellaneda-Avinguda de Béjar-Carrer del Doctor Cistaré-Carrer d'Alcoi	is	1!	Parcela 4
5	-Passeig de Lluís Muncunill-Carrer de l'Ancianitat-Carrer d'Alcoi-Carrer del Sometent Castella	is	1C	Parcela 5
6	-Passeig de Lluís Muncunill-Carrer de l'Ancianitat-Carrer del Doctor Cistaré-Carrer d'Alcoi	is	1C	Parcela 6
7	-Passeig de Lluís Muncunill-Carrer del Dibuxant Avellaneda-Carrer del Doctor Cistaré-Carrer d'Alcoi	is	1C	Parcela 7
8	-Passeig de Lluís Muncunill-Carrer dels Voluntaris Olímpics i Paralímpics-Carrer de l'Ancianitat-Carrer del Sometent Castella	is	1C	Parcela 8
9	-Passeig de Lluís Muncunill-Carrer dels Voluntaris Olímpics i Paralímpics-Carrer de l'Ancianitat-Carrer del Doctor Cistaré	is	1C	Parcela 9
10	-Passeig de Lluís Muncunill-Carrer dels Voluntaris Olímpics i Paralímpics-Carrer del Dibuxant Avellaneda-Carrer del Doctor Cistaré	is	1C	Parcela 10
11	-Carrer dels Voluntaris Olímpics i Paralímpics-Carrer de l'Ancianitat-Carrer del Doctor Cistaré-Carrer Pintor Vancells	is	1C	Parcela 11
12	-Carrer dels Voluntaris Olímpics i Paralímpics-Carrer del Dibuxant Avellaneda-Carrer del Doctor Cistaré-Carrer Pintor Vancells	is	1C	Parcela 12
13	-Carrer dels Voluntaris Olímpics i Paralímpics-Carrer de l'Ancianitat-Carrer del Sometent Castella-Carrer Pintor Vancells	is	1C	Parcela 13
14	-Carrer de l'Ancianitat-Carrer del Sometent Castella-Carrer Pintor Vancells-Carrer del Maestrat	is	1C	Parcela 14
15	-Carrer de l'Ancianitat-Carrer del Doctor Cistaré-Carrer Pintor Vancells-Carrer del Maestrat	is	1C	Parcela 15
16	-Carrer del Dibuxant Avellaneda-Carrer del Doctor Cistaré-Carrer Pintor Vancells-Carrer del Maestrat	is	1C	Parcela 16
17	-Avinguda de l'Abat Marçet-Carrer de l'Ancianitat-Carrer del Doctor Cistaré-Carrer del Maestrat	is	1C	Parcela 17
18	-Carrer del Dibuxant Avellaneda-Avinguda de l'Abat Marçet-Carrer del Doctor Cistaré-Carrer del Maestrat	is	1C	Parcela 18

Figura 23. Taula de [Parcelas] actualitzada

3.4.2.2 Problemes trobats

En aquest últim subcapítol es vol informar d'un problema aparegut en el transcurs del desenvolupament de la part pràctica del TFC. El problema radica en la utilització de les zones d'influència amb una escala de visualització determinada.

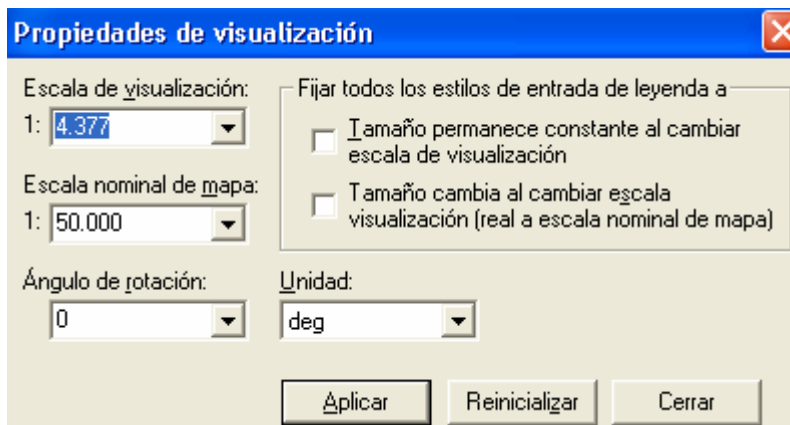


Figura 24. Propietats de visualització (1)

Si en el programa Geomedia Professional s'agafa l'escala de visualització que es veu en la imatge anterior, existeix el problema que al crear una zona de influencia a partir de les parcel·les, aquestes apareixen a la dreta de la imatge, tal i com s'observa seguidament.

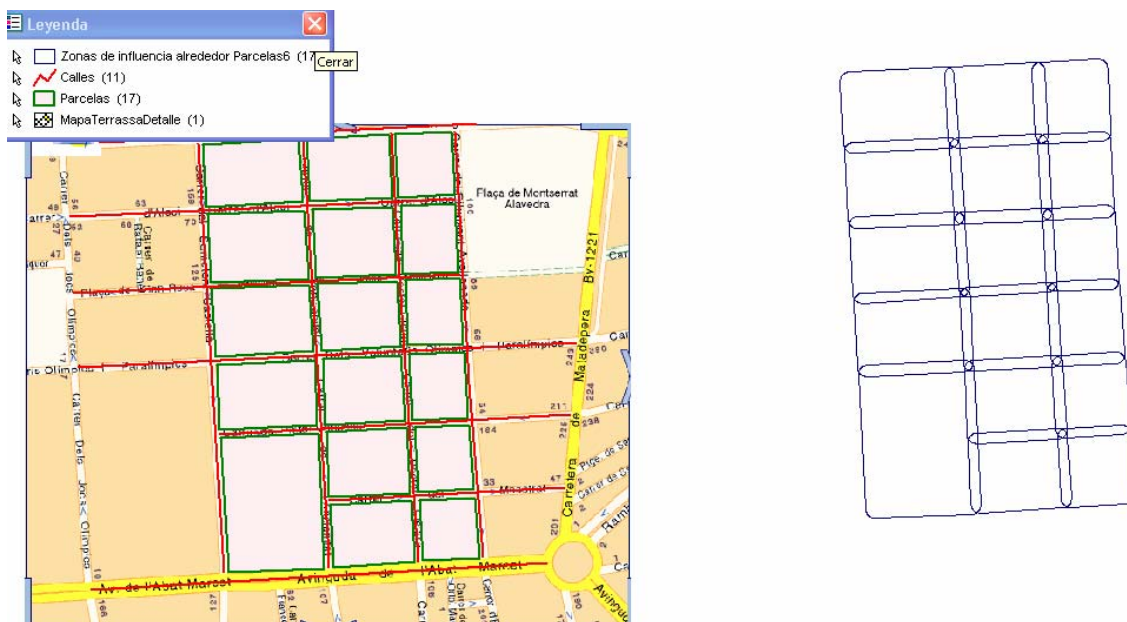


Figura 25. Imatge amb escala de visualització correcte

Cal especificar que aquesta escala de visualització anterior és la calculada perquè el tamany de cada entitat (metres dels carrers o m² de les parcel·les) fos exactament el que tenen en la realitat.

Malgrat tot, per solventar el problema anterior s'ha vist necessari escollir l'escala de visualització per defecte del Geomedia Professional i que s'observa en la imatge següent.

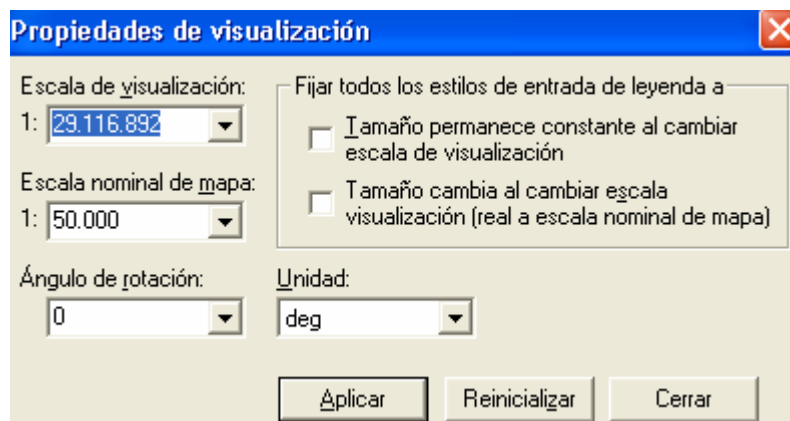


Figura 26. Propietats de visualització (2)

3.5 Capítol 5. Conclusions

- ✓ El naixement del GIS va estar molt lligat al desenvolupament del CAD i al ràpid desenvolupament dels ordinadors.
- ✓ Qualsevol activitat que l'home realitza sobre el seu entorn està clarament vinculada a la informació geogràfica.
- ✓ Un GIS és una eina primordial i necessària per realitzar tasques de gestió, d'anàlisi, i presa de decisions d'una manera àgil de tota informació geogràfica.
- ✓ Els exemples d'utilització dels GIS són il·limitats.
- ✓ Hem conegut les característiques fonamentals dels GIS i les eines que ens proporcionen els GIS per resoldre un problema concret.
- ✓ Hem après a realitzar un projecte GIS utilitzant el programari *GEOMEDIA PROFESSIONAL*.
- ✓ Hem après que un canvi en l'escala de visualització del GeoWorkspace pot provocar resultats inesperats al utilitzar certes eines del *GEOMEDIA PROFESSIONAL*.

4 Glossari

Base de dades: Conjunt organitzat i interrelacionat de dades emmagatzemades en un suport informàtic.

Base de dades geogràfica: És una base de dades però està formada per elements gràfics (objectes geogràfics) i atributs descriptius o conjunt d'informació associada a aquests elements gràfics.

Camp: És cadascuna de les parts que està dividit un registre d'informació d'una taula en la base de dades.

Cartografia assistida per ordinador: Són uns procediments que tenen com a finalitat l'elaboració de mapes amb l'ajuda d'un ordinador i perifèrics específics.

Connectivitat: És una de les funcions d'anàlisi i tractament de dades d'un GIS. Es tracta de utilitzar d'una sèrie d'operacions que van acumulant valors d'uns atributs concrets. Tracten funcions de contigüïtat, proximitat, visibilitat, traçat de rutes o anàlisis de xarxes.

Consulta: És una recuperació de la informació de la base de dades amb una sèrie de restriccions i ordenacions imposades per l'usuari. Utilitza el llenguatge estandarditzat SQL (Structured Query Language).

CPU o unitat central: És l'element principal, i és l'encarregat de dirigir l'execució de totes les instruccions que es produeixen en el sistema informàtic.

Entitat geogràfica: És un element del món real que no pot ser dividit en altres elements de la mateixa classe. Si es representa una entitat geogràfica (per exemple una carretera) en una base de dades geogràfica rep el nom d'objecte geogràfic.

Escàner: És un perifèric que la seva funció és convertir mapes de format analògic a format digital.

Finestra de mapa: Aquest tipus de finestra del Geomedia Professional es visualitzen els gràfics i els objectes geogràfics o entitats. També es visualitza la llegenda, la fletxa nord i una barra d'escala.

Finestra de dades: Aquest tipus de finestra del Geomedia Professional es visualitzen les dades (objectes no gràfics o atributs) dels objectes geogràfics, en forma de files (cada un dels registres de les diferents entitats), i de columnes (cada un dels atributs que té cada entitat).

Finestra de composició: Aquest tipus de finestra del Geomedia Professional es fa servir quan es necessita realitzar una impressió dels resultats obtinguts.

GIS: Són les sigles en anglès de Geographic Information System (Sistema d'Informació Geogràfica). És un sistema de hardware, software i procediments elaborats per facilitar l'obtenció, gestió, manipulació, anàlisi, modelat, representació i sortida de dades espacialment referenciats, per resoldre problemes complexos de gestió i planificació.

Generalització de línies: És un procediment del software GIS, i fa que les línies siguin més simples (es redueixen el número de coordenades seleccionades)

GeoWorkspace: Entorn bàsic del Geomedia Professional per realitzar tot el treball necessari i veure les dades geogràfiques.

Hardware: Tot el material instrumental (físic) necessari per poder fer córrer una aplicació GIS.

Impressora: Perifèric que serveix per obtenir les dades del sistema informàtic en format paper.

Llegenda: Centre de control que ens determina en tot moment quins objectes (classes d'entitats, imatges, resultats de consultes, etc.) es volen visualitzar en la finestra de mapa, i l'estil, aspecte i prioritat de visualització que tindran cadascun d'ells.

Magatzem: Font de dades geogràfica, és a dir, on s'emmagatzema tota la informació per poder treballar.

Model Digital del Terreny (MDT): Aquest model s'utilitza quan es necessiten fer representacions tridimensionals.

Model Ràster: És un model de representació del territori. Utilitza el píxel com a única primitiva gràfica. Per la representació de la realitat utilitza files i columnes formant una matriu de punts de forma quadrada o rectangular on cadascuna de les cel·les conté valors numèrics. Aquest model normalment s'utilitzarà quan les entitats geogràfiques que es volen descriure o representar tenen una delimitació difusa.

Objecte geogràfic: És una representació total o parcial d'una entitat geogràfica en la base de dades geogràfica.

Model Vectorial: És un model de representació del territori. Utilitza per una banda, les tres primitives gràfiques, el punt, la línia i el polígon, i per l'altra els atributs temàtics. Per relacionar tant els objectes geogràfics com els atributs temàtics s'utilitza un identificador. Aquest model normalment s'utilitzarà quan les entitats geogràfiques que es volen descriure o representar tenen uns límits ben establerts i precisos.

Plotter: Similar a una impressora, però s'utilitza específicament per obtenir mapes digitalitzats.

Rasterització: El procés de transformar el model vectorial en un model ràster.

Recuperació: És una de les funcions d'anàlisi i tractament de dades d'un GIS. Combinen dades cartogràfiques amb dades temàtiques i s'utilitza en les consultes a la base de dades d'alguna entitat a partir dels seus atributs.

SGBD o DBMS: Sistema Gestor de Base de Dades (Data Base Management System). Permet funcions com la incorporació de dades, actualització, eliminació, realització de còpies de seguretat, recuperació de dades o restringir els accessos a la informació segons el perfil d'usuari. Ha de permetre l'accés simultani a les dades per part dels diferents usuaris, mantenint la integritat de totes les dades del sistema.

Software: És el conjunt de programes que organitzen, dirigeixen i donen consistència al sistema informàtic.

Suavització de línies: És un procediment del software GIS, i fa les línies més suaus afegint corbes (augmenten el número de coordenades seleccionades).

Superposició: És una de les funcions més importants d'anàlisi i tractament de dades d'un GIS. Es superposen dues o més bases cartogràfiques digitals amb l'objectiu d'obtenir una altra base que contingui la informació de les bases inicials.

Tableta digitalitzadora: És un perifèric que és controlat mitjançant un operador i que la seva funció és digitalitzar interactivament els elements geogràfics d'un mapa.

Vectorització: El procés de transformar el model ràster en un model vectorial.

Veïnatge: És una de les funcions d'anàlisi i tractament de dades d'un GIS. Aquesta funció disposa de varis procediments per cercar certes característiques que envolten a una àrea concreta.

Zona d'influència: Regió definida per l'usuari al voltant o a l'interior d'una o més entitats, per posteriorment realitzar un anàlisi espacial.

5 Bibliografia General

- *Fundamentos de los sistemas de información geográfica.* David Comas y Ernest Ruiz (1993)
- *Revista Sostenible. Xarxa de ciutats i pobles cap a la sostenibilitat.* Núm.6 - (Tardor 1999)
- <http://www.ing.unlp.edu.ar/produccion/pp/sigma/hr/sig.htm>
- <http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml>
- <http://recursos.gabrielortiz.com/index.asp?Info=039>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Informaci%C3%B3n_Geogr%C3%A1fica
- <http://www.unesco.org.uy/geo/campinaspdf/8sig.pdf>
- <http://www.geogra.uah.es/gisweb/1modulosespanyol/IntroduccionSIG/GISModule/GISTheory.doc>
- <http://www.geotecnologias.co.cr/Documentos/GIS.pdf>
- <http://www.fao.org/sd/spdirect/gis/chap3.htm>
- <http://www4.uji.es/~gould/Practica8-IG66-2004.doc>
- <http://www.opengis.org>
- <http://www.bluemarblegeo.com>
- <http://www.esri.com/devsupport/devconn/mapobjects/index.html>
- <http://www.humboldt.org.co/humboldt/mostrarpagina.php?codpage=70001>
- <http://www.imarpe.gob.pe/argen/adc/sig/sig.htm>
- http://www.gaf.de/peru-gis/contenidos/talleres/Taller%20SIG/Documentos/VG_Aplicaciones%20SIG.pdf
- <http://usuarios.lycos.es/geografia2/twodescphotos.html>
- <http://www.eduteka.org/SIG1.php>
- http://geofocus.rediris.es/docPDF/Articulo4_2003.pdf
- <http://www.coremisgm.gob.mx/banco/aplicaciones.html>
- <http://www.civileng.com/topogr.htm>

- *Documentació Geomedia Professional*
 - *WorkingWithGeomediaProfessional.pdf*
 - *learning_gmpro52.chm*
 - *InstallingGeoMediaProfessional.pdf*
 - *GeoMedia Professional52.CHM*
 - *BuildingonGMP.CHM*
 - *GM_AUTO52.CHM*
 - *CMDWIZ52.CHM*