

Universitat Oberta de Catalunya

Enginyeria en Informàtica de Gestió

Construcció d'un sistema d'informació geogràfica (SIG)
que permeti l'anàlisi de la relació del riu Llobregat amb
el territori de l'època romana.

Alumne: Oriol Torra Castelló

Dirigit per: Anna Muñoz Bolas

Projecte fi de carrera

Curs 2007-2008, 2on semestre

Índex

1. Introducció.....	5
1.1. Descripció del projecte.....	5
1.1.1. Descripció.....	5
1.1.2. Objectius.....	6
1.2. Organització del projecte.....	7
1.2.1. Relació d'activitats.....	7
1.2.1.1. PAC1 [Pla de treball].....	7
1.2.1.2. PAC2.....	7
1.2.1.3. PAC3.....	9
1.2.1.4. PAC4 [Memòria i presentació virtual].....	11
1.2.1.5. Debat virtual.....	11
1.2.2. Calendari. Diagrama de Gannt.....	12
2. Conceptes.....	13
2.1. SIG.....	13
2.1.1. Definició de SIG.....	13
2.1.1.1. Que pot fer un SIG.....	13
2.1.1.2. Components d'un SIG.....	14
2.1.2. SIG comparat amb altres sistemes.....	15
2.1.2.1. Sistemes CAD i SIG.....	16
2.1.2.2. Sistemes de BD i SIG.....	16
2.1.2.3. Resum.....	16
2.1.3. Treballar amb un SIG.....	17
2.1.3.1. Tipus d'informació amb que treballa.....	17
2.1.3.2. Organització dels objectes en una cobertura.....	17
2.1.3.3. Obtenció de la informació.....	18
2.1.4. Aplicacions dels SIG.....	18
2.2. Topologia.....	19
2.2.1. Definició.....	19
2.2.2. Model.....	20
2.2.3. Avantatges i inconvenients.....	20
2.3. Cartografia.....	21
2.3.1. Introducció.....	21
2.3.1.1. La forma de la terra.....	21
2.3.1.2. El traspàs a un pla.....	22
2.3.1.3. Projeccions històriques.....	23
2.3.2. Sistemes de coordenades.....	25
2.3.2.1. Latitud-longitud.....	25
2.3.2.2. Xarxa de coordenades bidimensional.....	26
2.3.2.3. Xarxa UTM (Universal Transversal Mercator).....	26
2.4. Models de dades.....	28
2.4.1. Model <i>raster</i>	28
2.4.1.1. Característiques principals.....	28
2.4.1.2. Creació de dades en model <i>raster</i>	28
2.4.1.3. Organització de les dades.....	29
2.4.1.4. Resum de propietats del model <i>raster</i>	29
2.4.2. Model vectorial.....	29
2.4.2.1. Característiques principals.....	29
2.4.2.2. Resum de propietats del model vectorial.....	30
2.4.3. Comparació dels models <i>raster</i> i vectorial.....	30
3. Geomedia Professional.....	31
3.1. Característiques principals.....	31
3.1.1. Descripció general.....	31

3.1.2.	GeoWorkspace.....	32
3.1.3.	Magatzem.....	32
3.1.4.	Classe d'entitats.....	33
3.1.5.	Consultes i consultes espacials.....	34
3.1.6.	Finestra de mapa.....	34
3.1.7.	Finestra de dades.....	36
3.1.8.	Estils.....	36
3.1.9.	Metadades.....	37
3.1.10.	Sistema de coordenades.....	38
3.1.11.	Geomedia Grid.....	39
3.2.	Manipulació de dades.....	39
3.2.1.	Imatges <i>raster</i>	39
3.2.2.	Cobertures d'imatge.....	39
3.2.3.	Validació i correcció de dades.....	39
4.	Recopilació de dades pel projecte.....	41
4.1.	Recerca dades de jaciments. Simbolització de jaciments.....	41
4.2.	Georeferenciació ortofotomapes.....	43
4.3.	Carregar vies romanes.....	44
4.4.	Topogràfic.....	44
4.4.1.	Corbes de nivell.....	44
4.4.2.	Digitalització del riu Llobregat en l'època romana.....	45
4.5.	Toponímia antiga de la zona d'estudi, georeferenciació.....	46
5.	Estudi del programari.....	47
5.1.	Consulta interactiva dels jaciment.....	47
5.2.	Treball amb el DTM.....	47
5.2.1.	Elecció i visualització del DTM.....	47
5.2.2.	Millora del relleu ombrejat.....	49
5.2.3.	Càlcul de les conques de drenatge.....	50
5.3.	Generació vistes 3D.....	53
6.	Relació dels jaciments respecte al riu Llobregat.....	54
6.1.	Tipus de jaciments determinants i la seva funció.....	54
6.2.	Relació econòmica i de transport que existeix entre ells.....	54
7.	Linies futures.....	56
8.	Autoavaluació del pla de treball.....	56
9.	Conclusió final.....	56
	Glossari.....	57
	Bibliografia.....	59

Índex de figures

Figura 1 Taula comparativa entre SIG, CAD i BD amb coordenades.....	17
Figura 2 Mostra de node, arc i polígon.....	20
Figura 3 Comparació entre l'El·lipsoide i el Geoide.....	21
Figura 4 Intersecció pla-cilindre en projecció equatorial, obliqua i transversal.....	22
Figura 5 Exemple d'equivalència i de conformitat.....	23
Figura 6 Projecció cilíndrica equatorial de Plate Carrée.....	23
Figura 7 Projecció pseudo-cilíndrica equatorial Sinusoidal.....	24
Figura 8 Projecció ortogonal equatorial LambertLH.....	24
Figura 9 Projecció estereogràfica Azimutal.....	24
Figura 10 Projecció Mercator.....	24
Figura 11 Projecció Transversal Mercator.....	25
Figura 12 Diferència de longitud (??) i latitud (?F) d'un punt situat sobre superfície de la Terra..	26
Figura 13 Xarxa de coordenades bidimensional, situant el punt p= (2,3)	26
Figura 14 Localització del fus 31T corresponent a Catalunya.....	27
Figura 15 Taula comparativa formats raster i vectorial.....	30
Figura 16 Taula de tipus de magatzems de GEOMEDIA PROFESSIONAL.....	33
Figura 17 Entitats representades com a punts i com a línies.....	33
Figura 18 Descripció d'elements de la llegenda.....	34
Figura 19 Exemple de fletxa nord.....	35
Figura 20 Exemples de barres d'escala.....	35
Figura 21 Exemple de mapa temàtic.....	36
Figura 22 Exemple de finestra de dades.....	36
Figura 23 Finestra de definició d'estil.....	37
Figura 24 Relació pel camp IndexID entre les taules AttributeProperties i FieldLookup.....	37
Figura 25 Finestra de selecció de coordenades.....	39
Figura 26 Mostra exemples d'errors de connectivitat per línies massa llargues.....	40
Figura 27 Taula detall de les tipologies i les seves imatges.....	42
Figura 28 Captura de pantalla del Geomedia amb el jaciments referenciats i simbolitzats.....	42
Figura 29 Captura de pantalla del Geomedia amb els ortofotomapes georeferenciats.....	43
Figura 30 Captura de pantalla del Geomedia amb les vies romanes.....	44
Figura 31 Captura de pantalla del Geomedia amb les corbes de nivell incorporades.....	45
Figura 32 Captura de pantalla del Geomedia amb la digitalització del riu incorporada.....	46
Figura 33 Taula de topònims.....	46
Figura 34 Captura de pantalla del Geomedia amb els topònims.....	47
Figura 35 Captura de pantalla d'un hyperlink a una fitxa.....	48
Figura 36 Captura de pantalla del Geomedia amb el DEM.....	49
Figura 37 Captura de pantalla del Geomedia amb el Shaded DEM.....	49
Figura 38 Captura de pantalla del Geomedia amb el Shaded DEM, amb nous colors.....	49
Figura 39 Captura de pantalla del Geomedia amb el Fill Depressions.....	50
Figura 40 Captura de pantalla del Geomedia amb el Fill Depressions.....	50
Figura 41 Captura de pantalla del Geomedia amb el DownHill Path.....	50
Figura 42 Captura de pantalla del Geomedia amb el DownHill Accumulation.....	51
Figura 43 Captura de pantalla del Geomedia amb la xarxa de drenatge.....	51
Figura 44 Captura de pantalla del Geomedia amb el Segmentation.....	51
Figura 45 Captura de pantalla del Geomedia amb les conques hidrogràfiques.....	52
Figura 46 Captures de pantalla amb el vol amb 3D.....	53
Figura 47 Taula detall de la simbologia del tipus de jaciments analitzats.....	54
Figura 48 Mostra de la distribució geogràfica dels jaciments analitzats.....	55

1. Introducció.

En aquest bloc farem una breu introducció al contingut d'aquest projecte, així com també enumerarem i explicarem les pautes a seguir en la realització.

1.1. Descripció del projecte.

1.1.1. Descripció.

De tota la costa central catalana, el riu de major envergadura va ser sens dubte el *flumen Rubricatum*, el riu Llobregat. Neix a la Serra del Cadí a la població de Castellar de n'Hug (Berguedà). Recorre 70 km fins a desembocar a El Prat de Llobregat, i els seus principals afluents són el Cardener, l'Anoia i la riera de Rubí, que li aporten part dels 20,77 m³/s de cabal mitjà. Sobre la navegabilitat d'aquest riu en època romana no existeixen gaires dubtes sobretot després de la localització de petits embarcadors a ambdues ribes del riu, com el localitzat al Pont del Diable. Permetia una navegabilitat regular entre la seva desembocadura i el seu encreuament amb la Via Augusta, a les rodalies de l'actual ciutat de Martorell. La navegabilitat a partir d'aquest punt sembla força més complicada donada la morfologia del riu i dels seus afluents.

Una de les principals funcions dels rius navegables era sens dubte la seva relació amb el territori. D'aquesta manera els materials transportats per aquest medi s'havien de poder exportar per terra mitjançant una ben dissenyada xarxa de comunicacions terrestres. És per aquest motiu que el punt final de navegació d'un riu devia coincidir amb l'encreuament d'una via o bé amb un nus viari com eren les ciutats.

El motor que mou un SIG, i els beneficis que s'obtenen de la seva utilització, són d'alguna manera la mateixa cosa: el pensament crític. O més concretament, el raonament espacial. Sense això, un SIG seria simplement una base de dades amb component geogràfica. Hi ha munts d'informació per tractar i analitzar en cada problema i un SIG és l'eina integradora que permet el desenvolupament d'una idea per a la seva resolució. El SIG, amb les seves aplicacions al llarg de les darreres dècades, s'ha convertit en una eina en creixement utilitzada en diferents disciplines. L'arqueologia s'hi afegia a finals dels anys 70 als Estats Units i, a la darrereria dels anys 80, a Europa. En aquest sentit fou decisiu l'interès de les administracions en una eina eficaç per a la gestió del patrimoni arqueològic. Tanmateix, l'acreditació del SIG com a eina de recerca, arribà de la mà de les seves aplicacions: els models predictius, altament valorats per al desenvolupament d'estudis territorials.

Actualment, el SIG s'empra en projectes arqueològics de diferents tarannà desenvolupats arreu del món. El SIG aporta provats avantatges per a la gestió arqueològica: permet agilitzar les operacions d'emmagatzemament i manteniment de les dades (a través de la supressió a la base alfanumèrica dels camps relacionats amb l'entorn físic, que és gràficament representat en capes temàtiques), però, sobretot, en facilita la consulta selectiva i en possibilita la impressió sobre la base cartogràfica de manera automatitzada.

La branca en què ha estat factible explotar les potencialitats del GIS d'una manera més exhaustiva és la de la recerca centrada en els estudis de territori. D'una banda, aquesta eina és molt emprada per a l'elaboració de diferents tipus de mapes de restitució de territori i, d'altra banda, per a executar múltiples anàlisis amb vista a la interpretació.

En el desenvolupament d'aquest projecte analitzarem quines funcions desenvolupaven els diferents jaciments de la zona d'estudi: el riu Llobregat, com s'interrelacionaven, el perquè de la seva ubicació, etc. En definitiva, s'espera que els nous usuaris de SIG assoleixin el que s'anomena pensament geogràfic: es preguntin qüestions geogràfiques, adquireixin recursos per obtenir fonts de dades geogràfiques, explorin i analitzin la informació de què disposen i sobretot gaudeixin amb el que fan per tal de que descobreixin noves perspectives.

1.1.2. Objectius.

En acabar aquest projecte hauríem de ser capaços de manipular la informació espacial amb un SIG. S'haurien d'assolir els següents objectius:

Comprendre els conceptes de la tecnologia SIG i la seva metodologia.

Conèixer l'estructura dels diferents tipus de dades amb que treballa un SIG i el concepte de topologia.

Trobar, generar i manipular dades geogràfiques.

Saber plantejar un projecte SIG.

Demostrar coneixement pràctic de les operacions d'anàlisi espacial i transformacions en el SIG analitzat.

Demostrar coneixement pràctic d'operacions d'anàlisi *raster*.

Entendre i saber usar les operacions de visualització i anàlisi de MDTs.

Digitalitzar el traçat del riu Llobregat (Rubricatvm) segons les fonts històriques, i realitzar vistes en 3D sobre el MDT de la zona aportant el màxim d'informació històrica complementària.

Analitzar la relació del llit del riu amb la ubicació dels jaciments arqueològics i les vies de transport. És a dir, entendre la funció dels jaciments romans en funció del caudal real del riu.

1.2. Organització del projecte.

A continuació es donarà tota la informació pel que fa a la organització del projecte. Es detallaran les activitats principals, es detallaran els temps i durada de cada activitat, es mostrarà un plannig esquematitzat del conjunt del projecte i finalment es mostrarà un calendari, de les dates clau, de les principals fites.

1.2.1. Relació d'activitats.

En el següents apartats es detallaran totes les tasques que es realitzaran per assolir en cadascuna de les diferents fites. Per a cada tasca, elaborarem una petita descripció, marcarem una data d'inici i una de fi, el nombre de hores que hi realitzarem i les pàgines dedicades, si és necessari.

1.2.1.1. PAC1 [Pla de treball].

Elaboració del pla de treball		Hores	30
Inici 1/03/2008	Final 11/03/2008	Pàgines	15
Planificació del projecte i elaboració del document "pla de treball"			
Lliurament del pla de treball			
Data 11/03/2008			
Lliurament del document "pla de treball"			

1.2.1.2. PAC2.

Instal·lació i configuració Access 2003		Hores	3
Inici 12/03/2008	Final 12/03/2008	Pàgines	0
Instal·lació de Acces 2003 com a SGBD que gestionarà la base de dades de la mostra del projecte.			
Instal·lació GeoMedia PRO 6.0 i els mòduls GM Terrain i GM GRID		Hores	2
Inici 12/03/2008	Final 12/03/2008	Pàgines	0

Instal·lació d'Intergraph GeoMedia PRO 6.0 i els mòduls GM Terrain i GM GRID com el motor de SIG sobre el que s'implementaran les eines de consulta automatitzada.			
Estudi conceptes GIS i cartografia		Hores	60
Inici 13/03/2008	Final 26/03/2008	Pàgines	10
Estudi de la tecnologia GIS i la seva metodologia. Així com també els conceptes de cartografia i topologia.			
Estudi mecanismes d'automatització		Hores	40
Inici 26/03/2008	Final 10/04/2008	Pàgines	10
Estudi del funcionament i possibilitats d'Intergraph GeoMedia PRO 6.0 i els mòduls GM Terrain i GM GRID i tots els mecanismes d'automatització que ofereix per a la implementació de les eines de consulta automatitzada.			
Lliurament esborrany PAC2			
Data 10/04/2008			
Lliurament, al consultor, dels continguts a presentar en la PAC2, per a una valoració prèvia.			
Correccions PAC2		Hores	10
Inici 11/04/2008	Final 15/04/2008	Pàgines	0
Realització de les correccions suggerides pel consultor, en relació al document presentat.			
Lliurament PAC2			
Data 15/04/2008			
Lliurament del document final de la PAC2.			

1.2.1.3. PAC3.

Recopilar dades pel projecte		Hores	35
Inici 16/04/2008	Final 25/04/2008	Pàgines	7
Recerca de totes les dades referents a la cartografia, als jaciments arqueològics de l'antic traçat del riu,...			
Model conceptual		Hores	5
Inici 26/04/2008	Final 26/04/2008	Pàgines	3
Representació dels conceptes significatius en el domini del problema en forma de classes, associacions i atributs fent servir el llenguatge de modelat UML.			
Disseny lògic del model de dades		Hores	5
Inici 27/04/2008	Final 27/04/2008	Pàgines	3
Transformació dels conceptes persistents del model conceptual en un model de dades, utilitzant el model relacional clàssic i el llenguatge de modelat UML, amb independència de les característiques pròpies de l'SGBD <i>Oracle® Database 10g Express Edition</i> .			
Disseny físic del model de dades		Hores	5
Inici 28/04/2008	Final 28/04/2008	Pàgines	3
Transformació del disseny lògic del model de dades en un nou model que farà servir les característiques pròpies de l'SGBD <i>Oracle® Database 10g Express Edition</i> . Com a resultat, s'obtidran un document amb el disseny físic expressat en forma de diagrama UML i un altre document, amb el disseny físic expressat en forma textual.			
Creació de la BD		Hores	3
Inici 29/04/2008	Final 29/04/2008	Pàgines	3
Creació de la BD al SGBD.			

Generar vistes		Hores	20
Inici 29/04/2008	Final 06/05/2008	Pàgines	8
Generar vistes 3D del riu on es vegin clarament els diferents jaciments correctament simbolitzats, les corbes de nivell i la toponímia corresponent.			
Realitzar les consultes pertinents		Hores	30
Inici 07/05/2008	Final 15/05/2008	Pàgines	5
Realitzar consultes sobre les dades treballades, que permetin entendre la funció de cadascun dels jaciments; la relació entre uns i altres a nivell econòmic i de transport (fluvial i terrestre).			
Conclusions		Hores	3
Inici 16/05/2008	Final 16/05/2008	Pàgines	2
Concloure quina és la relació dels jaciments respecte a la situació del riu Llobregat segons el seu curs en l'època romana.			
Lliurament esborrany PAC3			
Data 16/05/2008			
Lliurament, al consultor, dels continguts a presentar en la PAC3, per a una valoració prèvia.			
Correccions PAC3		Hores	10
Inici 17/05/2008	Final 20/05/2008	Pàgines	0
Realització de les correccions suggerides pel consultor, en relació al document presentat.			
Lliurament PAC3			
Data 20/05/2008			

Lliurament del document final de la PAC3.

1.2.1.4. PAC4 [Memòria i presentació virtual].

Realització de la presentació virtual		Hores	40
Inici 21/05/2008	Final 29/05/2008	Pàgines	25

Realització de la presentació virtual.

Finalització de la memòria		Hores	30
Inici 30/05/2008	Final 05/06/2008	Pàgines	15

Redacció dels aspectes finals del projecte.

Lliurament esborrany PAC4			
Data 05/06/2008			

Lliurament, al consultor, dels continguts a presentar en la PAC4, per a una valoració prèvia.

Correccions PAC4		Hores	15
Inici 06/06/2008	Final 09/06/2008	Pàgines	0

Realització de les correccions suggerides pel consultor, en relació als documents presentats.

Lliurament PAC4			
Data 09/06/2008			

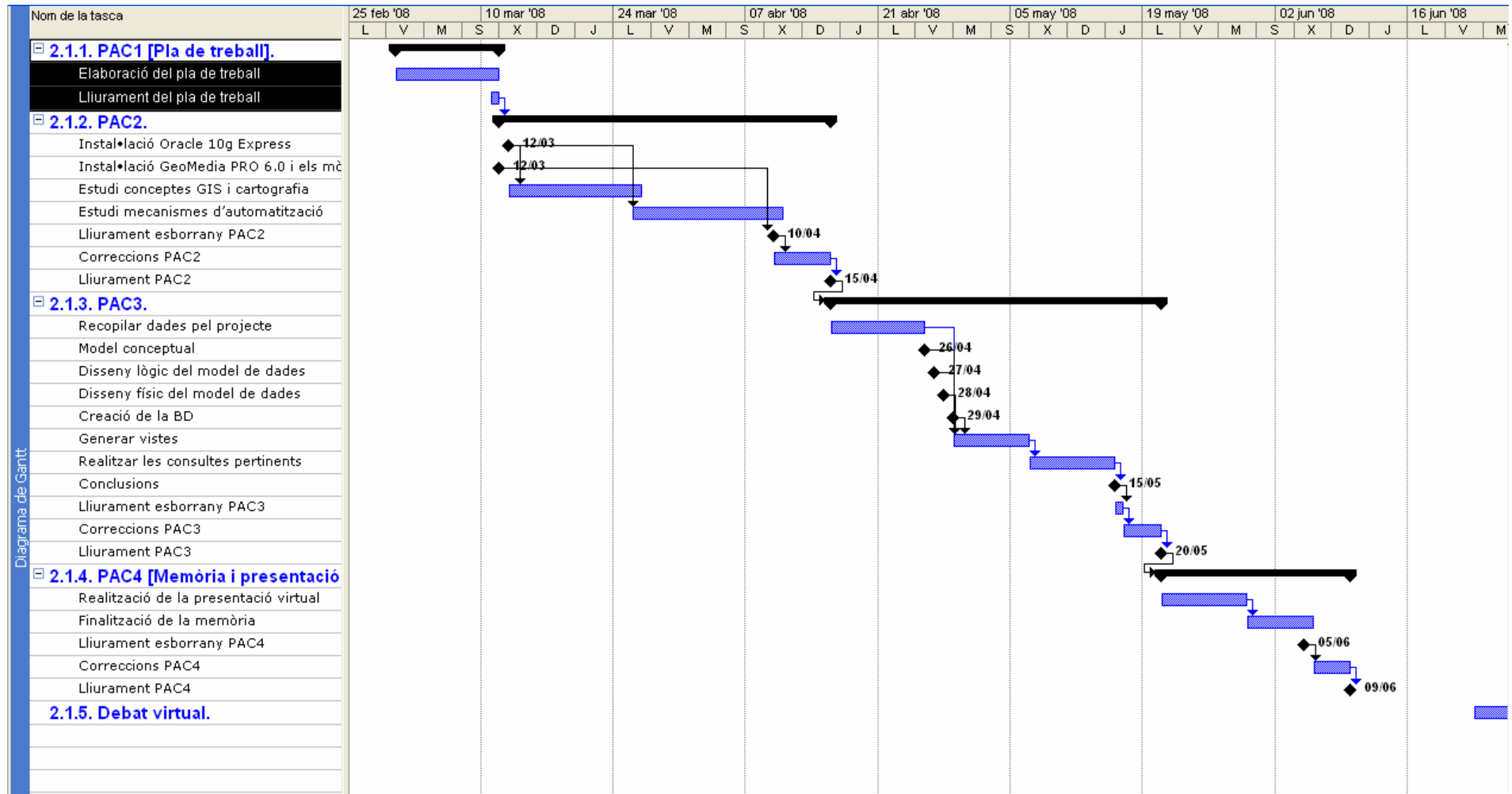
Lliurament de la presentació virtual, la memòria del projecte i els documents corresponents a la implementació

1.2.1.5. Debat virtual.

Debat virtual			
Inici 23/06/2008	Final 27/06/2008		

Durant quatre dies, el Tribunal d'avaluació formularà preguntes caldrà respondre en un termini de 24 hores.

1.2.2. Calendari. Diagrama de Gannt.



2. Conceptes.

En aquest apartat es definirà el concepte de SIG i les seves característiques, es farà una breu introducció a la topologia i cartografia i finalment es presentaran els models de dades *raster* i *vectorial*.

2.1. SIG.

Primer de tot es presentaran algunes definicions de SIG, en aquest apartat també s'informarà del que pot fer i dels components d'un SIG. A continuació, es farà una comparativa amb altres sistemes. Més endavant, s'explicarà com treballar amb un SIG i finalment es presentaran les diferents aplicacions d'un SIG.

2.1.1. Definició de SIG.

El terme SIG procedeix de l'acrònim de Sistema d'Informació Geogràfica (en anglès GIS, Geographic Information System, GIS). Hi ha moltes definicions de SIG, entre d'altres:

- Tècnicament es pot definir com una tecnologia d'utilització d'informació geogràfica formada per equips electrònics (maquinari) programats adequadament (programari) que permeten utilitzar una sèrie de dades espacials (informació geogràfica) i realitzar anàlisis complexes amb aquests seguint els criteris imposats per l'equip científic (personal).
- Com una eina de programari que ens permet emmagatzemar, recuperar, analitzar i desplegar informació geogràfica.
- Un conjunt de mètodes que serveixen per a capturar, editar, emmagatzemar, integrar, analitzar, i mostrar les dades referenciades espacialment.
- Un Sistema d'Informació Geogràfic pot ser concebut com una especialització d'un sistema de bases de dades, caracteritzat per la seva capacitat de manipular dades geogràfiques, que estan georeferenciades i les quals poden ser visualitzades com a mapes.

2.1.1.1. Que pot fer un SIG.

Les solucions per a molts problemes, freqüentment, requereixen accés a diversos tipus d'informació que només es poden relacionar per geografia o distribució espacial. Només la tecnologia SIG permet emmagatzemar i manipular informació utilitzant geografia i analitzar patrons, relacions, i tendències en la informació.

De fet un SIG respon a qüestions com ara:

- Localització, Que hi ha
- Condició, On succeeix tal cosa.....?
- Tendències, Que ha canviat.....?
- Rutes, Quin és el camí òptim
- Pautes, ¿Quines pautes existeixen...?
- Models, ¿Que passaria si.....?
- On està A amb relació a B?
- Quantes idees del tipus A hi ha en una distància D de B?
- Quin és el valor que pren la funció z en la posició x?
- Quina és la dimensió de B (Freqüència, perímetre, àrea, volum)?

- Quin és el resultat de la intersecció de diferents tipus d'informació?
- Quin és el camí més curt (menor resistència o menor cost) sobre el terreny des d'un punt (x_1, y_1) al llarg d'un corredor P fins a un punt (x_2, y_2) ?
- Què hi ha en el punt (x, y) ?
- Quins objectes estan pròxims a aquells objectes que tenen una combinació de característiques?
- Quin és el resultat de classificar els següents conjunts d'informació espacial?

Aquestes qüestions són d'interès primordial en activitats relacionades amb la planificació. Els SIG ens poden ajudar en l'estudi de la distribució i seguiment de recursos naturals, humans, econòmics, etc.

No obstant tota aquesta nova informació que pot generar un SIG depèn significativament de la informació emmagatzemada a la base de dades disponible. La qualitat d'aquesta base de dades i els seus continguts determinen la quantitat i qualitat del resultat obtinguts del SIG.

2.1.1.2. Components d'un SIG.

Un SIG té 5 components essencials: Maquinari, Programari, Dades geogràfiques, Equip Humà, Mètode. A continuació descriurem cadascun d'ells:

- Maquinari: és l'equip de còmput amb què opera un SIG. Actualment el programari d'aquests sistemes s'ha adaptat a diversos tipus de maquinari des d'arquitectures client-servidor fins a computadores d'escriptori aïllats. Per a les consultes espacials el maquinari és útil per a efectuar el processament de les operacions que amb base a algorismes solucionen les relacions entre geometries. Dins del maquinari es troben els perifèrics d'entrada i sortida de dades. I un que adquireix molta importància en l'evolució dels SIG, és la taula digitalitzadora, mitjançant la qual es poden introduir dades d'informació gràfica que esta en paper (plànols).
- Programari: proporciona les eines i funcions necessàries per a emmagatzemar, analitzar i desplegar la informació geogràfica, per això es necessiten elements principals de programari els quals són:
 - o Eines per a l'entrada i manipulació d'informació geogràfica.
 - o Un sistema d'administració de base de dades (DBMS Data Base Management System).
 - o Eines que suporten consultes, anàlisi i visualització d'elements geogràfics.
 - o Una interfície gràfica d'usuari (GUI Graphical User Interfície) de manera que faciliti l'accés a les eines anteriorment esmentades.
- Dades geogràfiques: es refereix a l'element principal per a aconseguir una correcta informació. És a dir una vegada conegut l'objecte del model del món real, s'identifiquen les propietats que el formen, per exemple, els seus atributs que es refereixen als elements descriptius i el tipus de geometria com l'element espacial. En les consultes espacials és necessari conèixer el tipus de geometria entre els objectes del món real que es relacionen topològicament.
- Equip Humà: són les persones que s'encarreguen d'administrar el sistema així com de desenvolupar un projecte basat en el món real, entre els que s'involucren analistes, administradors, programadors, i usuaris. Per exemple, per a les consultes espacials, aquestes persones es refereixen als qui proporcionen la informació font, realitzen l'edició de la informació, implementen els algorismes

útils per a resoldre les consultes espacials i els usuaris finals que es beneficien de l'aplicació o projecte elaborat.

- Mètodes: són els plans d'un bon disseny i les normes per part de l'empresa, els quals són models i pràctiques d'operació de cada organització. Aquest últim es basa en els estàndards reconeguts per a aspectes geogràfics, que suggereixen les mesures a adoptar per a un determinat enfocament d'aplicació i d'aquesta manera abonar la seva forma de treball. Per exemple en les consultes espacials es refereix als models per a implementar les relacions topològiques entre objectes del model del món real basats en un model d'objectes geomètrics.

Els components esmentats tenen la finalitat d'establir l'estructura d'un SIG i en concordança amb això implementar aplicacions que recolzen la presa de decisions com per exemple les consultes espacials, reiterant que aquesta aplicació per si sola no reflecteix la solució, sinó que és interpretada per la persona responsable de decidir. Encara que tots ells han de complir amb la seva comesa perquè el sistema sigui funcional, hi ha diferències en quant a la seva importància relativa. Al llarg del temps, el pes de cada un dels elements dins d'un projecte SIG ha anat canviant mostrant una clara tendència: mentre els equips informàtics condicionen cada vegada menys els projectes SIG, per l'abaratiment de la tecnologia, les dades geogràfiques es fan cada vegada més necessaris i són les que consumeixen avui en dia la major part de les inversions en termes econòmics i de temps. Així, avui en dia el condicionant principal a l'hora d'afrontar qualsevol projecte basat en SIG el constitueix la disponibilitat de dades geogràfiques del territori a estudiar, mentre que fa deu anys ho era la disponibilitat d'ordinadors potents que permetessin afrontar els processos de càlcul involucrats en l'anàlisi de dades territorials.

Però a més de ser un factor crucial, la informació geogràfica és al seu torn l'element diferenciador d'un Sistema d'Informació Geogràfica enfront d'un altre tipus de Sistemes d'Informació; així, la particular naturalesa d'aquest tipus d'informació conté dues vessants diferents: d'una banda està la vessant espacial i per un altre la vessant temàtica de les dades.

Mentre altres Sistemes d'Informació (com per exemple pot ser el d'un banc) contenen només dades alfanumèriques (noms, direccions, nombres de compte, etc.), les bases de dades d'un SIG, han de contenir a més la delimitació espacial de cada un dels objectes geogràfics. Per exemple, un llac que té la seva corresponent forma geomètrica plasmada en un pla, té també altres dades associades com a nivells de contaminació.

Per tant, el SIG ha de treballar al mateix temps amb dues parts d'informació: la seva forma perfectament definida en el pla i els seus atributs temàtics associats. És a dir, ha de treballar amb cartografia i amb bases de dades al mateix temps, unint ambdues parts i constituint amb tot això una sola base de dades geogràfiques. Aquesta capacitat d'associació de bases de dades temàtiques junts amb la descripció espacial precisa d'objectes geogràfics i les relacions entre els mateixos (topologia) és el que diferencia a un SIG d'altres sistemes informàtics de gestió d'informació.

2.1.2. SIG comparat amb altres sistemes.

Els SIG són sovint confosos, en àmbits no professionals, amb altres sistemes d'informació com ara els CAD o les BD que contenen informació geogràfica. En aquest apartat es veuran les seves similituds i diferències. En l'apartat 2.1.2.1. es comparen un CAD i un SIG i en l'apartat 2.1.2.2. es contraposen una BD i un SIG.

2.1.2.1. Sistemes CAD i SIG.

Els sistemes CAD estan pensats per al desenvolupament de dissenys gràfics i es concentren en la representació i la manipulació d'informació visual (línies, punts i polígons). Els SIG també treballen amb informació gràfica, però el seu principal objectiu no és el disseny de la imatge sinó l'anàlisi de la informació geogràfica.

Ambdós sistemes treballen amb coordenades per referenciar els objectes dins de l'espai. Tots dos treballen també amb informació alfanumèrica, tot i que les possibilitats d'anàlisi de la informació gràfica dels CAD són molt limitades. Un punt a destacar és que els CAD no proporcionen mètodes específics per a determinar les relacions espacials entre objectes, la qual cosa els fa menys eficients en aquest tipus d'anàlisi. Dit d'una altra manera, els CAD no treballen amb les relacions topològiques dels elements.

També existeixen diferències, pel que fa a la integració i a la combinació de diferents tipus d'informació temàtica relativa a la mateixa àrea geogràfica. En els SIG podem organitzar aquesta informació en cobertures.

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

2.1.2.2. Sistemes de BD i SIG.

Tot i que el SIG guarda la informació, tant geogràfica com alfanumèrica en una BD, no cal confondre'l amb el que seria una BD amb coordenades. Els sistemes de BD estan desenvolupats per a la manipulació de dades alfanumèriques, per ells mateixos no tenen la capacitat de realitzar relacions i càlculs amb informació gràfica.

En una BD amb coordenades trobarem a faltar totes les eines per a la visualització i tractament d'informació gràfica que sí que posseeixen els SIG. D'altra banda, tots els SIG tenen una BD pròpia o poden connectar-se a un sistema extern per manipular i emmagatzemar la informació.

2.1.2.3. Resum.

A la figura 1 es mostra un quadre resum que compara els sistemes SIG, CAD i BD amb coordenades. S'hi pot veure una columna per a cadascun d'aquests elements i s'hi comparen els següents punts:

- Eines gràfiques, fa referència a la capacitat de treballar amb imatges.
- Objectes gràfics referenciats amb coordenades, mostra si el sistema permet referenciar els objectes gràfics amb coordenades.
- L'anàlisi d'informació alfanumèrica, és la capacitat de realitzar càlculs i operacions amb dades no gràfiques.
- Els mètodes per determinar relacions espacials entre objectes s'utilitzen, per exemple, per determinar si dues línies es tallen.
- L'agrupació d'informació per àrea geogràfica, fa referència a la capacitat d'agrupar objectes en una determinada zona, ja siguin gràfics o alfanumèrics.

	SIG	CAD	BD
Eines gràfiques	SI, però bàsiques	SI, és el seu principal objectiu	NO
Objectes gràfics referenciats amb coordenades	SI	SI	NO
Anàlisi d'informació alfanumèrica	SI	SI, molt limitades	SI
Mètodes per determinar relacions espacials entre objectes	SI	NO	NO
Agrupació d'informació per àrea geogràfica	SI	NO	NO

Figura 1: Taula comparativa entre SIG, CAD i BD amb coordenades

2.1.3. Treballar amb un SIG.

En el darrer apartat d'aquest punt s'expliquen aspectes del funcionament pràctic d'un SIG. Primer s'exposa quins tipus d'informació es pot trobar. A continuació s'explica com s'organitzen els diferents objectes per poder treballar amb ells i finalment com es pot obtenir informació geogràfica.

2.1.3.1. Tipus d'informació amb que treballa.

Un SIG ha de tenir les eines necessàries per emmagatzemar i manipular qualsevol objecte que hi hagi en la superfície terrestre. Ha de poder guardar la mida (alçada, amplada i llargada) i la posició de l'objecte.

A més, també ha de ser capaç de tenir informació sobre diferents atributs. Per exemple, pot ser interessant obtenir informació sobre el color, la composició o la temperatura. Bàsicament un SIG treballa amb dos tipus d'atributs per als objectes: gràfics i alfanumèrics (no gràfics). S'ha de remarcar que els dos tipus d'atributs estan relacionats entre ells.

- Atributs gràfics: els atributs gràfics són les representacions dels objectes geogràfics associats amb les seves localitzacions en el món real. La representació dels objectes es fa mitjançant punts, línies o àrees.
- Atributs alfanumèrics: els atributs alfanumèrics corresponen a les descripcions, qualificacions o característiques que serveixen per definir els objectes.

2.1.3.2. Organització dels objectes en una cobertura.

Donat l'ampli ventall d'objectes i atributs que poden ser descrits dintre dels SIG es fa necessari la classificació dels mateixos de forma ordenada i esquemàtica. Aquest sistema de classificació ha de permetre agrupar els objectes en funció dels seus atributs comuns. Una cobertura no és més que un sistema de classificació sota el qual s'agrupen objectes que poden ser descrits mitjançant el mateix grup d'atributs.

El detall dels atributs descriptors pot variar en funció de la finalitat del sistema d'informació geogràfica. Per exemple, la cobertura "carreteres" pot incloure diferents nivells de carreteres segons la seva nomenclatura (Nacionals, locals, comarcals) o bé pot ser definit dintre d'una altra cobertura que inclogui diferents classes d'infraestructures (xarxa ferroviària, xarxa viària, rutes marítimes).

Per tal de definir els tipus de cobertures necessàries en un SIG determinat caldrà:

- Identificar quina serà la funció del SIG
- Identificar quines dades intervindran al SIG
- Identificar les característiques o atributs de les dades amb els quals haurà d'operar.
- Identificar el model espacial més adequat per treballar amb el tipus de dades definides.

2.1.3.3. Obtenció de la informació.

La informació amb què treballa un SIG es troba en dos tipus de formats, en format *raster* o en format vectorial. En el punt 2.4 s'aprofundeix en aquests dos tipus.

Els formats *raster* s'obtenen a partir d'imatges o mapes del món real que es digitalitzen mitjançant escàner, imatges de satèl·lit, fotografies aèries, càmeres de vídeo digital, etc.

En canvi el format vectorial es representa per mitjà de rectes, vectors, punts o polígons. En aquest cas la captura de la informació es fa mitjançant taules de digitalització, entrades de dades alfanumèriques o sistemes de geoposicionament global (GPS), entre d'altres.

2.1.4. Aplicacions dels SIG.

Avui en dia els SIG's s'utilitzen en molts de sectors, com per exemple:

- Cartografia automatitzada: les entitats públiques han implementat aquest component dels SIG en la construcció i manteniment de plànols digitals de cartografia.
- Gestió de infraestructures: els utilitzen les empreses encarregades del desenvolupament, manteniment i gestió de xarxes d'aigua, electricitat aigua, telèfons, claveguerams, etc. Aquests sistemes solen emmagatzemar informació relativa a la connectivitat dels elements representats gràficament, per a poder fer un anàlisi posterior.
- Gestió territorial: faciliten tasques de manteniment d'infraestructures, mobiliari urbà, etc., i permeten realitzar una optimització en els treballs de manteniment d'empreses de serveis. Ofereixen també la possibilitat de generar, de forma automàtica, documents amb informació gràfica i alfanumèrica com les cèdules urbanístiques, cadastral, etc.
- Medi Ambient: aplicacions implementades per institucions de medi ambient i empreses d'enginyeria, que faciliten l'avaluació del impacte mediambiental dels projectes que s'han d'executar. Integrats amb sistemes d'adquisició de dades

permeten l'anàlisi en temps real de la concentració de contaminants, a fi de prendre les precaucions i mesures adequades. També faciliten una ajuda fonamental en treballs com repoblacions forestals, planificació d'explotacions agrícoles, estudis de representativitat caracterització d'ecosistemes, estudis de fragmentació, estudis d'espècies, etc.

- Equipament social: implementació d'aplicacions SIG dirigides a la gestió de serveis d'impacte social, com serveis sanitaris, centres escolars, hospitals, etc., subministren informació sobre els centres ja existents en una determinada zona i ajuden a la planificació per a la localització de nous centres. Un bon disseny i una bona implementació d'aquests SIG augmenten la productivitat al optimitzar recursos, ja que permeten assignar de forma adequada i precisa els centres als usuaris i cobrir de forma eficient la totalitat de la zona d'influència.
- Recursos miners: el disseny de aquests SIG faciliten el maneig d'un gran volum d'informació generada durant anys d'explotació intensiva, subministrant funcions per a la realització d'anàlisi d'elements puntuals (sondejos o punts topogràfics), lineals (perfils, l'estès elèctric), superfícies (àrees de explotació) i volums (capes geològiques). Faciliten eines de modelització de les capes o formacions geològiques.
- Trànsit: utilitzats per a la conducta del trànsit determinant models de circulació per una via en funció de les condicions de trànsit i longitud. Assignant un cost als nodes (o punts) en els quals pot existir un semàfor, es pot obtenir una informació molt útil relacionada amb l'anàlisi de xarxes, com esbrinar els camí més curt en distància o temps entre dos punts.
- Demografia: utilitzat en el control de característiques demogràfiques, i en concret en la seva distribució espacial, per a la presa de decisions. Per exemple analitzar el lloc idoni per a la implantació de negocis o serveis públics, zonificació electoral, etc.

De fet cada vegada més en qualsevol organització, empresa, institució, que hagi de fer algun tipus d'anàlisi espacial, és recomanable la utilització d'un SIG.

2.2. Topologia.

A continuació es parlarà de la topologia. Es farà una breu definició, es descriurà el model topològic i finalment, s'enumeraran alguns avantatges e inconvenients.

2.2.1. Definició.

La topologia es una disciplina matemàtica que estudia les propietats dels espais topològics i les funcions contínues. La topologia s'interessa per conceptes com proximitat, nombre de forats, el tipus de consistència que presenta un objecte, comparar objectes i classificar, entre altres múltiples atributs on destaquen la connectivitat, metricitat, compacitat, etc.

En el context dels SIG, topologia fa referència a les propietats de adjacència, inclusió, connectivitat i proximitat, és a dir, propietats no mètriques i que es mantenen invariables davant de canvis morfològics, d'escala o de projecció.

2.2.2. Model.

Entre els models topològics tenim: model codificat independent dual, estructura arc-node, estructura relacional, estructura gràfica de línia digital. A diferència de la geometria, el model topològic només descriu les formes geomètriques en termes de relació de nodes, arcs i polígons:

- Node: punt en el que es troben dos o més línies. Es diferencia dels vèrtexs, en que aquests últims es fan servir per al traçat de les línies.
- Arc: conjunt de segments entre dos nodes, conegut també amb el nom de polilínia, on cada segment és una línia –normalment recta– entre cada dos vèrtexs.
- Polígon: superfície tancada per arcs.

En la figura 2 es pot veure un exemple de la representació gràfica dels elements citats anteriorment.

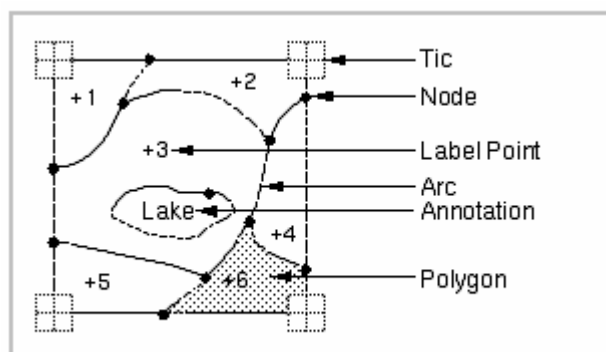


Figura 2: Mostra de node, arc i polígon.

2.2.3. Avantatges i inconvenients.

Els principals avantatges de l'ús d'un model topològic per a representar les relacions espacials entre elements geogràfics són:

- Eliminació de dades espacials redundants.
- Definició i compliment de regles d'integritat de dades.
- Consulta de relacions espacials entre elements i navegació.
- Acceleració de la geometria computacional, amb el conseqüent augment d'eficiència en les consultes de relacions espacials i la navegació.

El gran inconvenient és que cada element espacial té una gran quantitat d'informació estàtica associada, llavors cada vegada que es fa una modificació d'un element s'ha de refer tot el model topològic. Tot i que el SIG ho fa automàticament, si el volum d'elements geogràfics és molt alt, el procés de reedició serà molt lent.

2.3. Cartografia.

En aquest capítol es defineix la ciència de la cartografia i les eines que utilitza per tal de representar la superfície de la Terra i situar diferents elements en aquesta superfície. Es realitzarà una petita introducció definint el concepte de cartografia, a més, es comenten els conceptes introductoris, com els que fan referència a la forma de la Terra, i les projeccions. També es tractaran els principals sistemes de coordenades.

2.3.1. Introducció.

Com a cartografia s'entén la ciència que tracta la representació de la Terra sobre un mapa. En aquest capítol es traçaran els diferents passos que cal fer per representar la superfície de la Terra en un pla, tenint en compte que la pròpia superfície de la Terra es deriva d'un espai en tres dimensions.

2.3.1.1. La forma de la terra.

La primera consideració que cal tenir en compte és que la forma de la Terra no es pot associar estrictament a una figura geomètrica que pugui ser definida matemàticament ja que no és una esfera perfecta sinó que pateix un lleuger aplanament a la zona dels pols i petites irregularitats en la seva superfície, que es corresponen amb discontinuïtats pròpies de l'escorça terrestre. Aquesta forma irregular s'anomena geoide i s'aproxima bastant a un el·lipsoide (figura 3) de revolució, figura geomètrica representable matemàticament.

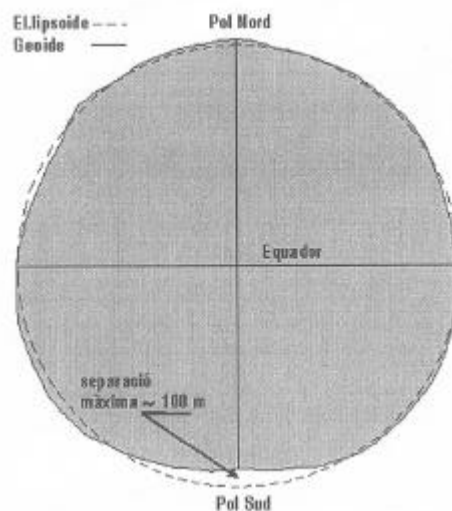


Figura 3: Comparació entre l'el·lipsoide i el Geoide

Tot i que la desviació entre la forma d'ambdós cossos s'ha de tenir en compte en la realització de treballs geofísics, als treballs cartogràfics, depenen del que es vulgui fer, resulta mínima i per facilitar els càlculs s'assumeix que la forma de la Terra és una esfera.

Un el·lipsoide es una forma tridimensional creada a partir de una el·lipse de dos dimensions. La el·lipse és una forma ovalada, amb un eix major i un menor. Si la el·lipse gira, la forma de rotació de la figura és esferoidal.

S'anomena *datum* al sistema de referència que consisteix en un conjunt de paràmetres de referència que relacionen el punt d'origen de l'el·lipsoide i del geoide amb

la seva localització geogràfica, així com també la direcció del sistema. Els paràmetres que formen aquest sistema de referència, són:

- L'el·lipsoide de referència utilitzat.
- Les coordenades geogràfiques (latitud i longitud) d'un punt escollit, anomenat "fonamental".
- L'azimut d'una línia traçada a partir del punt "fonamental".
- Opcionalment, la deflexió vertical.

2.3.1.2. El traspàs a un pla.

La transformació d'un cos en tres dimensions en un altre de dues dimensions és unprocés que donarà com a resultat un element deformat respecte al cos original. Per tal de controlar les deformacions aplicades i reduir d'aquesta manera l'error sistemàtic és necessari tenir en compte els següents passos:

1. Definir l'escala de representació. En la reducció fictícia de la Terra a un globus model de radi R , totes les dimensions dels objectes geogràfics es redueixen proporcionalment, però en el procés de trasllat del globus al pla es perd la uniformitat, per la qual cosa no hi ha cap mapa que pugui mantenir una escala uniforme. La desviació de l'escala de referència del globus en cada punt del pla de projecció es mesura mitjançant el factor d'escala, que no és altra cosa que un quocient entre distàncies homòlogues en el globus i el mapa.
2. Realitzar l'aplanament sistemàtic del cos tridimensional per transformar-lo en un cos bidimensional. Aquest pas implica definir un sistema de projecció del cos i concretar el punt central de referència de l'esfera. Per tal de projectar un cos es poden fer servir tres tipus de sistemes de projecció que són: Equatorial, obliqua i polar. Es diferencien en funció de la situació relativa de l'esfera i el cos desenvolupable, o pla del mapa. A la projecció equatorial el pla del mapa és paral·lel a un meridià de la Terra; a la projecció obliqua el pla del mapa és perpendicular a un arc de gran cercle de la Terra (el qual resulta d'intersectar la Terra amb un pla que contingui el seu centre en qualsevol orientació), i a la projecció polar el pla del mapa és perpendicular a un meridià de la Terra. A la figura 4 es pot observar un exemple del tres tipus de projecció un cop realitzada l'aplicació de la projecció sobre el desenvolupament d'un cilindre.



Figura 4: Intersecció pla-cilindre en projecció equatorial, obliqua i transversal.

Les projeccions poden tenir diverses propietats, però les més valorades són l'equivalència i la conformitat. Ambdues propietats són excloents i, per tant, no són presents alhora en cap sistema de projecció. Una projecció equivalent és aquella en la qual es mantenen les dimensions en superfície dels objectes (Figura 5.a). Una projecció conforme és aquella en la qual es mantenen els angles en comptes de les dimensions (Figura 5.b). En relació als cercles que es mostren (indicatius de Tissot) a les figures esmentades, cal dir que presenta un patró general de la deformació, no es veu afectat per la rotació de la retícula. La distorsió només depèn de la coordenada vertical.

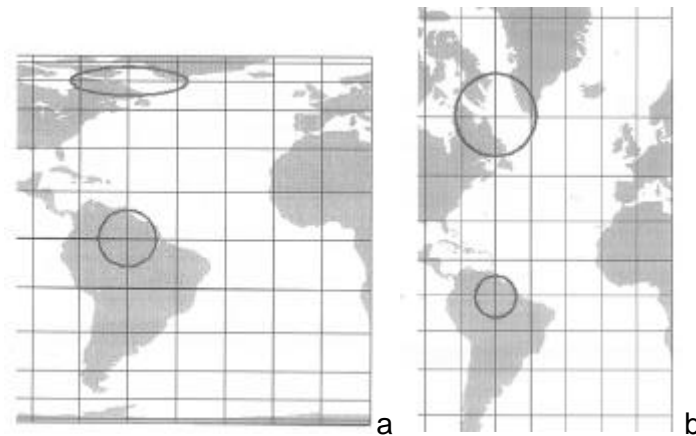


Figura 5: Exemple d'equivalència i de conformitat

3. Aplicar una funció de transformació adequada que permeti conservar determinades propietats de l'esfera al mapa.

2.3.1.3. Projeccions històriques.

Al llarg dels anys, els experts en cartografia han utilitzat diferents sistemes de projecció per realitzar els seus mapes, a continuació es resumeixen els més usuals.

Plate Carrée

Es tracta d'una projecció cilíndrica equatorial (figura 6): El pla del mapa neix del desenvolupament total del globus mitjançant el contacte tangencial al llarg de l'Equador. En aquest sistema de projecció tots els meridians projectats tenen una llargada idèntica i igual a la llargada de l'Equador.

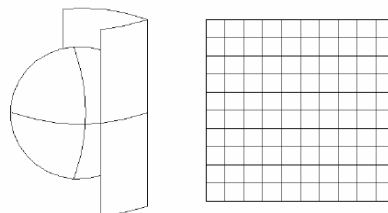


Figura 6: Projecció cilíndrica equatorial de Plate Carrée.

Tots els meridians ofereixen un factor d'escala 1 ja que no pateixen modificacions respecte a la seva llargària original al globus model. S'intersecten amb els meridians a intervals iguals i el resultat és una quadrícula perfecta que representa la realitat deformant la longitud dels paral·lels ja que semblen de la mateixa longitud quan al globus model no ho són.

Sinusoidal

Es tracta d'una projecció pseudo-cilíndrica que consisteix en dibuixar l'Equador i tots els paral·lels amb llargada idèntica a la que tenen en el globus model. Per tant, el meridià central serà l'únic que conservarà la seva llargada original en el pla de projecció (figura 7). El factor d'escala sobre els paral·lels és la unitat i els meridians no conserven l'escala, tret del central. El factor d'escala dels meridians va en augment d'est a oest del planisferi, prenent com a referència el centre.

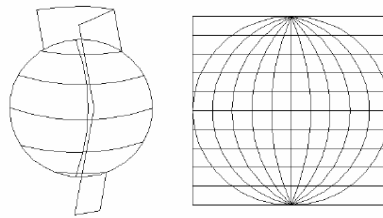


Figura 7: Projecció pseudo-cilíndrica equatorial Sinusoidal.

Lambert

Es tracta d'una projecció ortogonal equatorial en la que el factor d'escala dels paral·lels augmenta a mesura que ens allunyem de l'equador i és infinit als pols (figura 8). Alhora, el factor d'escala dels meridians disminueix des de l'Equador fins els Pols.

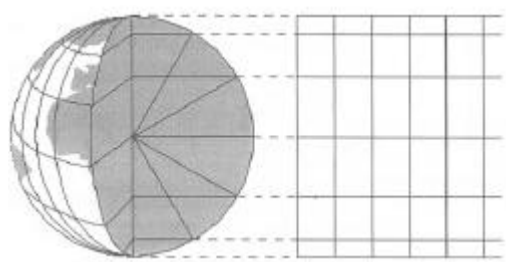


Figura 8: Projecció ortogonal equatorial Lambert LH.

Estereogràfica Azimutal

Aquesta projecció es construeix projectant tots els punts des d'un "punt de visió" al costat oposat de la terra, des del centre de la projecció. Igual que en totes les projeccions conformes, aquesta té un significat particular ja que s'utilitza algunes vegades com a base per a mapes nacionals, sobretot en països petits o illes (figura 9). La projecció estereogràfica s'utilitza com a complement a la Transversa Mercator per sobre de les latituds de 80° , on es coneix com la projecció estereogràfica polar universal.

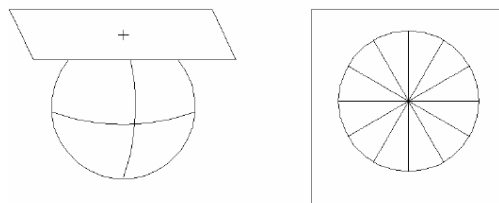


Figura 9: Projecció estereogràfica Azimutal.

Mercator

Es tracta d'una projecció creada per a l'ús en la navegació, per la qual cosa sobre un mapa amb aquesta projecció qualsevol recta és una línia de rumb constant, la de major utilitat per al navegant (figura 10). El factor d'escala dels mateixos augmenta a mesura que s'allunya de l'Equador i és infinita als Pols. Alhora, el factor d'escala dels meridians també augmenta fins a l'infinit als Pols.

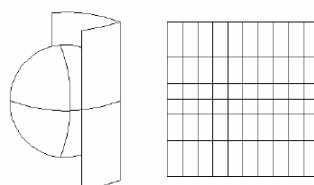


Figura 10: Projecció Mercator.

Transversa Mercator

La projecció transversa Mercator va ser desenvolupada per J.H. Lambert (1728-1777) i va permetre formalitzar un sistema de coordenades específic associat a la projecció anomenat Xarxa Universal Transversal Mercator. Es tracta d'una projecció transversa en la qual el meridià central de la projecció i el seu antimeridià són les úniques línies que conserven la seva longitud real respecte el globus de referència (figura 11). És una projecció conforme, donat que el factor d'escala és igual en totes les direccions.

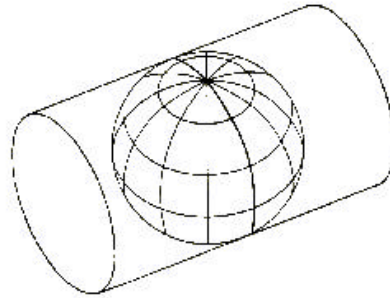


Figura 11: Projecció Transversal Mercator.

2.3.2. Sistemes de coordenades.

Els sistemes de coordenades són l'eina que permet localitzar un punt sobre l'esfera terrestre. Els diferents sistemes de coordenades es basen en la relació entre meridians i paral·lels que permeten la projecció del globus sobre el pla del mapa.

2.3.2.1. Latitud-longitud.

El sistema Latitud – Longitud és la forma bàsica de situar qualsevol punt sobre la superfície de la terra a partir d'uns plans de referència (un meridià i un paral·lel) i en funció de la desviació angular que pateix el punt respecte aquests plans. Aquesta localització és possible per l'assimilació de la Terra a una esfera, que és un cos de radi constant.

La diferència de longitud ($\Delta\lambda$ a la figura 12) és el valor de l'angle format entre un pla de meridià inicial de referència i qualsevol altre pla de meridià que contingui el punt del qual es vol conèixer la seva longitud.

La diferència de latitud ($\Delta\phi$ a la figura 12) és l'angle format per una línia disposada radialment en el pla d'un paral·lel de referència i una línia que uneixi el centre de la Terra amb el punt de la seva superfície del qual se'n vol precisar la latitud (figura 11).

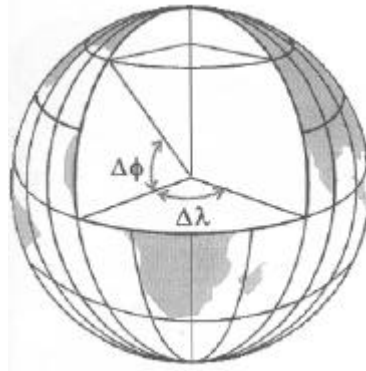


Figura 12: Diferència de longitud ($\Delta\lambda$) i latitud ($\Delta\phi$) d'un punt situat sobre la superfície de la Terra.

2.3.2.2. Xarxa de coordenades bidimensional.

La xarxa de coordenades bidimensional és un sistema de línies que es tallen perpendicularment sobre la superfície terrestre. Es numeren a partir d'un origen arbitrari i permeten situar un punt de la superfície terrestre per mitjà de les coordenades del sistema de referència (figura 13).

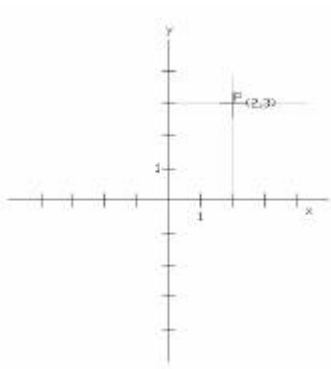


Figura 13: Xarxa de coordenades bidimensional, situant el punt $p = (2,3)$.

2.3.2.3. Xarxa UTM (Universal Transversal Mercator).

Es tracta d'un sistema de referència creat a partir del desenvolupament de la projecció del mateix nom. Atès que es tracta d'una projecció conforme conserva la forma dels objectes, és a dir, que una cel·la quadrada al mapa es correspondria amb una figura quadrada sobre el terreny (tot i que la mida de la cel·la només es correspondrà amb la de la figura damunt del meridià central escollit per a la projecció).

El sistema de coordenades UTM sempre es disposa sobre cartografia en projecció Transversal Mercator. Al Sistema UTM els casquets polars reben un tractament especial i als mapes que tracten aquesta zona a gran escala s'utilitza una projecció estereogràfica (UPS), que també és conforme.

Els fusos UTM són limitats a 84° N i a 80° S. La identificació de les coordenades mètriques es realitza per mitjà de la designació de fusos, faixes, zones UTM-UPS i per la numeració de les abscisses i ordenades de la xarxa de cada fus.

Per conèixer les coordenades UTM de qualsevol punt cal tenir en compte el següent procés:

- Cada fus rep un número que comença en el limitat pels meridians 180° W-174 ° W (fus 1) i acaba en el fus limitat pels meridians 174° E-160 °E (fus 60).
- Cada fus es subdivideix en faixes de 8 graus de diferència de latitud, excepte el més septentrional al qual se li assigna una diferència de 12 °. Els intervals s'identifiquen amb lletres de la C a la X, excloent la I i la O i reservant les lletres A i B per al casquet polar nord i la Y i la Z per al casquet polar sud (figura 14).
- Una zona UTM és un àmbit de 6 graus de diferència de longitud i 8 graus de diferència de latitud resultant de l'encreuament de fusos i faixes i representada mitjançant el número de fus i la lletra de faixa. L'àmbit geogràfic de Catalunya es correspon a la zona UTM 31 T (figura 14).
- Els meridians es numeren d'est a oest, assignant 500.000 metres Est al que es solapa amb el meridià central del fus.
- Els paral·lels es numeren de sud a nord, assignant 0 metres a l'Equador a l'hemisferi Nord o 10.000.000 metres a l'hemisferi Sud.

La quadrícula de la figura 13 representa les diferents zones de la quadrícula UTM creades a partir de la subdivisió en faixes de la latitud i la longitud. Els cercles corresponen a les zones UPS de subdivisió dels casquets àrtic (Y-Z) i antàrtic (A-B).

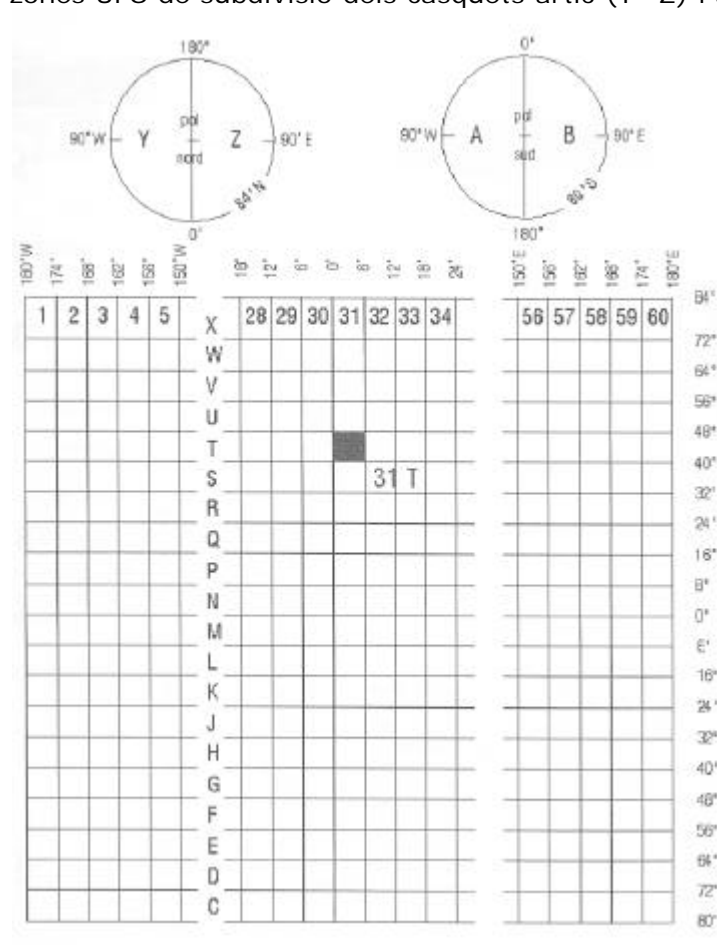


Figura 14: Localització del fus 31T corresponent a Catalunya.

2.4. Models de dades.

A continuació es descriuran dos models de dades bàsics: el *raster* i el vectorial.

2.4.1. Model *raster*.

A continuació es detallen les principals característiques del format *raster*, com s'obté informació en mode *raster*, com es tracta i emmagatzema la mateixa i finalment es resumeixen les propietats del format *raster*.

2.4.1.1. Característiques principals.

El *raster* és potser el més senzill dels dos formats. En aquest cas tots els elements són representats de la mateixa manera, mitjançant cel·les (gairebé sempre quadrades) que formen una malla, de fet *raster* significa quadrícula, malla, en anglès.

A cada cel·la se li assigna un identificador. Aquest està associat a una taula on es tenen les característiques per cada atribut. Així, a la taula es tenen parells formats per identificador i atribut.

Al codificar els diferents tipus de dades de la mateixa manera es facilita la combinació entre ells. El fet de tractar tots els elements de la superfície terrestre de la mateixa forma simplifica el treball i l'emmagatzematge de dades.

2.4.1.2. Creació de dades en format *raster*.

Per tal de crear una font de dades *raster* s'ha de seguir, bàsicament, el següent procés:

1. Dividir en cel·les el plànol original per poder treballar-hi. Cal doncs posar una quadrícula transparent a sobre del mapa o imatge original.
2. A cadascuna de les cel·les se'ls ha d'assignar un valor en funció del tipus de característiques que es volen codificar. Per exemple, si es volen codificar dades d'alçada del terreny, a cada cel·la se li assignarà una altitud.
3. Seguint l'exemple anterior, pot ser que a una mateixa cel·la se li hagin d'assignar diferents valors d'altitud. Per a solucionar-ho existeixen tres mètodes:
 - Mètode del centroïde: A cada cel·la se li assigna el valor que té el punt central de la cel·la.
 - Mètode de la característica predominant: Consisteix en assignar a la cel·la el valor més repetit en la mateixa.
 - Mètode de la característica més important: A la cel·la se li assigna el valor de la característica que es considera més important.
4. Un cop escollit el mètode d'assignació de valor aquest s'aplica sobre la malla i s'obté la informació en format *raster*.

Tot aquest procés es pot fer de formes molt automatitzades, amb escàners especials o elements de teledetecció.

Un punt important a destacar és la resolució, és a dir, la mida que tindran les cel·les del format. És un tema important en el que s'ha de trobar un equilibri entre resolució de la imatge i la mida del fitxer.

En principi, com més petita sigui aquesta mida, millor resolució es tindrà, i menys informació s'ometrà. Ara bé, com més petita és la cel·la més cel·les es tenen i, com més cel·les es tenen més informació s'ha d'emmagatzemar, com més informació s'emmagatzema més espai ocupa en memòria i més lents es fan els tractaments. Per exemple, si es vol tractar un terreny de 100 km² i es trien cel·les d'1 km² s'obtenen en total 100 cel·les. En canvi si es trien cel·les de 100 m² es tenen 1.000.000 de cel·les. Com es pot observar hi ha força diferència a l'hora de guardar els dos conjunts d'informacions.

És per això, doncs, que s'ha de trobar un punt intermig, la cel·la ha de ser prou petita per representar el nivell de detall requerit i prou gran per a que l'emmagatzemament i el processament de les dades sigui eficient.

2.4.1.3. Organització de les dades.

En el format *raster* cada característica s'ha de considerar per separat. Així, si es volen tractar diferents atributs s'hauran de tenir diferents mapes. Cadascun d'aquest mapes s'organitza com a capes que es poden anar superposant per augmentar el nivell d'informació.

Com ja s'ha vist, els fitxers *raster* tendeixen a ser molt grans i més quan es volen emmagatzemar diverses cobertures. En principi s'ha de guardar un número identificador per cada cel·la així com la seva corresponent taula d'atributs.

Per disminuir la mida d'aquests fitxers s'han d'utilitzar tècniques de compressió, algunes de les quals són habituals en els treballs informàtics, com pot ser l'algorisme Lempel-ziv Welch (LZW).

2.4.1.4. Resum de les propietats.

A continuació es resumeixen els avantatges i desavantatges del format *raster*:

- Avantatges:
 1. Simplicitat de treball i emmagatzematge de les dades.
 2. Es poden obtenir formats *raster* de manera automatitzada.
 3. Facilitat de combinació de diferents tipus de dades.
- Desavantatges:
 1. Fitxers de mida molt gran.
 2. La qualitat gràfica ve determinada per la resolució.
 3. S'han d'utilitzar tècniques de compressió.

2.4.2. Model vectorial.

Després de veure el format *raster* es detallen les característiques del format vectorial i es resumeixen les seves propietats.

2.4.2.1. Característiques principals.

A diferència del format *raster*, en el format vectorial no es tracten tots els punts de la mateixa manera, sinó que s'intenta aproximar els objectes existents a la realitat

mitjançant components vectorials (punts, línies i polígons). És a dir, és com si es creés un esquema de la realitat. Aquest tipus de representació es caracteritza per representar els elements i els seus límits.

Cada tipus d'element es representa d'una forma, així per als punts s'emmagatzemen el seu identificador i les seves coordenades. Per una línia es guarden un identificador i una sèrie de punts, destacant el punt inicial i el punt final. Finalment per un polígon es guarda també un identificador i la línia que el defineix. Aquest fet provoca que els mapes vectorials tinguin fitxers d'emmagatzematge de mida petita.

En canvi, pel que fa a la BD, la seva complexitat és elevada donat que els elements s'emmagatzemen de forma diferent segons el seu tipus (línia, polígon, etc.). També és té més complexitat a l'hora de combinar dades vectorials de tipus diferents, és més complicat unir dues fonts d'informació en format vectorial que no en format *raster*.

Tanmateix resulta fàcil relacionar objectes del mateix tipus, per exemple fer operacions amb dues línies en format vectorial.

2.4.2.2. Resum de propietats del model vectorial.

A continuació es resumeixen les avantatges i desavantatges del format vectorial:

- Avantatges:
 1. Fitxer d'emmagatzemament de mida petita.
 2. Molta precisió per representar les dades originals.
 3. Facilita les relacions entre objectes del mateix tipus.
- Desavantatges:
 1. Alta complexitat quan es crea una BD per emmagatzemar la informació.
 2. Quan es volen combinar diferents tipus de dades resulta complex.

2.4.3. Comparació dels models *raster* i vectorial

Com s'ha vist, és bastant diferent emmagatzemar la informació en format *raster* o vectorial. A la figura 15 es pot veure la taula d'avantatges i desavantatges dels dos formats.

	AVANTATGES	DESAVANTATGES
RASTER	Simplicitat de treball i emmagatzematge de les dades. Es poden obtenir formats <i>raster</i> de manera automatitzada. Facilitat de combinació de diferents tipus de dades.	Fitxers de mida molt gran. La qualitat gràfica ve determinada per la resolució. S'han d'utilitzar tècniques de compressió
VECTORIAL	Fitxer d'emmagatzemament de mida petita. Molta precisió per representar les dades originals. Facilita les relacions entre objectes del mateix tipus.	Alta complexitat quan es crea una BD per emmagatzemar la informació. Quan es volen combinar diferents tipus de dades resulta complex.

Figura 15: Taula comparativa formats *raster* i vectorial.

En resum, segons com es vol treballar amb la representació es tria una forma o l'altra.

El format *raster* resulta més apropiat per obtenir mapes on es necessita conèixer el terreny amb precisió. Per exemple, una empresa que hagi de treballar amb els diferents elements d'un terreny per calcular per on és més apropiat passar una canonada.

En canvi, el format vectorial resulta més adient per obtenir mapes amb alta precisió. Per exemple, si es volen representar les carreteres d'una comarca per saber exactament quin és el seu recorregut.

3. GEOMEDIA PROFESSIONAL.

En aquest apartat s'analitzen els trets més destacats de GEOMEDIA PROFESSIONAL de cara a la seva utilització en el treball pràctic. Es dona una descripció general del producte i es comenten els seus principals components. Seguidament es mostra com es manipulen les imatges *raster* i es tracten les dades en general.

3.1. Característiques principals.

En aquest punt s'introdueix globalment GEOMEDIA PROFESSIONAL. Primer de tot es farà una descripció general i seguidament s'explicaran els principals components.

3.1.1. Descripció general.

GEOMEDIA PROFESSIONAL és un SIG de nova generació que es basa en la tecnologia JÚPITER, també de la casa INTERGRAPH. Està dissenyat per treballar en sistemes operatius MICROSOFT WINDOWS, concretament en WINDOWS 2000 i WINDOWS XP.

Aquest SIG permet combinar dades geogràfiques de diferents procedències, en formats diferents i amb projeccions de mapes diferents. A més, tots aquests elements es poden treballar des d'un mateix *GeoWorkspace*.

Un cop creat un *GeoWorkspace* pot ser configurat per adaptar-lo a les necessitats. Per exemple, es poden canviar les propietats del sistema de coordenades o inserir una imatge *raster*, què en GEOMEDIA PROFESSIONAL, pot ser utilitzada, bàsicament, com a fons de les dades geogràfiques.

Les dades es desen en magatzems i s'accedeix a aquests creant connexions des del *GeoWorkspace* a un o més magatzems. En un magatzem es guarda tant la informació geomètrica (gràfica) com la informació d'atributs (alfanumèrica)

Els diferents objectes del SIG s'anomenen entitats i aquestes s'organitzen en classes d'entitat. A la finestra de mapa les entitats es representen gràficament mentre que a la finestra de dades es mostren els seus atributs.

També es poden crear consultes per obtenir la informació que es vol o crear mapes temàtiques on observar millor la informació que interessa.

Per tal de visualitzar la geometria a la finestra de mapa s'afegeixen entrades a la llegenda. La llegenda és el centre de control de la finestra de mapa.

GEOMEDIA PROFESSIONAL permet obrir informació en format CAD per al seu tractament, a més, permet dissenyar sortides de dades específiques per impressora amb diferent configuració de la què es té a l'àrea de treball.

3.1.2. GEOWORKSPACE.

GeoWorkspace és l'entorn on es realitza tot el treball amb GEOMEDIA PROFESSIONAL. S'anomena *GeoWorkspace* a un fitxer que serveix per treballar i per veure dades geogràfiques. Si està connectat a un magatzem també permet col·locar dades i manipular-les.

En el seu àmbit es troben les connexions amb els magatzems i les seves dades, les finestres de mapa i de dades, les finestres de composició, les barres d'eines, la informació del sistema de coordenades i les consultes que s'hagin creat.

La configuració i les connexions que es defineixen en el *GeoWorkspace* s'emmagatzemen en un fitxer ".gws", encara que les dades reals es guarden en magatzems. Per tant, en el *GeoWorkspace* es guarda la informació de quins magatzems hi ha i on estan situats.

En aquest aspecte GEOMEDIA PROFESSIONAL demostra que és un SIG de sobretaula. Si, per exemple, es vol traspasar la informació a un altre ordinador, s'haurà de traspasar el *GeoWorkspace*, els magatzems de dades i, a més, aquests s'hauran de posar exactament en la mateixa ruta en que estaven a l'ordinador original.

3.1.3. Magatzem.

Un magatzem és una font de dades geogràfiques per a GEOMEDIA PROFESSIONAL. En un magatzem només hi haurà un tipus de dades geogràfiques, per exemple, en una magatzem només hi haurà dades ACCESS i en un altre només dades ARC/INFO: No es poden donar simultàniament els dos tipus de dades en un mateix magatzem.

Els magatzems a GEOMEDIA PROFESSIONAL es poden agrupar en:

- **Magatzems de lectura i escriptura:** De lectura i escriptura són els de tipus ACCESS, ORACLE i SQL SERVER. D'aquests, l'únic tipus de magatzem que es pot crear des del programa són els de tipus ACCESS, els altres dos s'hauran de crear des d'aplicacions externes a l'entorn. Encara que un cop creats des de l'entorn ja es poden crear les metadades i les taules.
- **Magatzems de només lectura:** Són magatzems què únicament permeten la lectura de dades. Consulteu la figura 16. L'escriptura es opcional, es a dir, es poden crear magatzems de només lectura d'ACCESS, ORACLE o SQL SERVER. A la figura 6.1. es mostra la taula completa de tipus de magatzems amb què pot treballar GEOMEDIA PROFESSIONAL. Cal destacar que es poden extraure dades de qualsevol magatzem compatible amb GEOMEDIA cap a un magatzem ACCESS. A més també es pot fer una exportació a un arxiu CAD d'uns paràmetres i d'una zona concreta.

L'escriptura es opcional, es a dir, es poden crear magatzems de només lectura d'ACCESS, ORACLE o SQL SERVER.

A la figura 6.1. es mostra la taula completa de tipus de magatzems amb què pot treballar GEOMEDIA PROFESSIONAL. Cal destacar que es poden extraure dades de qualsevol magatzem compatible amb GEOMEDIA PROFESSIONAL cap a un magatzem

ACCESS. A més també es pot fer una exportació a un arxiu CAD d'uns paràmetres i d'una zona concreta.

MAGATZEM	LECTURA	ESCRITURA	CREACIÓ
ACCESS	SI	SI	SI
MGE DATA MANAGER (MGDM)	SI	NO	NO
ARC/INFO	SI	NO	NO
MGE SEGMENT MANAGER (MGSM)	SI	NO	NO
SHAPEFILE DE ARC VIEW	SI	NO	NO
CAD – AUTOCAD	SI	NO	NO
ODBC TABULAR MICROSTATION / IGDS	SI	NO	NO
MODEL D'OBJECTES D'ORACLE FRAMME	SI	SI	NO
SQL SERVER	SI	SI	NO
MAP INFO	SI	NO	NO
SMARTSTORE SERVER	SI	NO	NO
MODULAR GIS ENVIRONMENT (MGE)	SI	NO	NO
SERVIDOR DE ARCHIVOS DE TEXTO	SI	NO	NO

Figura 16: Taula de tipus de magatzems de GEOMEDIA PROFESSIONAL.

3.1.4. Classe d'entitats.

Les classes d'entitat defineixen les unitats bàsiques de treball amb GEOMEDIA PROFESSIONAL. En una classe d'entitat es definiran el tipus d'atributs que pot tenir una entitat (3.1.4.1.). És a dir, les classes d'entitat són les taules i les entitats els registres.

Si es vol definir un arbre es crearà una classe d'entitat que serà arbre, aquesta tindrà uns atributs: Alçada, edat, coordenades de situació, etc. La classe d'entitat és aquesta estructura.

3.1.4.1. Entitats.

Les entitats són els elements amb que es treballa i segons les dades que s'estiguin representant una entitat podria ser una ciutat, un arbre en concret, una persona determinada, etc.

Cada entitat pertany a una classe d'entitat. Així, per exemple, es pot tenir una classe d'entitat que sigui Ciutat i una entitat d'aquesta classe seria Lleida. Seguint l'exemple anterior del bosc entitats serien els valors que tindrien els atributs d'un arbre en concret del bosc. Dins de GEOMEDIA PROFESSIONAL les entitats geogràfiques es representen en un mapa amb una geometria (un dibuix) i es defineixen amb atributs alfanumèrics a la BD. La figura 17 mostra entitats representades gràficament com a punts i línies.

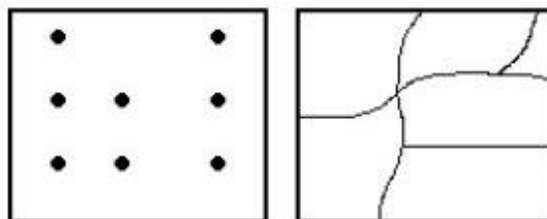


Figura 17: Entitats representades com a punts i com a línies.

3.1.5. Consultes i consultes espacials.

Les consultes són preguntes, complexes o simples, que es poden fer a un SIG. Per exemple, una consulta simple pot ser veure totes les ciutats amb més de 100.000 habitants. O es poden demanar totes les ciutats amb una població superior a 100.000 habitants i que no siguin capital de província.

Les consultes espacials afegeixen als paràmetres de consulta operadors espacials. Un exemple de consulta espacial seria la cerca de totes les cases que estiguin situades a 250 metres d'una línia de tren.

3.1.6. Finestra de mapa.

La finestra de mapa mostra la representació gràfica de les entitats o de les consultes. Cada finestra de mapa conté els següents elements: una llegenda, una fletxa nord i una barra d'escala. Aquests elements poden estar visibles o no.

3.1.6.1. Llegenda.

La llegenda és el centre de control interactiu que determina què es visualitza a la finestra del mapa. Mitjançant la llegenda es pot controlar quins objectes del mapa es visualitzaran, quin aspecte tindran i quin serà el rang de visualització. La llegenda consta de les parts següents:

- Una barra de títol que es pot activar o desactivar.
- Les entrades de la llegenda, que s'utilitzen per controlar com es mostren els objectes.

La llegenda té una entrada diferent per cada objecte del mapa. Si una classe d'entitat o consulta de disposa diversos atributs de geometria o de text, s'afegeix a la llegenda una entrada per cadascun d'ells.

Cada entrada conté un títol i una clau d'estil. Si s'activen les estadístiques de la llegenda, l'entrada mostra el número d'objectes de mapa entre parèntesis (figura 18), al costat del títol. Les claus d'estil de les classes d'entitat són dinàmiques i representen el tipus de geometria de l'entitat (punt, línia, etc.).

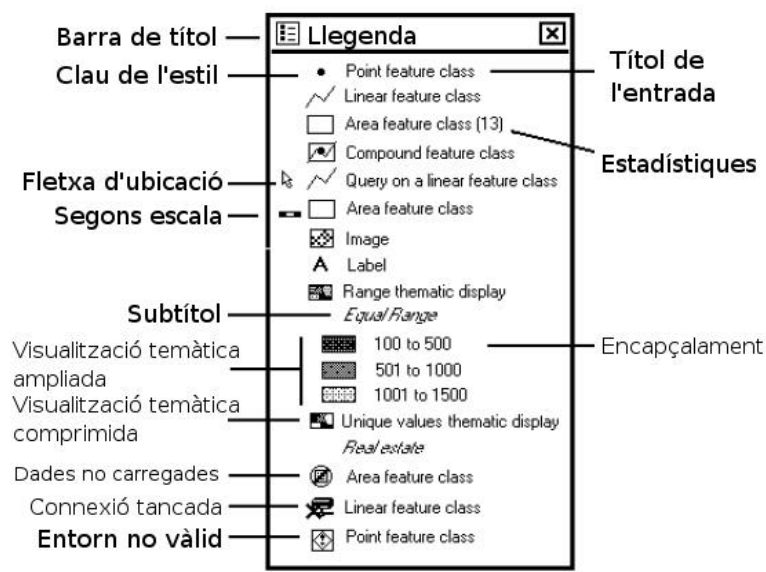


Figura 18: Descripció d'elements de la llegenda.

3.1.6.2. Fletxa nord.

La fletxa nord (figura 19) serveix de referència en el mapa en assenyalar el nord. Es pot col·locar la fletxa a qualsevol lloc dins de la finestra de mapa i la seva mida es mantindrà constant, encara que varii l'escala.

Una finestra de mapa només pot tenir una fletxa nord i es pot mostrar i ocultar per l'usuari.

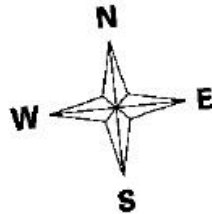


Figura 19: Exemple de fletxa nord.

3.1.6.3. Escala nominal i escala de visualització del mapa.

L'escala nominal del mapa és la proporció de l'escala del mapa per a mapes en paper. Aquesta escala ha de ser aproximadament l'escala de les dades en el moment de crear-les.

L'escala de visualització és l'escala amb què treballa la finestra de mapa. Per exemple, si s'apropa o s'allunya el zoom a la finestra de mapa, l'escala de visualització augmenta o disminueix respectivament. Es defineix també l'escala de visualització mínima què permet definir un rang d'escala en que es visualitzaran els gràfics. És a dir, quan l'escala de visualització estigui dintre del rang l'entitat es visualitzarà; si no està dintre del rang no es veurà.

3.1.6.4. Barra d'escala.

La barra d'escala indica l'escala de la finestra què s'està visualitzant. Només es pot mostrar una barra d'escala en una finestra de mapa. Igual que la fletxa nord es pot posicionar en qualsevol punt.

La barra d'escala està graduada en unitats de terra per indicar distàncies en el mapa. La figura 20 mostra diferents exemples de barres d'escala.

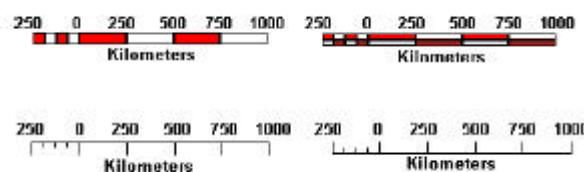


Figura 20: Exemples de barres d'escala.

3.1.6.5. Mapa temàtic.

Un mapa temàtic utilitza colors i patrons per a mostrar les característiques especials i la distribució d'entitats en la finestra de mapa. Per exemple, un mapa temàtic és un mapa de les comarques de Catalunya on, en funció de la seva població per km², cada comarca es veu d'un color determinat (a més població, color més intens).

A la figura 21 es pot veure un exemple de mapa temàtic amb els estats dels Estats Units d'Amèrica on es mostra la característica de densitat.



Figura 21: Exemple de mapa temàtic.

3.1.6.6. Filtre espacial.

Un filtre espacial defineix una àrea en una finestra de mapa. Quan s'utilitza un filtre espacial, les entitats dins de l'àrea definida es visualitzen i són accessibles només quan s'afegeixen a la finestra de mapa.

3.1.7. Finestra de dades.

Una finestra de dades conté els atributs no gràfics d'una classe d'entitat o consulta. Això equival a una taula d'entitats, on cada columna representa un atribut i cada fila una entitat de la classe d'entitat. Les dades de cada cel·la es denominen valor d'atribut. Les finestres de dades visualitzen classes d'entitat d'àrea, lineal, de punt d'imatge, compostes, de text gràfic i no gràfiques.

A la figura 22 es pot veure l'exemple d'una finestra de dades a GEOMEDIA PROFESSIONAL.

TYPE	RIVER_TYPE	STATE_FIPS	STATE_NAME	SUB_REGION
0224	Single line perennial	0242	Minnesota	WNI Cen
0224	Intermittent centerline through	0243	Montana	Mtn
0224	Perennial centerline through	0243	Montana	Mtn
0224	Single line intermittent	0243	Montana	Mtn
0224	Single line perennial	0243	North Dakota	WNI Cen
0224	Single line perennial	0242	Minnesota	WNI Cen
0224	Double line centerline	0245	Washington	Pacific
0224	Double line centerline	0245	Washington	Pacific
0224	Double line centerline	0244	Oregon	Pacific
0224	Double line centerline	0244	Oregon	Pacific
0224	Double line centerline	0245	Washington	Pacific
0224	Double line centerline	0244	Oregon	Pacific
0224	Single line intermittent	0243	Montana	Mtn
0224	Single line perennial	0243	Montana	Mtn
0224	Double line centerline	0245	Washington	Pacific
0224	Single line perennial	0243	North Dakota	WNI Cen
0224	Double line centerline	0244	Oregon	Pacific
0224	Single line perennial	0242	Minnesota	WNI Cen

Figura 22: Exemple de finestra de dades.

3.1.8. Estils.

Els estils s'utilitzen per definir com es visualitzaran les entitats i consultes a la finestra de mapa. Per exemple, en el cas d'una classe d'entitat de tipus text es tindrà una finestra on es podrà modificar el tipus de lletra, el color del text, etc. A la figura 23 es pot observar la finestra de definició d'estil.

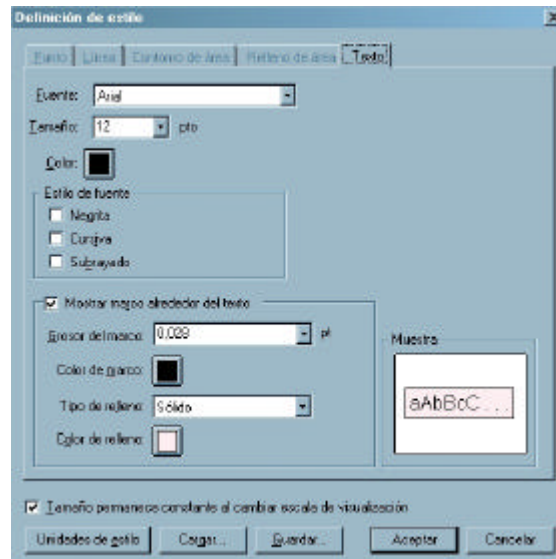


Figura 23: Finestra de definició d'estil.

3.1.9. Metadades.

Les metadades es poden definir com un conjunt de dades que determinen d'altres dades emmagatzemades. És a dir, són dades sobre les dades. La utilitat bàsica de les mateixes radica en que permet al sistema emmagatzemar propietats sobre atributs de les dades que necessàriament han de ser presents a tota base de dades si és que es pretén que estigui lligada a informació geogràfica, com ara el fus de treball de les coordenades geogràfiques o un registre de les claus primàries de les taules emmagatzemades.

Per saber quines metadades utilitza GEOMEDIA PROFESSIONAL en un magatzem és necessari crear una base de dades buida, connectar-la al *GeoWorkspace* i tornar-la a obrir mitjançant ACCESS o el magatzem que es vulgui utilitzar (ORACLE).

En el cas d'ACCESS es creen les següents taules de metadades:

- Relacionades amb el client
 - *AttributeProperties*: Descriu els tipus d'atribut per als camps que apareixen registrats a les taules creades des de GEOMEDIA PROFESSIONAL. Està relacionat amb la taula FieldLookup mitjançant el camp IndexID (figura 24).

AttributeProperties : Taula						FieldLookup : Taula		
IsKeyField	FieldDescription	IndexID	FieldFormat	FieldType	IsFieldDi	IndexID	FeatureName	FieldName
0		3		10		5	Tram	codi_tram
-1		5	General Numbe	4		9	Radar_fixe	Geometry
0		10		10		10	Radar_fixe	Geometry_Sh
-1		11	General Numbe	4		11	Radar_fixe	codi_radar_fix
-1		13	General Numbe	4		13	Radar_mobil	codi_radar_m
-1		14	General Numbe	2		14	circulacio_radar	codi_radar_m
-1		15	General Numbe	2		15	circulacio_radar	codi_tram
-1		16		10		16	Comarca	codi_comarca
0		24	General Numbe	4		24	Radar_fixe	codi_tram
0		25	Date/Time	8		25	Radar_fixe	data_inici
0		26	Date/Time	8		26	Radar_mobil	data_inici
-1		29	General Numbe	4		29	Accidents	ID1

Figura 24: Relació pel camp IndexID entre les taules AttributeProperties i FieldLookup.

- *FieldLookup*: Conté totes les columnes de les taules creades i els assigna un identificador per poder-les relacionar amb d'altres taules de metadades.
- *GFeatures*: Conté totes les taules creades.
- *GeometryProperties*: Descriu propietats de la geometria com l'identificador de sistema de coordenades o el tipus de geometria de les dades de les taules.

- Relacionades amb el tipus de geometria de del SIG:
 - *GAliasTable*: Aquesta taula informa al sistema del nom de la resta de taules de metadades.
 - *GCoordSystem*: Determina el sistema de coordenades a utilitzar amb les dades.
 - *ModifiedTables*: Conté les taules que s'han editat al llarg del procés de creació de la base de dades.
 - *ModificationLog*: Recull el moment en què s'ha dut a terme algun tipus de modificació de les taules de la base de dades.

- Relacionades amb la base de dades:
 - *GSQLOperatorTable*: Conté el tipus d'operador que es poden utilitzar en fer consultes SQL.

En el cas de que el servidor de dades sigui ORACLE, les taules de metadades utilitzades són les mateixes que les descrites tret de la taula *GSQLOperatorTable*, que és pròpia d'ACCESS, a més de dues taules que GEOMEDIA PROFESSIONAL no utilitza directament, que són:

- *GFieldMapping*: Permet anular diferents aspectes de les definicions de camps.
- *GParameters*: Conté parells de paràmetres de GEOMEDIA PROFESSIONAL relacionats amb valors d'Oracle.

3.1.10. Sistemes de coordenades.

Un sistema de coordenades proporciona la base matemàtica necessària per relacionar les entitats de l'àrea d'estudi amb les seves posicions en el món real. GEOMEDIA PROFESSIONAL admet els següents tipus de sistemes de coordenades:

- Un sistema de coordenades geogràfic (per defecte) referit a un el·lipsoide, que expressa les coordenades en forma de longitud i latitud, essent la longitud la distància angular des d'un meridià d'origen i la latitud la distància angular des de l'equador.

- Un sistema de coordenades projectat referit a un pla de projecció amb una relació amb l'el·lipsoide conegut, que expressa les coordenades en forma de X i Y, on generalment X senyala cap a l'Est (en el mapa) i Y cap al Nord en el punt triat com origen del mapa.

- Un sistema de coordenades geocèntric referit a un sistema cartesià amb centre a la terra, que expressa les coordenades com la posició d'un punt específic respecte el centre de la terra.

La figura 25 mostra la finestra de selecció de coordenades de GEOMEDIA PROFESSIONAL.

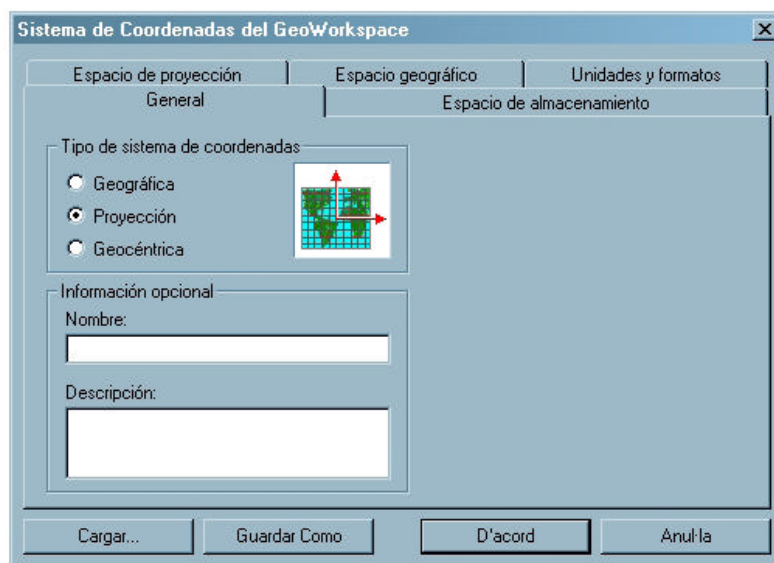


Figura 25: Finestra de selecció de coordenades.

3.1.11. Geomedia Grid.

Geomedia Grid, és una avançada eina d'anàlisis *raster* totalment integrada amb Geomedia. Permet, extraure informació significativa, entre dades aparentment desordenades. Algunes aplicacions són: flux de transit, evacuacions, inundacions, establir rutes de menor cost, etc...

3.2. Manipulació de dades.

Aquest punt informa de com manipula GEOMEDIA PROFESSIONAL. les imatges *raster*. Posteriorment s'explica el concepte de cobertura d'imatge. En el següent apartat es descriuen les eines de validació i correcció d'errors de que disposa GEOMEDIA PROFESSIONAL.

3.2.1. Imatges *raster*.

A GEOMEDIA PROFESSIONAL les imatges *raster* es guarden en classes d'entitat d'imatge. També es poden introduir imatges georreferenciades directament a una classe entitat d'imatge dins d'un magatzem definit per l'usuari.

Les imatges es poden inserir en un magatzem de lectura i escriptura i utilitzar-les com a logotip o com a fons en el *GeoWorkspace*.

Per consultar tots els tipus d'imatges *raster* que admet GEOMEDIA PROFESSIONAL veure l'Annex C.

3.2.2. Cobertures d'imatge.

L'aplicació permet crear polígons de cobertura d'una classe d'entitat d'imatge o d'una consulta.

Una cobertura d'imatge és una geometria d'àrea que representa el contorn de la imatge. Utilitzar cobertures d'imatges quan és possible, en comptes de les pròpies imatges *raster*, accelera el procés de visualització.

3.2.3. Validació i correcció de dades.

GEOMEDIA PROFESSIONAL disposa d'eines que permeten mantenir la integritat de les dades revisant la informació de la geometria, validant la geometria i la connectivitat. També es disposa d'eines per corregir dades mitjançant el retall l'extensió geomètrica fins a les interseccions, la inserció d'interseccions i la reparació de connectivitat i de geometria. A continuació es detallen les eines:

- Informació de geometria:

Permet visualitzar i editar informació de la geometria de les entitats d'un magatzem. Aquesta eina serà útil per entendre i resoldre problemes amb una entitat que es poden haver descobert en el procés de validació.

També és útil per detectar errors que no són fàcils de veure només observant. Per exemple, es pot determinar si dos punts que semblen el mateix a la finestra de mapa, ho són realment. Molts cops, les toleràncies de representació de les dades juguen males passades.

- Validar geometria:

Aquesta eina cerca en el model de dades de GEOMEDIA PROFESSIONAL errors de geometria que puguin causar problemes en altres processos. Un exemple d'error que valida l'eina es quan tenim una àrea sense tanca, un límit d'àrea que no es tanca sobre si mateixa, es a dir, l'últim vèrtex no es igual que el primer. A la figura 26. es pot observar un error d'aquest tipus.

- Reparar geometria:

La comanda "Reparar geometria" permet corregir automàticament els problemes de geometria que s'han detectat utilitzant l'eina "Validar geometria". D'aquesta manera la sortida de "Validar geometria" serveix d'entrada a "Reparar geometria". Encara que, "Reparar geometria" no pot arreglar tots els errors i deixa els no solucionats pendents per a la reparació manual. Cal dir, que això passa amb tots els SIG: no tots els problemes es corregeixen automàticament, si més no, queden marcats per la seva revisió.

- Validar connectivitat:

L'eina de "Validar connectivitat" cerca condicions anòmales causades per una digitalització inexacta, com poden ser línies massa llargues o massa curtes. Encara que aquestes condicions no són forçosament errors, s'han d'examinar per determinar si s'han de corregir o no.

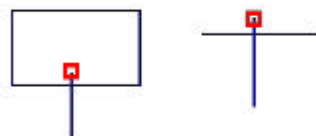


Figura 26. Exemples d'errors de connectivitat per línies massa llargues.

4. Recopilació de dades pel projecte.

Un cop acabada la part teòrica d'aquest projecte, en els apartats següents procedirem a desenvolupar la part pràctica. Aquesta part pràctica consistirà en fer un anàlisi de la relació del riu Llobregat amb la ubicació dels jaciments en l'època romana. A continuació, mostrarem la recerca d'informació dels jaciments arqueològics, els carregarem en una taula i els simbolitzarem a Geomedia. A continuació, georeferenciem els ortofotomapes, carregarem les vies romanes, digitalitzarem el traçat del riu amb l'ajuda entre altres de les corbes de nivell i finalment introduïrem la toponímia.

4.1. Recerca dades de jaciments. Simbolització de jaciments.

Primer de tot, dir que el departament d'Humanitats de la UOC ens ha facilitat un fitxer en format .xls amb la ubicació dels jaciments del riu Llobregat. En aquest fitxer podem trobar dades com: municipi, jaciment, x, y, z, tipologia, cronologia, descripció,...

Aquest fitxer ha estat dividit i distribuït pels diferents estudiants per tal de augmentar la qualitat de les dades i si s'esdevé la quantitat dels jaciments. En el meu cas en particular, les principals modificacions i aportacions van ser:

- Creació d'un nou jaciment al terme municipal de Sant Vicenç dels Horts, a la plaça de Catalunya II, del tipus ERU (establiment rural).
- Creació d'un nou jaciment al terme municipal de Sant Vicenç dels Horts, al carrer Ribot II, del tipus ERU (establiment rural).
- S'ha determinat el tipus de jaciment de la plaça Catalunya com a establiment rural.

Altres modificacions han estat:

- Eliminació del jaciment Torrent del Bufador de Palejà per falta de dades.
- Eliminació del jaciment Torre del Telègraf per falta de dades.
- Identificació del jaciment Els Columbaris com a una necròpolis.
- ...

Cal destacar una modificació, segons el fitxer elaborat pel departament d'humanitats els jaciments quedaven totalment identificats amb el *datum* WGS81, però a l'hora de fer-ne la representació gràfica alguns jaciments quedaven desplaçats del seu lloc original. Tot i que no s'han pogut comprovar la totalitat dels jaciments, sí que s'ha pogut comprovar que la majoria dels jaciments estan referenciats amb el *datum* ED50, en particular cal destacar el Pont del Diable que amb el datum antic, quedava bastant desplaçat del seu veritable lloc.

A continuació es mostra una taula amb la tipologia de tots els jaciments referenciats i la seva simbolització:



Tipologia	Descripció	Icona	Tipologia	Descripció	Icona
CER	Ceràmica		VIL	Vil·la	
CIU	Ciutat		TER	Termes	
ERU	Establiment rural		FOR	Forn	
GUA	Torre, fortificació		AQU	Aqüeducte	
PED	Pedrera		MIN	Explotació minera	
POB	Poblat ibèric		NEC	Necròpolis	
SIT	Camp de Sitges		PON	Pont	
TOM	Tomba		PRT	Port	
VAR	Indeterminat				

Figura 27. Taula detall de les tipologies i les seves imatges.

Per afegir tots els jaciments del fitxer .xls a Geomedia i georeferenciar-los, hem seguit els passos següents: importar el fitxer .xls a una taula de Accés, crear un magatzem de dades pels jaciments, crear una connexió a la nostra base de dades, agregar les entrades a la llegenda i finalment geocodifiquem les coordenades. Seguidament afegirem els símbols que hem creat per a cada tipus de jaciment, de la següent forma: fem doble click a la icona de la llegenda, fem clic a la propietat *Temático de valor único*, fem clic a *Properties*, canviem la propietat *Style Type* a *Picture Style* i seleccionem la imatge amb el botó *Browse*.



Figura 28. Captura de pantalla del Geomedia amb els jaciments referenciats i simbolitzats.

4.2. Georeferenciació ortofotomapes.

Un ortofotomapa és un document cartogràfic que consisteix en una fotografia aèria vertical o una imatge de satèl·lit que ha estat rectificadada geomètricament, de tal manera que es manté una escala uniforme a tota la superfície de la imatge i, per tant, els elements de la superfície terrestre són visibles. Al tractar-se de un document cartogràfic amb la fotografia aèria de base, la mateixa imatge conte informació que, indirectament, proporciona la sensació de relleu (variacions de to de la coberta vegetal, ombres de les construccions, pendents fortes, etc...). La planimetria està constituïda per la mateixa imatge rectificadada, que reproduïx la configuració dels elements de la superfície terrestre tal i com es veu des de un punt de vista vertical.

Primer de tot, cal comentar que totes els ortofotomapes recollits en aquest apartat, han estat obtinguts del DVD que subministra el ICC (Institut Català de Cartografia). També he de dir que, com que el mètode proposat per inserir els ortofotomapes em portava molt temps, he buscat un mètode alternatiu i que obtingues els mateixos resultats. El mètode proposat era inserir les imatges a través de *Imágenes Interactivas*, aquest mètode obliga a inserir les imatges una a una i després georeferenciar-la manualment. En canvi, el mètode utilitzat (*Imágenes Georeferenciadas*) insereix totes les imatges al mateix temps i les referència automàticament, l'únic pas que s'ha de fer es editar tots els fitxers .sdw (contenen les coordenades) i canviar els punts per comes. Seguint un dels dos passos obtenim el resultat següent:

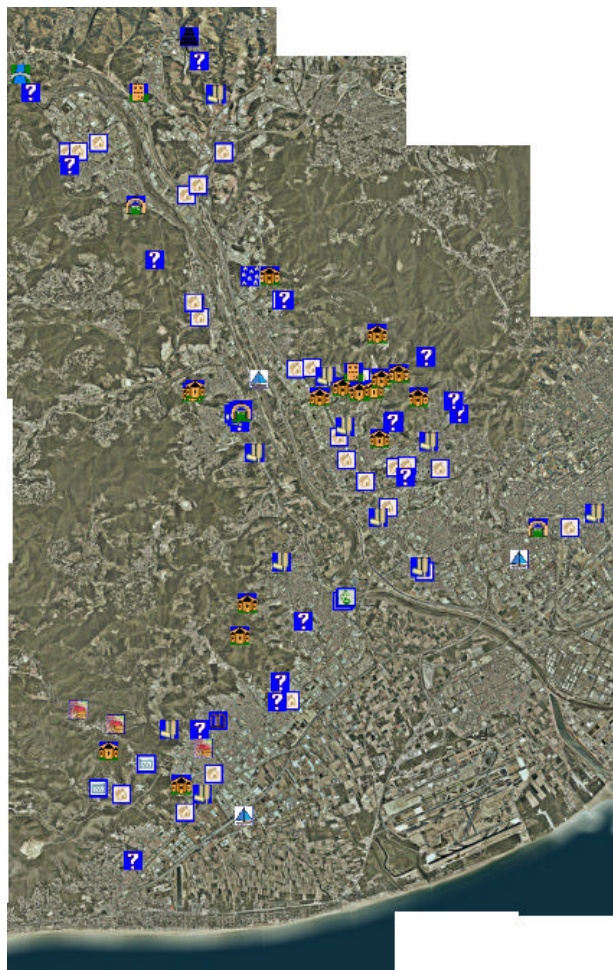


Figura 29. Captura de pantalla del Geomedia amb els ortofotomapes georeferenciats.

4.3. Carregar vies romanes.

Les vies o calçades romanes formaven una xarxa de carreteres que abastava tot l'Imperi romà. Al seu origen, la xarxa va ser dissenyada per a mantenir un control efectiu de les zones incorporades a l'Imperi, però ràpidament van adquirir importància econòmica, facilitant el comerç i les comunicacions

En aquest punt el que es pretén es carregar les principals vies romanes. Com que la carrega la farem sobre els ortofotomapes, això ens servirà també de referència, en futurs apartats, per a la comprensió del perquè del posicionament de cada jaciment. Com que ja sens proporciona el magatzem, simplement crearem una connexió de tipus ArcView i afegirem les entrades de llegenda a la connexió creada.

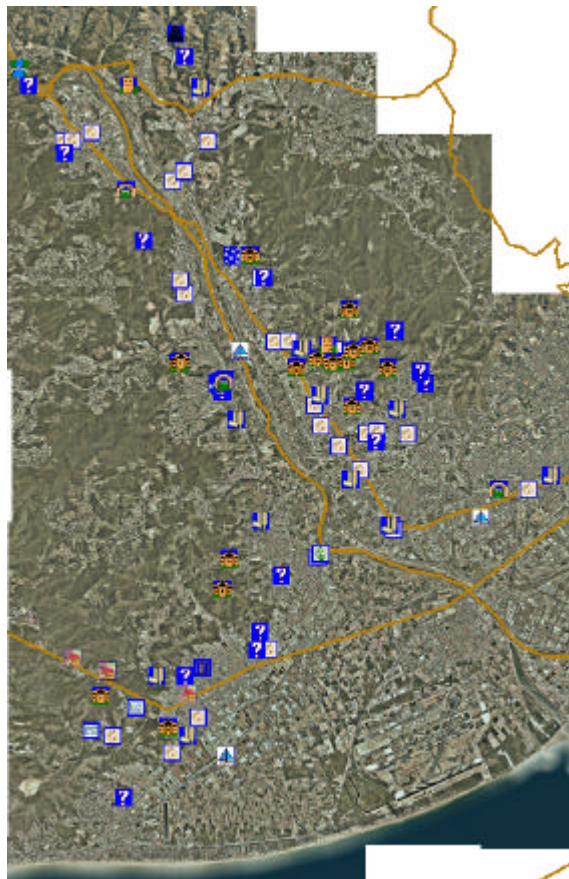


Figura 30. Captura de pantalla del Geomedia amb les vies romanes.

4.4. Topogràfic.

En aquest apartat el que farem serà, primer introduïrem les corbes de nivell i a continuació digitalitzarem el riu. Cadascun d'aquests processos s'explica amb detall al seu apartat corresponent.

4.4.1. Corbes de nivell.

Una corba de nivell és una línia que uneix tots els punts que es troben a una mateixa altitud o altrament dit cota. Totes aquestes corbes de nivell, ens permeten doncs conèixer el perfil d'un terreny i en aquest cas, conèixer traçat del riu i àrees inundables. Cal esmentar, que no disposem de les corbes de nivell en l'època romana, per tant només ens serviran de guia o ajuda per a la comprensió del traçat actual i no tant per

l'antic. Tot i que consultant altra documentació antiga referent al caudal del riu ens en podem fer una idea.

Per a fer la càrrega de les corbes de nivell, disposem de tots els arxius .cad. Primer de tot disposarem els arxius .dwg descarregats en una sola carpeta i a continuació farem el següent:

1. *Herramientas => Visualizar archivos CAD*, en la pantalla que apareix:
 - a. *Tipo CAD: AutoCAD*
 - b. *Archivos CAD*: busquem la carpeta i seleccionem els .xar
 - c. *Archivo de sistema de coordenadas*: el que tenim al fitxer.
 - d. *Pestanya Avanzada*: seleccionem les capes 8, 9 i 11 que són les que contenen les cotes altimètriques i corbes de nivell.

Un cop fet aquest procés ens apareix el següent:

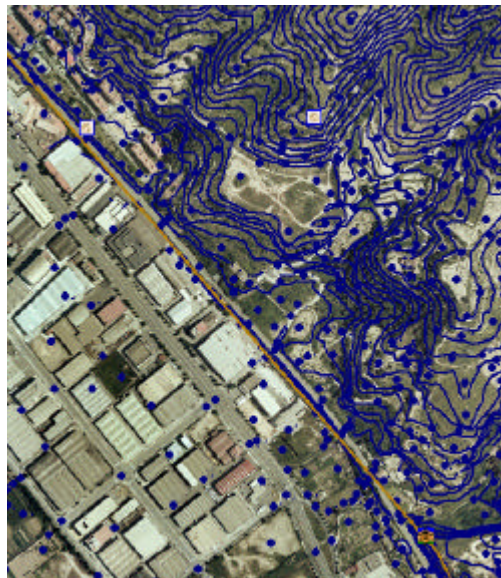


Figura 31. Captura de pantalla del Geomedia amb les corbes de nivell incorporades.

4.4.2. Digitalització del riu Llobregat en l'època romana.

És impossible determinar exactament el traçat del riu en èpoques romanes, tot i que en podem fer una aproximació consultant l'evolució de deposició de sediments, estudiant les corbes de nivell en referència a l'evolució de la carrega de sediments. En alguns punts si que és possible determinar el traçat del riu ja que disposem de jaciments que ens ho confirmen com poden ser ports o termes, ja que en ambdós casos el caudal del riu era necessari per a la seva existència. En menor cas també ens podem referenciar per les sitges. El traçat actual ens servirà per determinar, en major part, el recorregut que segueix tot i que no es vàlid per determinar l'amplada del riu o àrees inundables.

Dels jaciments trobats, comentar només que n'hi ha un, el de Les Sorres de Gavà, que és un ancoratge no un port degut a que un ancoratge és un lloc on les embarcacions tiraven l'àncora però restaven a uns dos-cents metres de la costa, per tant no ho considerarem port a l'hora de digitalitzar el riu. Aquest fet i la determinació el delta

actual està format per la deposició de sediments arrossegats pel riu, ens facilita la delimitació de l'antiga costa.

Així doncs, per a digitalitzar el riu, ens guiarem pels jaciments trobats (ports, termes, etc), les corbes de nivell (tot hi que siguin les actuals) i minoritàriament pel traçat actual.

El procés per a digitalitzar el riu, és el següent:

1. Creem un nou magatzem anomenat Riu.
2. Creem una nova classe d'entitat de tipus area.
3. Un cop inserida l'entitat ens apareix una nova barra d'eines. Amb el primer botó, anem creant l'àrea del riu tenint en compte el paràmetres comentats anteriorment.
4. Per acolorir el riu, fem dos clicks a la icona de la llegenda i en la pantalla que ens apareix, fiquem el color que vulguem a la propietat fill.

Si volem modificar el traçat del riu un cop tancada l'àrea, hem de fer el següent:

1. Edición => Geometria => Edición, ens apareixerà l'àrea del riu amb tots els vertexs, si en volem crear un de nou fem dos clicks en el punt que desitgem.

Un cop fet aquest procés ens apareix el següent:

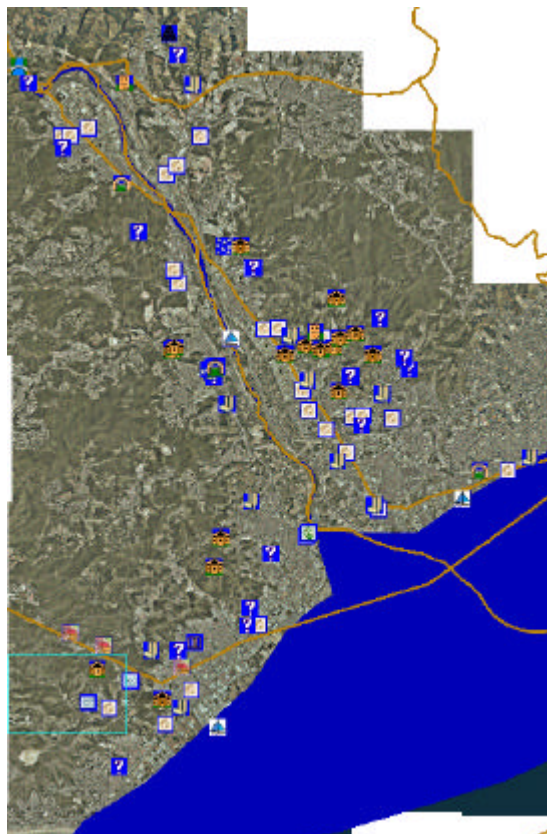


Figura 32. Captura de pantalla del Geomedia amb la digitalització del riu incorporada.

4.5. Toponímia antiga de la zona d'estudi, georeferenciació.

En aquest apartat inserirem la toponímia recopilada, al Geomedia. Els topònims recopilats i la seva traducció són:

ID	TOPONIM	ACTUAL
1	Tiano	Sant Feliu de Llobregat
2	Verç	Sant Just Desvern
3	Cornelianus	Cornellà
4	Gavius	Gavà
5	Castrum Felix	Castelldefels
6	Pallaiano	Pallejà
7	Duodecimo	
8	Garrossa	Sant Vicenç dels Horts
9	Quintiano	
10	Barcino	Barcelona
11	Rubricatum	Riu Llobregat
12	Add Fines	

Figura 33. Taula de topònims.

Per a introduir la toponímia, el que farem serà crear la base de dades corresponent amb una taula on inserirem els topònims amb les corresponents coordenades (els camps de la taula seran: id, nom, x, y, z). A continuació crearem un magatzem i li establim una connexió, afegirem les entrades de llegenda i finalment, geocodificarem les coordenades. Un cop fet aquest procés obtenim el resultat següent:

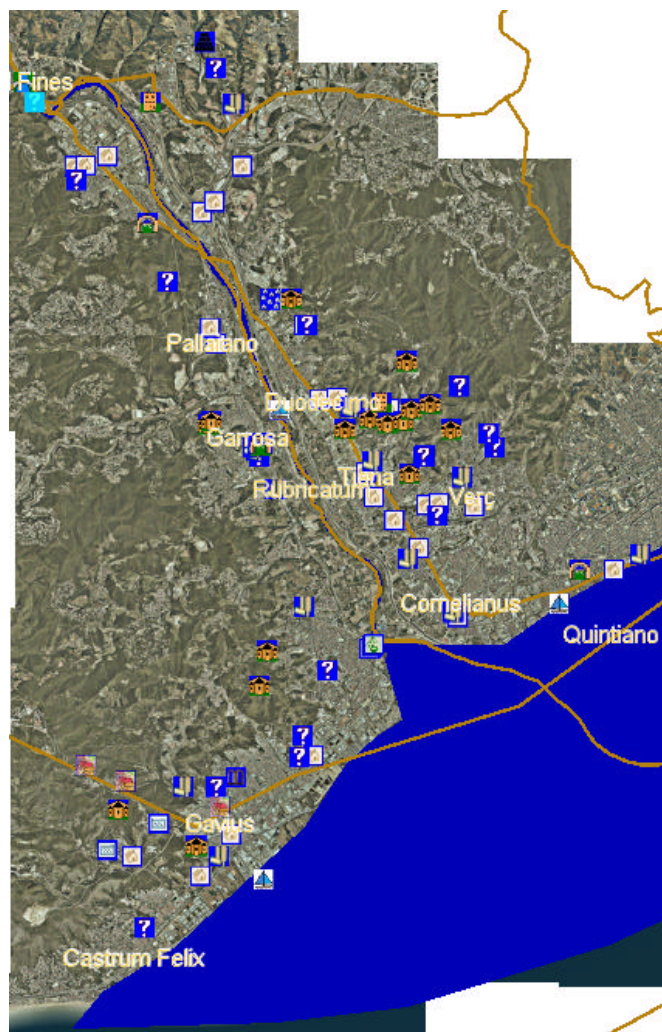


Figura 34. Captura de pantalla del Geomedia amb els topònims.

5. Estudi del programari.

En aquest apartat continuarem estudiant tot el terreny mitjançant altres tècniques. Primer de tot ficarem uns *hyperlinks* a cada jaciment per a visualitzar la seva fitxa. Un cop fet això, es passarà a treballar amb el DTM. Escollirem un DTM determinat i a través de diferents passos es visualitzarà el relleu i es calcularan les conques de drenatge del riu. Un cop fet tot això passarem a generar les vistes 3D a partir de totes les capes generades amb Geomedia i Grid.

5.1. Consulta interactiva dels jaciment.

Un cop ho tenim tot muntat, el que es pretén ara és donar una mica de vida als jaciments. Primer de tot generarem unes fitxes explicatives per a cadascun dels jaciments, d'aquesta manera no només veurem la tipologia i nom del jaciment, sinó que també en podrem veure tota la descripció, fotografies i altres dades.

Fer a realitzar aquest apartat, el que farem serà crear un nou atribut a la taula de jaciments, que serà un *hyperlink* a un document o fitxa. D'aquesta manera cada vegada que fem doble click a un document i clickem a l'atribut en qüestió, se'ns obrirà la fitxa corresponent. Per a fer això, el primer que farem és anar a editar la classe entitat on hi ha els jaciments. Afegirem un atribut anomenat fitxa i marcarem la casella *Hypertext*. Si fem un valor al camp i ho provem, obtindrem el següent:

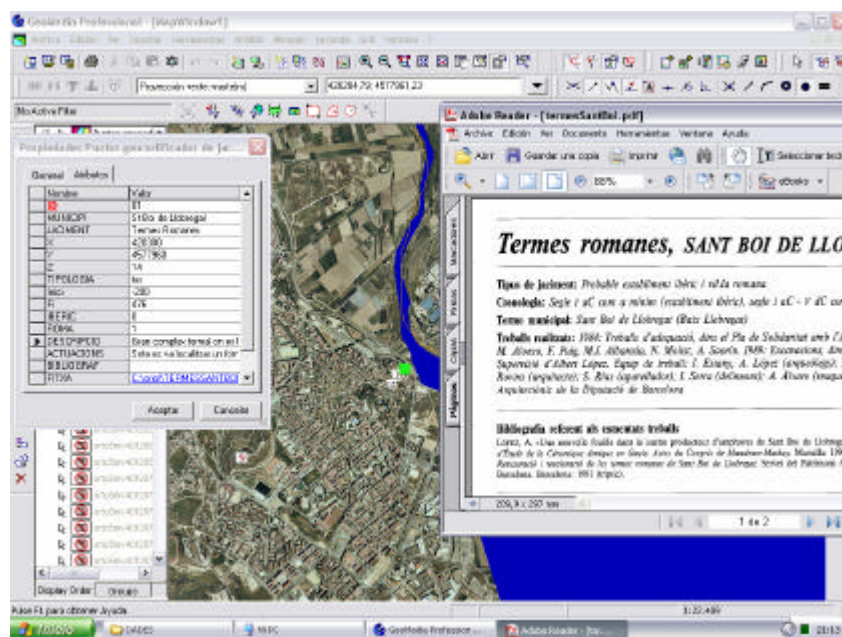


Figura 35. Captura de pantalla d'un hyperlink a una fitxa.

5.2. Treball amb el DTM.

En els següents apartats treballarem amb un DTM. Escollirem el DTM més adequat i sobre aquest, elaborarem diferents vistes i resultats com per exemple les conques de drenatge.

5.2.1. Elecció i visualització del DTM.

El treball amb un DTM ens permetrà generar vistes en tres dimensions. Després de diferents proves de rendiment i qualitat d'imatge amb els diferents tipus de pas de malla de que disposem, s'ha decidit utilitzar el DTM amb pas de malla de 30m (fitxer: DTM30mBaixLlobregat) ja que s'ha provat el de 15m (mínim pas de malla del que disposem), el qual ocupa quatre vegades més, i no s'han notat gaires canvis en la qualitat de la imatge. Inclús es podria dir que la qualitat és millor amb el de 30m i el que si que obtenim utilitzant el de 30 i no el de 15, és un notable augment amb el rendiment del programa.

Per carregar-ho amb Geomedia, el que farem serà importar el fitxer amb les eines que es facilita el *Grid* i definirem l'amplada de cel·la a 30m tal i com hem especificat anteriorment. Un cop fet això, el programa ens mostrarà el DEM en escala de grisos, per a primer cop d'ull ens porti més informació, canviarem les escales de colors editant la finestra. Un cop fet aquest procés ens apareix el DEM (Digital Elevation Model) següent:

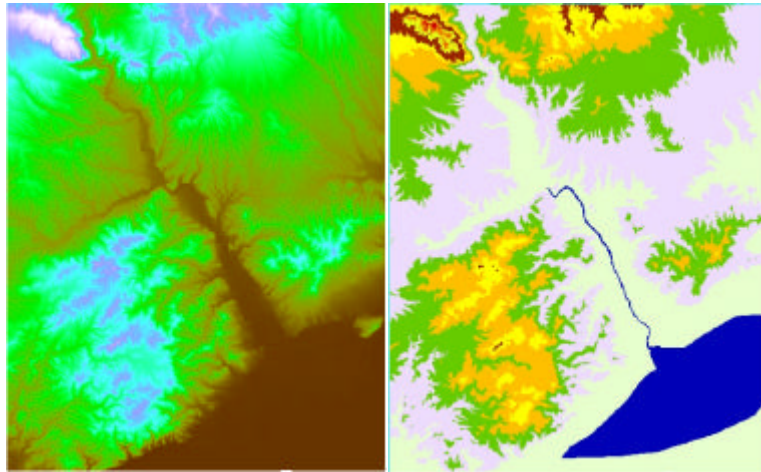


Figura 36. Captures de pantalla del Geomedia amb el DEM.

5.2.2. Millora del relleu ombrejat.

En aquest apartat partirem del resultat anterior i millorarem el relleu ombrejat, per tal d'obtenir un model en 3D. Per a construir aquest model, s'ha fet referència a l'apartat *Shaded Relief* del component *Grid*. Tal i com s'ha comentat en l'apartat anterior, l'edició de la finestra i posterior modificació de les tonalitats de color, ens permetrà obtenir uns resultats visualment més bons. Així doncs, els resultats obtinguts són els següents:

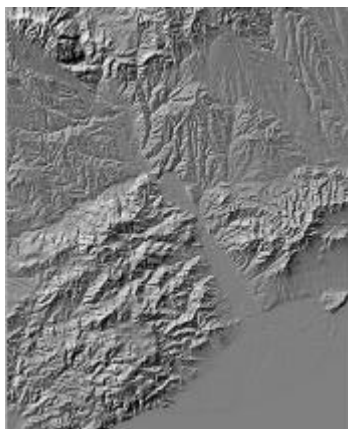


Figura 37. Captura de pantalla del Geomedia amb el Shaded DEM.

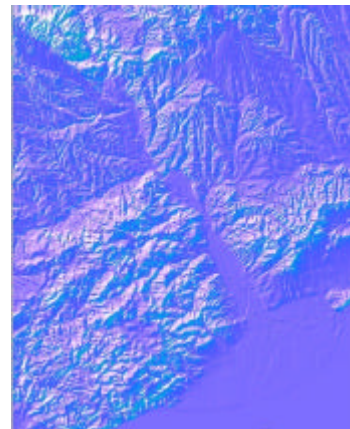


Figura 38. Captura de pantalla del Geomedia amb el Shaded DEM, amb nous colors.

5.2.3. Càlcul de les conques de drenatge.

Per al càlcul de les conques de drenatge realitzarem diferents passos. Primer, eliminarem les depressions de la superfície, determinarem les direccions de flux i les acumulacions de flux. Amb aquest resultat, obtindrem una xarxa de drenatge de l'aigua, segmentarem la xarxa i generarem les conques hidrogràfiques. Finalment, generarem les característiques del riu i les de les conques.

Cal tenir en compte que un model DTM, conté conques anòmales que poden impedir el modelat de la direcció del flux de l'aigua. Si volem fer un correcte estudi hidrològic de la conca haurem d'eliminar aquestes depressions, creant una superfície llisa en aquestes depressions. Això ens ho permet fer la comanda *Fill Depressions* del

component *Grid*, un cop executada aquesta comanda obtenim una capa que visualment s'assembla molt al DTM (figura 39 FILL DEPRESSIONS). Tot i que aparentment no es vegin diferències, el component *Grid* ens facilita una comanda que ens permet calcular les diferències amb el model DTM. Aquesta comanda es la *Calculator* i podem veure els resultats en la figura 40. Aquesta nova capa, ens mostra la profunditat i el nombre de depressions emplenades.

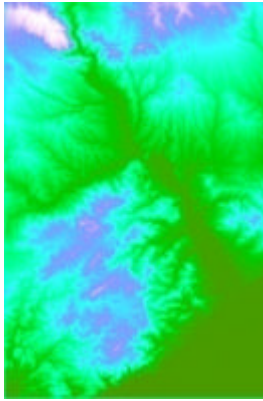


Figura 39. Captura de pantalla del Geomedia amb el Fill Depressions.

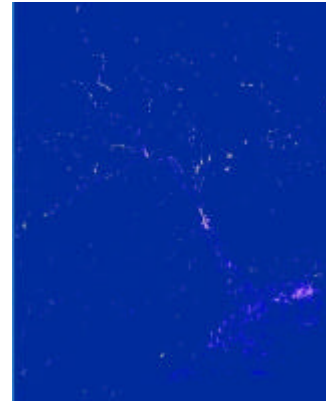


Figura 40. Captura de pantalla del Geomedia amb el Fill Depressions.

Un cop tenim les conques anòmales eliminades, podem procedir a determinar el les direccions de descens de l'aigua. A través de la comanda *Dow* el programa calcularà cap a on fluirà l'aigua des de cada cel·la. Com podem veure en la figura 41 obtenir el recorregut de l'aigua en un determinat sector, amb aquest resultat podem observar el drenatge de la superfície i cap on anirà a parar l'aigua.

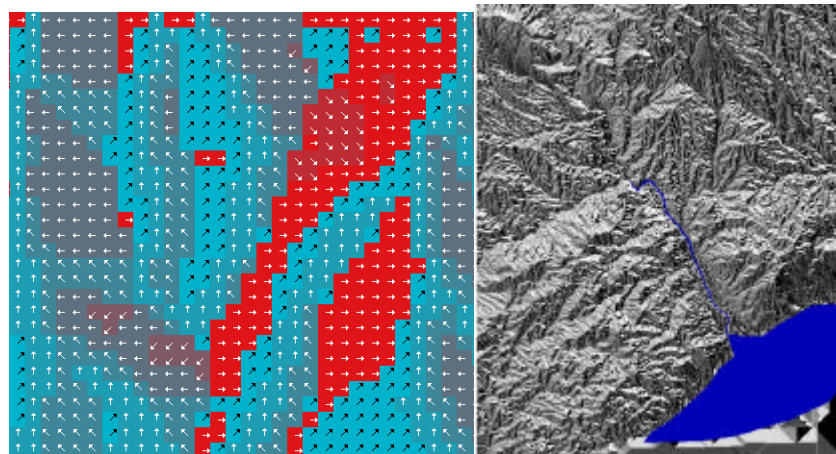


Figura 41. Captura de pantalla del Geomedia amb el DownHill Path.



Figura 42. Captura de pantalla del Geomedia amb el DownHill Accumulation.

Abans de calcular les xarxes de drenatge, calcularem les zones d'acumulació. Les zones d'acumulació les calcularem amb la comanda *Downhill Accumulation*, la qual ens servirà per a veure cap a on s'acumularà l'aigua. Amb aquest resultat també identificariem i avaluaríem si existeixen zones amb problemes. En la figura 42 es podem visualitzar els resultats d'aquesta comanda.

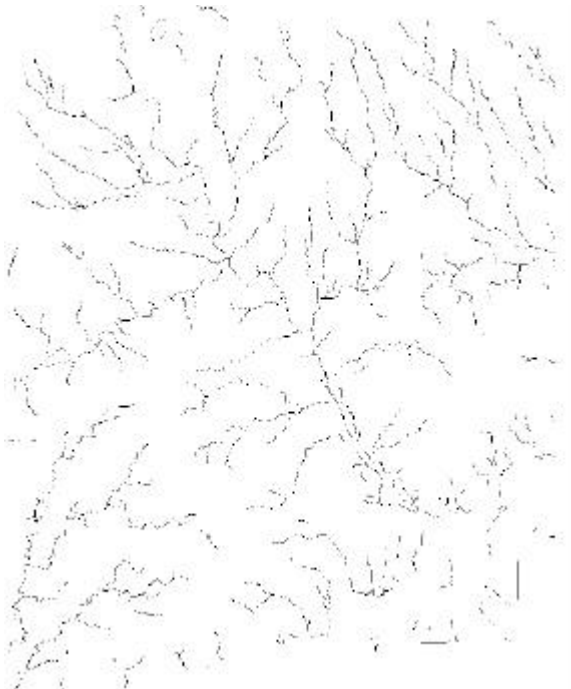


Figura 43. Captura de pantalla del Geomedia amb la xarxa de drenatge.

Un cop extretes les zones d'acumulació ja podem calcular les xarxes de drenatge. Per a calcular les xarxes haurem d'utilitzar dos comandes: *Recode* i *Drainage Network*. En la primera el que farem serà tornar a codificar les zones d'acumulació per assignar-li un valor específic i amb la segona finalment obtindrem la xarxa de drenatge mostrada a la figura 43.

Com podem veure, la figura anterior és molt complexa i no podem veure clarament una conca de drenatge principal. Per a solucionar això executarem la comanda *Segmentation* que el que ens farà es segmentar la xarxa de drenatge per a obtenir una conca de drenatge. Per tant, el que farà serà reunificar tots els segments que s'uneixen entre ells i mostrar-los. A continuació, veiem la xarxa de drenatge segmentada amb una conca de drenatge principal:



Figura 44. Captura de pantalla del Geomedia amb el Segmentation.

Per acabar, a partir de la segmentació anterior, ja podem determinar quines són les conques hidrogràfiques. Per calcular aquestes conques ho farem a través de la comanda *Sub-basin*. Això ens permetrà visualitzar les àrees drenades per una única secció de riu. Els resultats es veuen en la figura que es mostra a continuació (per tal de fer-la més entenedora visualment s'ha editat la capa i s'han modificat les tonalitats de colors):

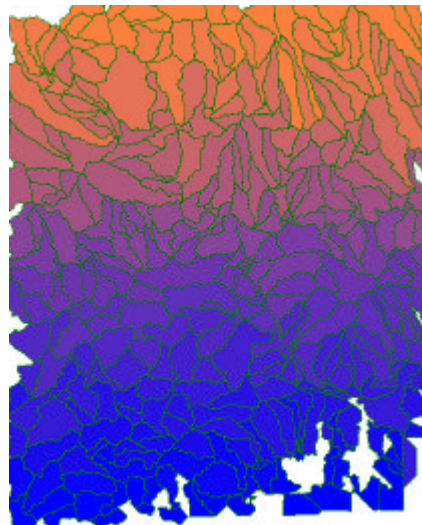


Figura 45. Captura de pantalla del Geomedia amb les conques hidrogràfiques.

Per finalitzar, amb les comandes *Vectorize to Feature class*, convertirem la xarxa d'informació en un punt, línia o classe de area característica. Aquesta conversió ens servirà per a generar les característiques del riu i les conques hidrogràfiques.

5.3. Generació vistes 3D.

Abans de començar a descriure el procés de generació de les vistes amb 3D, una cosa important a dir és que: per que ens generi la vista amb 3D el DTM a d'estar a l'última capa de tot, ja que és la base sobre la que es superposen la resta de capes que vulguis visualitzar. Per a elaborar el model en 3D, executarem la comanda *Construct 3D Model* que ens proporciona el component *Grid*.

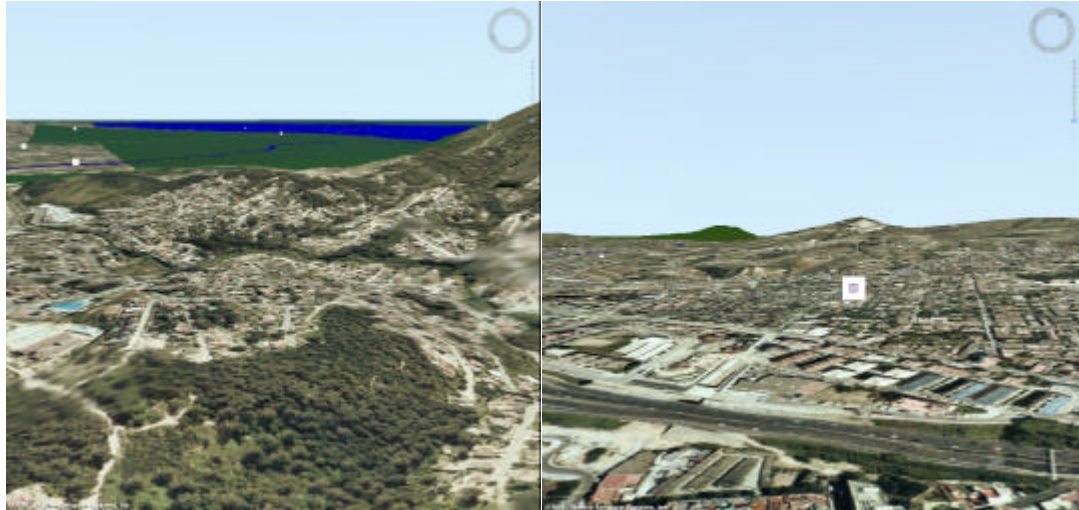


Figura 46. Captures de pantalla amb el vol amb 3D.

6. Relació dels jaciments respecte al riu Llobregat.

En aquest apartat farem ús de tot el material recollit al llarg d'aquest projecte i intentarem establir un vincle econòmic i de transport entre els diferents jaciments. En primer lloc proposarem els jaciments més significatius per aquest estudi i n'explicarem la seva funcionalitat en èpoques romanes. A continuació establirem una relació econòmica i de transport entre aquest jaciments.

6.1. Tipus de jaciments determinants i la seva funció.

Per a realitzar aquest estudi només tindrem en compte els tipus de jaciments següents: forns, viles, pedreres, mines, camps de sitges i ports. Degut a que no hem pogut determinar la principal funció dels establiments rurals i que tampoc són fonamentals pel nostre anàlisi, els exclourem. S'ha fet aquesta elecció ja que de tots els citats en altres apartats aquest són els que formen part en una activitat econòmica i/o transport.

El següent pas serà fer una breu explicació de la funcionalitat de cadascun d'ells:

- Forns. Els forns romans eren recintes dedicats a la producció industrial de material ceràmic de gran format: material de construcció (imbrex, tègula i maons) i dolies (recipients de grans dimensions). També s'encarregaven de fabricar àmfores i altres recipients més petits utilitzats per emmagatzemar aliments o begudes diverses.
- Viles. Les vil·les romanes eren, en origen, explotacions agràries que, en determinades ocasions, van esdevenir residències secundàries per a la gent que vivia a les ciutats. Aquestes explotacions incloïen sovint determinades funcions industrials de transformació de productes agrícoles (producció d'oli, de vi, etc.), o d'altres matèries primeres, com indústries ceràmiques o de vidre.
- Pedreres. Una pedrera era una cantera on s'extreia pedra destinada a la edificació o a la obra pública (Via augusta, Pont del Diable,...)
- Mines. Les mines eren jaciments dedicats a l'extracció de minerals, com per exemple la variscita (la variscita és un mineral semipreciós semblant a la turquesa). S'han trobat moltes peces tallades amb aquest mineral.
- Sitges. Les sitges eren forats excavats a terra i servien per emmagatzemar principalment cereals. Un cop feta la collita, el gra es guardava en aquests dipòsits; es cremava la palla per treure l'aire i es tapava amb unes tapadores fetes en ceràmica. L'emmagatzemaven per a consum propi o per a vendre'ls i intercanviar-los.
- Ports. Els ports eren els llocs principals de càrrega, descàrrega i intercanvi de mercaderies. Cal destacar, que la producció de vi, oli i els cereals va constituir una de les bases de l'economia de l'època.

6.2. Relació econòmica i de transport que existeix entre ells.

Per facilitar la comprensió de l'apartat i imatges següents, primer de tot, recordarem la simbologia dels tipus de jaciments escollits per l'anàlisi.







FORN	VIL·LA	PEDRERA	MINA	PORT	SITGES
					

Figura 47. Taula detall de la simbologia del tipus de jaciments analitzats.

A la figura 48, mostrada a continuació, es pot veure amb claredat la distribució dels jaciments contemplats en aquest anàlisi. Així doncs donem un cop d'ull a aquesta figura.

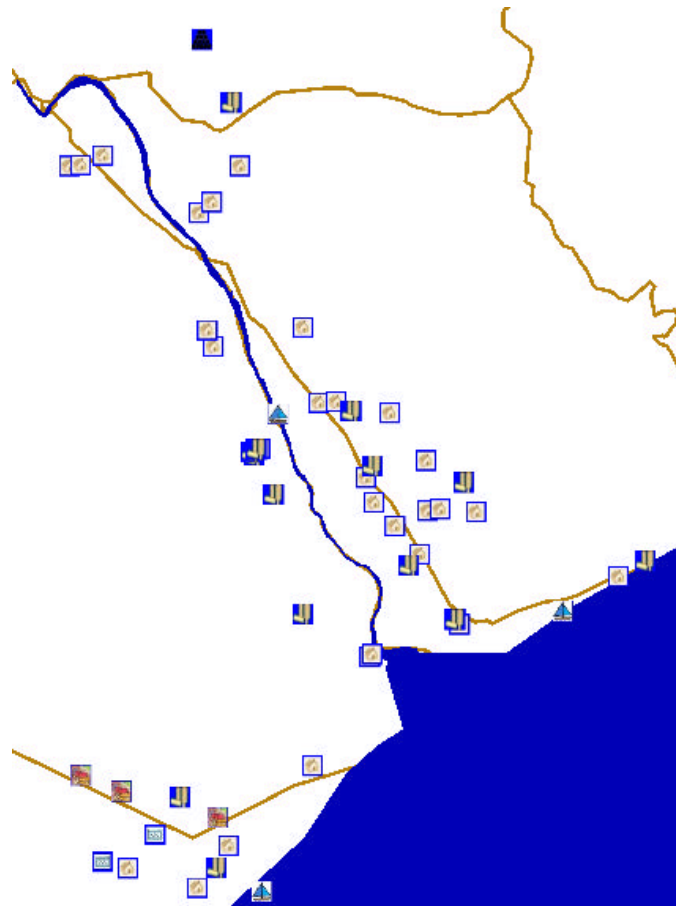


Figura 48. Mostra de la distribució geogràfica dels jaciments analitzats.

Si tenim en compte la definició feta en l'apartat anterior, de la funcionalitat de cadascun dels tipus de jaciments, podem veure primer de tot una relació clara entre vila-sitja. Aquesta relació es deguda a que una part del material produït en la vila l'emmagatzemaven en les sitges, per a ser venut o transportat a través de via marítima, ja que segons uns estudis fets pels romans, el transport per mar els resultava més econòmic.

Si ens fixem en la distribució dels jaciments en el mapa, podem fer les següents apreciacions:

- Els jaciments es distribueixen al voltant de les vies romanes.
- Els tres ports estan situats de forma estratègica i bastant equidistants.
- Podem veure que els jaciments que estan més a prop del riu, n'estan una mica apartats, això és degut a que els romans també guardaven una distància per a les possibles crescudes del riu.

7. Línies futures.

He de dir, que aquest projecte en concret acaba aquí. El que no acaba aquí és el món del SIG, ja que estic interessat en utilitzar-lo per a desenvolupar aplicacions com per exemple: aplicacions per control de flotes, gestió de manteniments de materials públics d'un poble o ciutat, etc.

Per últim, crec que provaré altres sistemes SIG com ArcView degut a que el suport i la informació tècnica que he trobat és molt més amplia.

8. Autoavaluació del pla de treball.

En primer lloc, els continguts del pla de treball s'han seguit bastant bé, tot i que alguns s'han modificat ja sigui per facilitar el treball (com en el cas de les bases de dades que al final s'ha preferit treballar amb Accés, ja que el Geomedia ho porta totalment integrat) o per impossibilitat d'instal·lació dels mòduls (mòdul *Terrain*).

Tot i els contratemps citats anteriorment, les dates de presentació acordades s'han ajustat quasi perfectament a lo planejat, tot i que en alguns casos s'han hagut d'aplicar alguna hora més en la seva elaboració.

Resumint, en línies generals, la temporalitat del temps planejada a resultat satisfactòria.

9. Conclusió final.

Valoro satisfactòriament tot el que he après relacionat amb els SIG. M'ha servit com a punt d'introducció d'aquest sistema ja que considero que les possibilitats d'aquest sistema són molt més elevades.

També diré, que he trobat una mancança d'informació tècnica i exemples sobre el sistema SIG que hem utilitzat, Geomedia. Així com també de suport tècnic de part de l'empresa que ho ha desenvolupat, a l'hora de resoldre temes claus com per exemple la no funcionalitat del mòdul *Terrain*.

Resumint, el desenvolupament del projecte ha estat satisfactori tot i que he trobat una mancança de suport tècnic i d'informació per part de les eines de desenvolupament utilitzades.

Glossari.

Algorisme de Delaunay m Algorisme de triangulació que compleix la condició de *Delaunay*, és a dir, que la circumferència circumscrita de cada triangle de la xarxa no conté cap altre vèrtex d'altre triangle.

Altitud f Altura d'un punt de la terra respecte al nivell de la mar.

Arc m Conjunt de segments entre dos nodes, conegut també amb el nom de polilínia.

Atribut m Informació no espacial associada, normalment mitjançant l'ús d'identificadors únics, als elements geogràfics representats dins d'un sistema d'informació geogràfica com punts, línies i polígons.

BD (Base de dades) f Conjunt estructurat de dades que representa entitats i les seves interrelacions.

CAD *Computer Aided Design*, Disseny Assistit per Ordinador. Fa referència al conjunt d'eines informàtiques que faciliten el disseny gràfic d'elements.

Cartografia f Art i ciència que té per objecte l'establiment de dades relatives a un terreny determinat i la confecció del mapa corresponent a una escala reduïda.

Cobertura Una cobertura és la forma d'agrupar objectes de similars característiques en un SIG.

Datum S'anomena *datum* la distorsió assumida al representar la Terra com un cos matemàticament definible.

Entitat Les entitats són les unitats bàsiques de treball amb GEOMEDIA PROFESSIONAL.

Escala L'escala del mapa és la proporció entre les dimensions lineals de l'àmbit geogràfic real i les de la seva representació sobre el pla.

Format raster Format d'intercanvi d'informació geogràfica. En aquest cas tots els elements són representats de la mateixa manera, mitjançant cel·les (gairebé sempre quadrades) que formen una malla, de fet *raster* significa quadrícula, malla, en anglès.

Format vectorial Format d'intercanvi d'informació geogràfica. En el format vectorial s'intenta aproximar els objectes existents a la realitat mitjançant components vectorials (punts, línies i polígons).

Geoide: S'anomena Geoide a la forma irregular de la terra que s'aproxima a un el·lipsoide.

GeoWorkspace S'anomena *GeoWorkspace* a un fitxer que serveix per treballar i per veure dades geogràfiques.

Informació alfanumèrica: Tipus d'informació "clàssica" de les bases de dades, números, textos, etc.

Informació gràfica: Tipus d'informació que apareix en les bases de dades dels SIG està formada per elements gràfics com poden ser línies o cercles.

Magatzem: Un magatzem és una font de dades geogràfiques per a GEOMEDIA

Sistemes de coordenades: Els sistemes de coordenades són l'eina que permet localitzar un punt sobre l'esfera terrestre.

Model conceptual m Representació dels conceptes significatius en el domini d'un problema en forma de classes, associacions i atributs.

SGBD (Sistema Gestor de Bases de Dades) m Programari que permet gestionar bases de dades, garantint el control de concurrència, l'abstracció de la estructura física i la integritat de les dades.

SIG (Sistema d'Informació Geogràfica) m Conjunt compost de maquinari, programari i procediments per a capturar, gestionar, manipular, analitzar i representar dades georeferenciades, amb l'objectiu de resoldre problemes de gestió i planificació.

TIN (*Triangulated Irregular Network*) m Model de dades espacials que defineix en funció d'un conjunt de punts del món real dels quals es coneix la seva posició i alçada.

Topologia f Part de la matemàtica que estudia aquelles propietats dels conjunts de punts de la recta, del pla, de l'espai o d'espais de dimensions superiors que no són alterades per les transformacions contínues.

UML (Unified Modeling Language) m Llenguatge creat per OMG™ que permet especificar, visualitzar i documentar models de sistemes, incloent la seva estructura i disseny.

DTM (Digital Terrain Model), estructura numèrica que representa la distribució espacial de una variable quantitativa i contínua, com pot ser la temperatura, la cota o la pressió atmosfèrica.

DEM (Digital Elevation Model) , estructura numèrica que representa la distribució espacial de una variable quantitativa i contínua, en aquest cas la cota o altura del terreny.

ICC (Institut Català de Cartografia)

Bibliografia.

Documents

Material docent UOC. "Metodologia de gestió de projectes informàtics".
Material docent. "Planificació de projectes"
Treballs final de carrera i Projectes final de carrera d'altres semestres, publicat a la biblioteca de la UOC.

Enllaços

Associació Catalana de SIG
<http://www.aesig.org>

Enciclopèdia de contingut lliure
<http://www.wikipedia.com/>

ESRI. *GIS Topology*.
http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/gis_topology.pdf

OGC. *Glossary of Terms*.
<http://www.opengeospatial.org/ogc/glossary/t>

Geographic information - Spatial schema
<https://committees.standards.org.au/COMMITTEES/IT-004/PRIVATE/I0028/ISO19107.pdf>

Esri Support Center
<http://webhelp.esri.com>

Progonos
<http://www.progonos.com/furuti/MapProj/Normal/TOC/cartTOC.html>