

UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA

Enginyeria Tècnica Informàtica de Gestió

Introducció als Sistemes
d'Informació Geogràfica

Alumne: Joan Ferré Fornós

Dirigit per: Jordi Ferrer Duran

Curs 2004 (febrer- juny)

1 Índex

1	ÍNDEX	2
2	RESUM	5
3	INTRODUCCIÓ	6
4	DEFINICIÓ DE SIG	7
4.1	QUE POT FER UN SIG.....	7
4.2	COMPONENTS D'UN SIG.....	8
5	FUNCIONS BÀSIQUES D'UN SIG	11
5.1	ENTRADA DE DADES	11
5.2	FUNCIONS DE GESTIÓ.....	12
5.3	FUNCIONS DE MANIPULACIÓ.....	12
5.4	FUNCIONS D'ANÀLISIS.....	13
5.5	FUNCIONS DE REPRESENTACIÓ	14
6	BASES DE DADES GEOGRÀFIQUES	15
6.1	INFORMACIÓ GEOGRÀFICA.....	15
6.2	PAS DE LA CARTOGRAFIA ANALÒGICA A LA DIGITAL.....	15
6.3	FORMES DE REPRESENTACIÓ. SINTAXIS CONCEPTUAL I LÒGICA	16
6.3.1	<i>Entitats i objectes</i>	16
6.3.2	<i>Interrelacions de les entitats</i>	17
6.3.3	<i>Georeferenciació</i>	18
6.3.4	<i>Modelització lògica del territori</i>	18
6.4	DADES GEOGRÀFIQUES	19
7	TIPUS DE SIG	20
7.1	SIG VECTORIALS	20
7.2	SIG RÀSTER.....	22
7.3	SIG ORIENTATS A OBJECTE	23
8	CREACIÓ D'UNA APLICACIÓ SIG	24
8.1	ENTRADA DE DADES EN UN SIG	24
8.2	DEPURACIÓ DE LES DADES GEOGRÀFIQUES.	25
8.3	GESTIÓ DE LA BASE DE LES DADES GEOGRÀFIQUES	26
8.3.1	<i>Tipus de SGBD</i>	26
8.3.1.1	SGBD jeràrquic	27
8.3.1.2	SGBD en xarxa.....	27
8.3.1.3	SGBD Relacionals.....	27
8.3.1.4	SGBD orientats a objecte	28
8.4	REPRESENTACIÓ DE LES DADES	28
9	ANÀLISI DE LA INFORMACIÓ GEOGRÀFICA	29
9.1	FUNCIONS ANALÍTiques D'UN SIG	29

9.1.1	<i>Funcions de recuperació</i>	29
9.1.2	<i>Funcions de superposició</i>	29
9.1.3	<i>Funcions de veïnatge</i>	30
9.1.4	<i>Funcions de connectivitat</i>	31
10	APLICACIONS DELS SIG	33
10.1	PROGRAMARI SIG	34
10.1.1	<i>SIGs comercials</i>	34
10.1.2	<i>SIGs sense cost (freeware)</i>	34
11	CONCEPTES PREVIS DEL CICLE DE L'AIGUA	36
11.1	CAPTACIÓ	36
11.2	CONDUCCIÓ	36
11.3	TRACTAMENT.....	37
11.4	DISTRIBUCIÓ	37
11.4.1	<i>Tipus de dipòsits reguladors</i>	38
11.4.2	<i>Característiques dels dipòsits reguladors</i>	38
11.4.3	<i>Les xarxes de distribució</i>	39
11.4.4	<i>Morfologia de les xarxes de distribució</i>	39
11.4.4.1	Xarxes Ramificades.....	40
11.4.4.2	Xarxes mallades	40
11.4.4.3	Xarxes Mixtes	41
11.4.4.4	Xarxes d'un sol pis.....	41
11.4.4.5	Xarxes escalonades	41
11.4.4.6	Xarxes per impulsió	41
11.4.5	<i>Materials de les xarxes</i>	41
11.4.5.1	Materials més utilitzats.....	42
11.4.5.2	Característiques bàsiques	42
11.4.6	<i>Elements de maniobra i control</i>	42
11.4.6.1	Vàlvules.....	42
12	SIG APLICAT A UNA XARXA DE DISTRIBUCIÓ D'AIGUA	45
12.1	ENTITATS PRINCIPALS	45
12.2	ESPECIFICACIÓ DE LES CARACTERÍSTIQUES DE LES ENTITATS.....	45
12.3	TOPOLOGIA DE LES ENTITATS	48
12.3.1	<i>Entitats amb topologia de línia</i>	48
12.3.2	<i>Entitats amb topologia de punt</i>	49
12.3.3	<i>Descripció de les classes</i>	49
12.4	IMPLEMENTACIÓ DE L'ESTRUCTURA ALFANUMÈRICA AMB ORACLE.	54
12.5	RELACIÓ ENTRE LA INFORMACIÓ ESPACIAL I L'ALFANUMÈRICA.....	58
13	CONCLUSIONS	59
14	GLOSSARI	60

15 BIBLIOGRAFIA..... 63

Índex de Figures

Fig. 1 Components d'un SIG	8
Fig. 2 Exemple de capes del territori	10
Fig. 3 Taula d'atributs d'una entitat geogràfica	11
Fig. 4 Inconsistències gràfiques.	12
Fig. 5 Estructuració topològica.	12
Fig. 6 Errors detectats per l'estructuració topològica.....	13
Fig. 7 Transformació <i>edge matching</i>	13
Fig. 8 Pas de la cartografia analògica a la digital	16
Fig. 9 Entitats bàsiques dels SIGs.....	17
Fig. 10 Geoide terrestre.....	18
Fig. 11 UTM, sistema de coordenades planes estàndard.	18
Fig. 12 Primitives bàsiques dels formats vectorials.	20
Fig. 13 Topologia Arc-Node.....	21
Fig. 14 Topologia Arc-Polígon.	21
Fig. 15 Malla de píxel per al format ràster.	22
Fig. 16 Representació d'una entitat geogràfica amb format ràster	22
Fig. 17 Esquema a seguir per desenvolupar un SIG	24
Fig. 18 Superposició de dos entitats geogràfiques.	30
Fig. 19 Tipus de buffers d'un SIG	32
Fig. 20 Sistema d'abastament d'aigua.....	36
Fig. 21 Diagrama Uml entitats amb topologia línia	48
Fig. 22 Diagrama Uml entitats amb topologia punt.....	49
Fig. 23 Esquema d'integració d'Oracle amb el SIG	58

2 Resum

Podríem dir que un SIG és un sistema de maquinari, programari i procediments, dissenyats per a facilitar l'obtenció, gestió, manipulació, anàlisi, modelatge i sortida de dades espacialment referenciades (georeferència) per a resoldre problemes complexos de planificació i gestió. És a dir un sistema de base de dades on la característica principal és que el maneig de la informació gràfica i alfanumèrica es realitza de forma integrada amb la capacitat de poder analitzar aspectes molt complexos de la nostra realitat.

Amb aquest projecte és pretén donar una visió global dels Sistemes d'Informació Geogràfics (SIG) cada vegada més implantats a qualsevol àrea de la nostra societat. (urbanisme, climatologia, mediambient, hidrologia, vies de comunicació, cadastre, etc.). De fet, "*qualsevol cosa*" (riu, canal, camí, pont, contenidor, cotxe, tren, casa, farola, senyal de tràfic, oficina, avio, vaixell, etc.), que estigui a terra (sota o dalt) és candidata a ser georeferenciada.

Tal com es veurà a l'apartat teòric d'aquest document, els SIG treballen amb 2 tipus de dades conceptualment diferenciats: dada geogràfica, és la dada que representa a un element del territori (on en els SIGs de tipus vector es redueix bàsicament a la representació de l'element gràfic primitiu, punt, línia o polígon) i la dada alfanumèrica, que representa tota la informació associada que té l'element geogràfic. Per exemple, una canonada es representaria gràficament per una línia, i alfanumèricament portaria associada la informació de la longitud, el diàmetre, el tipus de material, la pressió que soporta, etc..

L'avantatge principal dels SIGs va més enllà de la simple recollida de dades i la seva representació gràfica, ens permet resoldre problemes i prevenir-ne d'altres abans que passin. Per exemple podem prevenir un incendi segons l'evolució del temps atmosfèric, la temperatura de certes zones d'un bosc i els tipus de vegetació que hi ha.

Aquesta visió dels SIG acabarà amb una aplicació pràctica de xarxa de distribució d'aigua, que ens permetrà veure el cicle que segueix el desenvolupament d'una aplicació SIG. No obstant només ens centrarem en la part de modelatge alfanumèric utilitzant Oracle com a SGBD, creant l'estructura necessària per poder emmagatzemar les dades, i utilitzar-les en un programari SIG.

3 Introducció

La necessitat de representar el territori sempre ha estat una constant de tota la societat organitzada, en bona mesura perquè l'exercici del poder té una vessant espacial molt clara. Cada civilització ha utilitzat els mitjans tecnològics, el coneixement, la ideologia i els valors culturals que ha tingut al seu abast per a representar el territori.

Els fenicis van ser navegants, exploradors i estratègics militars que van recopilar informació en un format pictòric, i van desenvolupar una cartografia "primitiva" que va permetre l'expansió i barreja de races i cultures.

Els grecs van adquirir un desenvolupament polític, cultural i matemàtic, van refinar les tècniques d'abstracció amb els seus descobriments geomètrics i van aportar elements per a completar la cartografia utilitzant mesurament de distàncies amb un model matemàtic. Emmarcats dins d'un hàbitat insular, es van convertir en navegants i van fer observacions astronòmiques per a mesurar distàncies sobre la superfície de la terra. Aquest tipus d'informació es va guardar en mapes.

Els romans van imitar els grecs i van desenvolupar l'Imperi utilitzant freqüentment el banc de dades prèviament adquirides i ara heretat.

En el segle XVII, cartògrafs com Mercator van demostrar que un sistema de projecció, juntament amb un sistema de localització basat en coordenades mètriques millorava substancialment la fiabilitat de distàncies aèries o angles mesurats sobre els mapes, obtenint a demés una millor visió sobre la distribució dels fenòmens naturals i assentaments humans sobre la superfície terrestre.

A l'acabament del segle XVIII, els estats europeus havien arribat a un grau d'organització suficient per a establir societats geogràfiques les quals representaven sobre mapes la superfície terrestre, les seves característiques i les elements físics i humans situats sobre aquesta.

En el segle XIX amb el seu avanç tecnològic basat en el coneixement científic de la terra, es van produir grans volums d'informació geomorfològica que s' havia de cartografiar. L'orientació espacial de la informació es va conservar amb la superposició de mapes temàtics especialitzats sobre un mapa topogràfic base.

Recentment la fotografia aèria i particularment les imatges de satèl·lit han permès l'observació periòdica dels fenòmens sobre la superfície de la corfa terrestre. La informació produïda per aquest tipus de sensors ha exigut el desenvolupament d'eines per aconseguir una representació cartogràfica d'aquest tipus d'informació.

El mitjà en el qual es van desenvolupar aquestes eines tecnològiques va correspondre a les ciències de teledetecció, anàlisi d'imatges, reconeixement de patrons i processament digital d'informació, en general estudiades per físics, matemàtics i científics experts en processament espacial. Òbviament, aquests tenien un concepte diferent al dels cartògrafs, respecte a la representació visual de la informació.

Amb el transcurs del temps s'ha aconseguit desenvolupar un treball multidisciplinari i és per aquesta raó que ha estat possible pensar a utilitzar l'eina coneguda com a "Sistemes d'Informació Geogràfica, SIG (GIS)".

A continuació, amb els diversos capítols d'aquest document veurem que són els sistemes d'informació geogràfics, per a que s'utilitzen, els tipus, les funcionalitats, les aplicacions i acabarem amb un exemple de disseny amb el SGBD Oracle.

4 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 manejar dades geogràfiques, que estan georeferenciades i les quals poden ser visualitzades com a mapes.

4.1 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

Condicció, 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?

Aquests 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, tant 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 dels resultats obtinguts del SIG.

4.2 Components d'un SIG

Un Sig té 5 components essencials:

Maquinari, Programari, Dades geogràfiques, Equip Humà, Mètode.

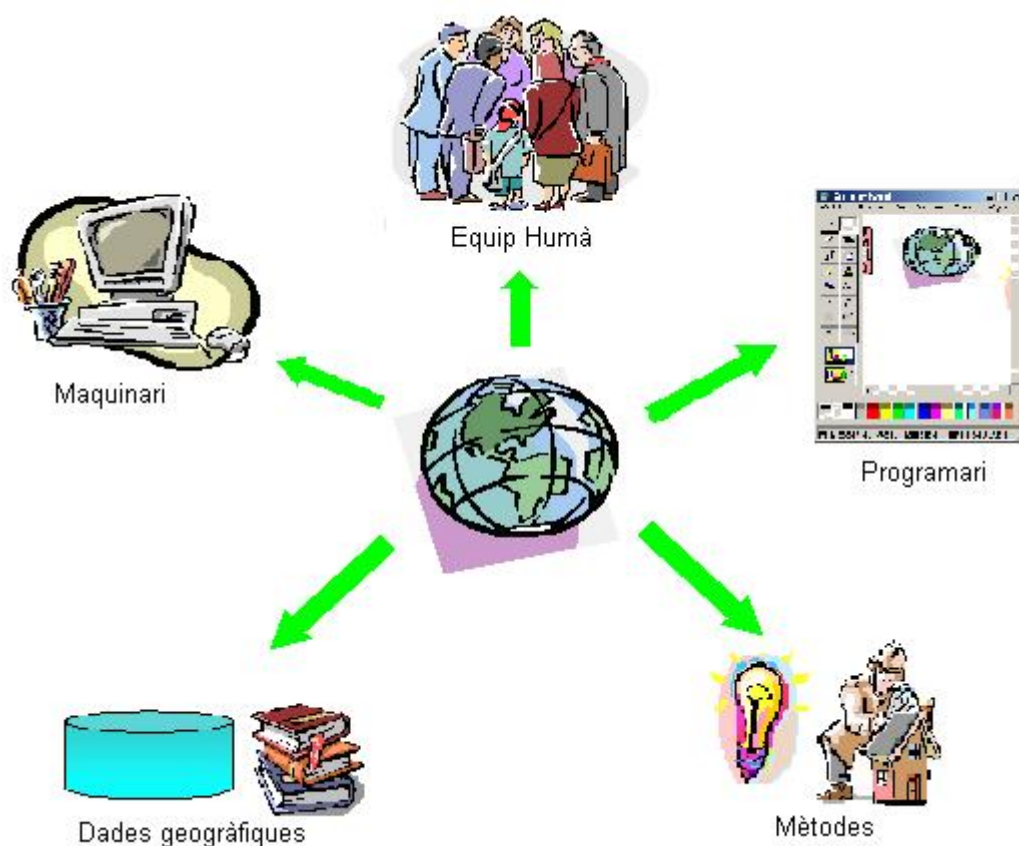


Fig. 1 Components d'un SIG

- √ 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 clients-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 algoritmes 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 està 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:

- Eines per a l'entrada i manipulació d'informació geogràfica.
 - Un sistema d'administració de base de dades (DBMS *Data Base Management System*).
 - Eines que suporten consultes, anàlisi i visualització d'elements geogràfics.
 - 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 algoritmes 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.

Posem un altre exemple perquè això s'entengui millor: suposem que tenim un sòl definit en els plans

de classificació d'un planejament urbanístic com "urbanitzable". Aquest sòl urbanitzable té una sèrie d'atributs, tals com el seu ús, el seu sistema de gestió, la seva edificabilitat, etc. Però és que a més, l'urbanitzable té una delimitació espacial concreta corresponent amb la seva pròpia geometria definida en el pla.

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.

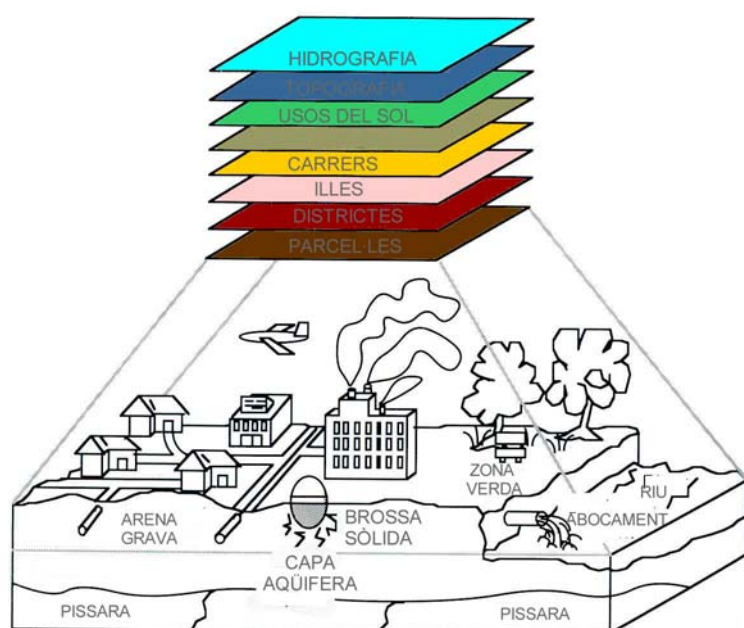


Fig. 2 Exemple de capes del territori

5 Funcions Bàsiques d'un SIG

5.1 Entrada de dades

Han de permetre entrar dades a través dels diferents dispositius: teclat, ratolí, escàner, tauleta digitalitzadora. D'aquesta manera podem digitalitzar entitats cartogràfiques de forma georeferenciada, amb les seves coordenades x, y, z en base a un sistema de referència convencional. La manera més habitual és entrant les dades amb la tauleta digitalitzadora, on l'usuari repassa els contorns de les entitats i la tauleta assigna automàticament les coordenades x, y. Aquestes dades cartogràfiques són complementades amb dades alfanumèriques. Les dades alfanumèriques més importants són els codis individuals i únics de cada entitat (de la mateixa manera que passa en les taules de les bases de dades relacionals). Per exemple en la figura següent es veu com s'han digitalitzat uns contorns d'una entitat geogràfica i se li ha assignat el codi 16 a un polígon de la entitat, aquest codi és el que el lliga amb la base de dades (camp STAND-ID), i a la vegada el podem relacionar amb més taules.

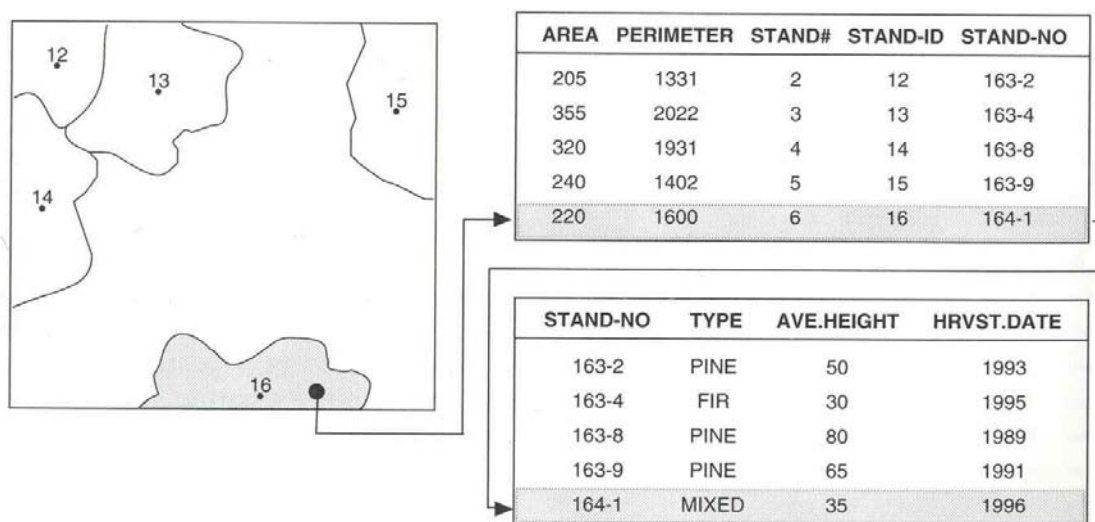


Fig. 3 Taula d'atributs d'una entitat geogràfica

També és molt important l'edició de les entitats geogràfiques les quals han de permetre:

- √ La supressió total o parcial d'entitats, de forma interactiva.
- √ La modificació dels atributs geomètrics de les entitats, així com la seva orientació, posició o forma.
- √ Suavitament o generalització de línies.
- √ Correcció d'inconsistències, sobre tot segments inacabats o *undershoots* i els segments sobreacabats o *overshoots*. Normalment els paquets SIG tenen una funció per corregir aquestes inconsistències.
- √ I per últim la representació interactiva de l'entrada de dades. Aquestes funcions permeten a l'usuari controlar la simbolització de les línies amb tipus de color, amplades, traços, icones i generar-ne de nous.

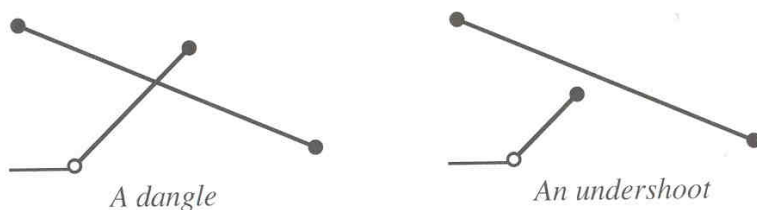


Fig. 4 Inconsistències gràfiques.

5.2 Funcions de gestió

Aquesta funció la porta a cap el gestor de bases de dades, (SGBD). La finalitat del sistema és permetre la independència entre l'organització física i lògica de les dades, es a dir, la independència entre la base de dades i els programes que gestionen. Per tant la funció principal del SGBD d'un SIG és controlar l'organització física-lògica de les dades, el seu emmagatzematge, recuperació i actualització. També és important que s'encarregui del manteniment de la integritat de la base de dades, l'accés simultani i l'actualització.

S'ha de dir que la majoria de SIG, tenen un sistema propi de base de dades el qual gestiona les dades cartogràfiques, i el complementen amb un altre ja d'existent com pugui ser informix, oracle, postgres, etc. per a gestionar les dades alfanumèriques.

5.3 Funcions de manipulació

Aquestes funcions són els procediments utilitzats per a l'estructuració topològica, transformació, superposició i integració de les dades geogràfiques, els cartogràfics i els temàtics. Entre les quals cal destacar:

L'estructuració topològica de les dades: és la definició digital explícita de les interrelacions geomètriques de les entitats cartogràfiques representades en la base de dades geogràfica (a partir d'una capa digitalitzada és fa l'estructuració topològica en la qual s'assignen els identificadors únics en les entitats). Aquesta funció només existeix en els models de dades vectorials, ja que en els models ràster la topologia esta implícita en la posició (expressada en files i columnes) i en el veïnatge dels punts dins de la malla. En els models vectorials l'estructuració topològica es realitza en base a tres primitives gràfiques: punt, línia i polígon. I en el procés d'aquesta estructuració topològica es quan surten els errors o inconsistències més importants (polígons que no tanquen, línies inacabades, etc.).

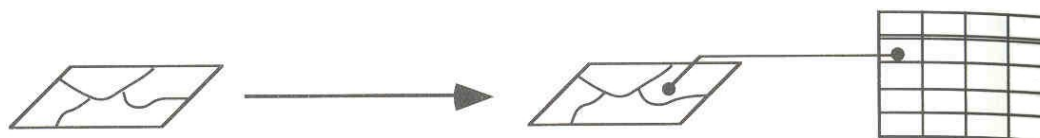


Fig. 5 Estructuració topològica.

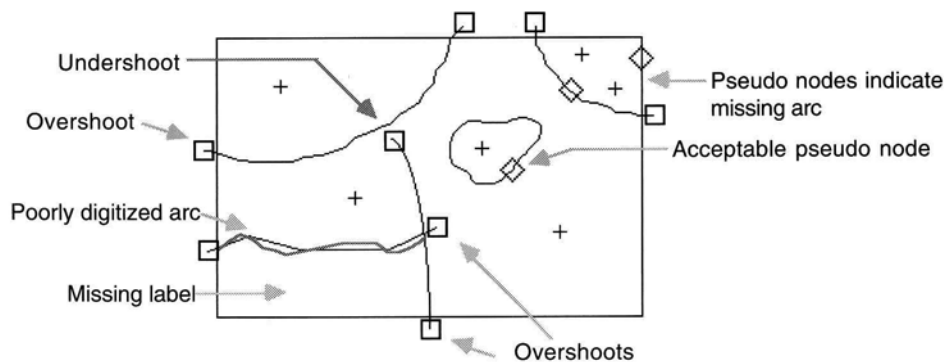


Fig. 6 Errors detectats per l'estructuració topològica.

Tasques de transformació: inclouen procediments de geometria de coordenades (canvis de projecció i de sistemes de coordenades), d'ajust d'adjacències o *edge matching*, consistents en unir dos bases cartogràfiques que són geogràficament adjacents per a crear una sola base cartogràfica de caràcter continu.

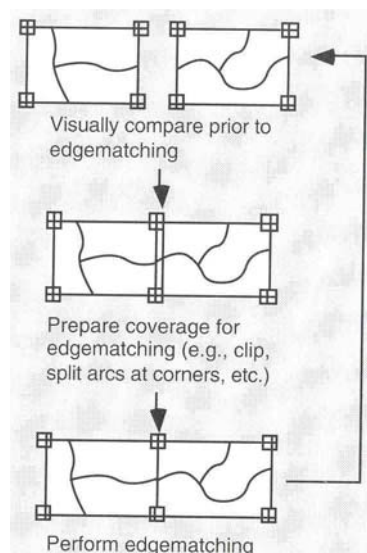


Fig. 7 Transformació *edge matching*

Un altre dels procediments de manipulació importants és la superposició o overlay, de dades geogràfiques. Es tracta d'un procediment principalment analític. La majoria dels SIG organitzen les dades en capes, o grups de dades homogenis, que es poden superposar però independents. Cada capa es manipula d'una forma independent però difícilment es poden interconnectar varies capes i eliminar els error entre elles. La superposició de dos capes, permet detectar els errors i inconsistències entre elles, depurar-les i reconstruir de nou i per separat, les dues capes.

Una altra funció que podem considerar és la d'integració. Entre aquestes està la del canvi de format de les dades. Per exemple si tenim un model en format vector el podem rasteritzar i passar-lo a format ràster, i a l'inrevés.

5.4 Funcions d'anàlisi

Aquestes funcions són les que es dediquen a l'anàlisi espacial i de fet les més potents d'aquests

sistemes. Són les que tracten conjuntament les dades cartogràfiques i els seus atributs temàtics. Les quatre més importants i més generalitzades són : Funcions de recuperació, de superposició, de veïnatge i connectivitat.

Totes aquestes funcions les veurem en un capítol a banda per la seva importància.

5.5 Funcions de representació

Aquestes funcions són les de representació dels resultats obtinguts de l'anàlisi i tractament de les dades. Els resultats expressen tant la informació continguda en la base de dades geogràfica com les manipulacions i anàlisis realitzats, sent les més importants les de tipus cartogràfic. Els procediments de representació inclouen el tractament de textos, la simbolització i la transformació dels resultats cartogràfics a un format intel·ligible per al perifèric.

El tractament de textos compren les anotacions, la llegenda, les etiquetes de les entitats, etc.

La simbolització és molt important ja que gràficament podem distingir a primer cop d'ull els diferents objectes que hi ha, tan siguin línies, polígons o punts.

Per últim s'han de transformar totes aquestes funcions de representació a un format llegible de sortida per al perifèric (impressora i plotter fonamentalment). N'hi ha que contenen també gràfics i llistats estadístics.

6 Bases de dades geogràfiques

6.1 Informació Geogràfica

La informació geogràfica és molt complexa i s'ha de tenir en compte la distinció entre dades, informació i coneixement. Les dades són la representació concreta dels fets i constitueixen l'antecedent necessari per al coneixement d'un fenomen. Un joc de dades interrelacionades forma una base de dades que s'emmagatzema en format digital. La informació s'obté de la base de dades per a una finalitat determinada i és fruit d'un procés interpretatiu conduït per l'usuari que afegeix valor.

Les característiques essencials de les dades geogràfiques son quatre: posició, atributs temàtics o descriptius, relacions espacials i temps.

La primera característica és la posició d'una entitat geogràfica, i respon bé a la qüestió: On està localitzada l'entitat A? o bé a la qüestió: Quina entitat hi ha en la posició F? En la terminologia dels SIG la localització fa referència a la georeferenciació (localització d'una entitat respecte el geoeidè terraquí).

La segona característica són els atributs temàtics els quals responen a la qüestió Què és? I recullen les característiques descriptives dels elements geomètrics.

La tercera característica són les relacions espacials, amb les quals determinen les interrelacions geomètriques de les entitats espacials. En l'entorn dels SIG aquesta característica és l'estructuració topològica o creació de la topologia.

La quarta característica bàsica de les dades espacials és el moment o període temporal que representen. Saber l'any, l'estació climatològica, el mes, el dia en què van ser preses les dades territorials és molt important per a moltes aplicacions.

6.2 Pas de la cartografia analògica a la digital

Durant segles, el mapa analògic en suport paper, ha estat l'únic mig de representació de les dades geogràfiques. El mapa analògic ofereix una visió estàtica y rígida del territori, mentre que els SIG ofereixen una visió dinàmica, permeten manegar i integrar múltiples enfocaments, distints i complementaris.

Per poder plasmar la cartografia analògica en digital necessitem seguir un procés de 4 fases bàsiques:

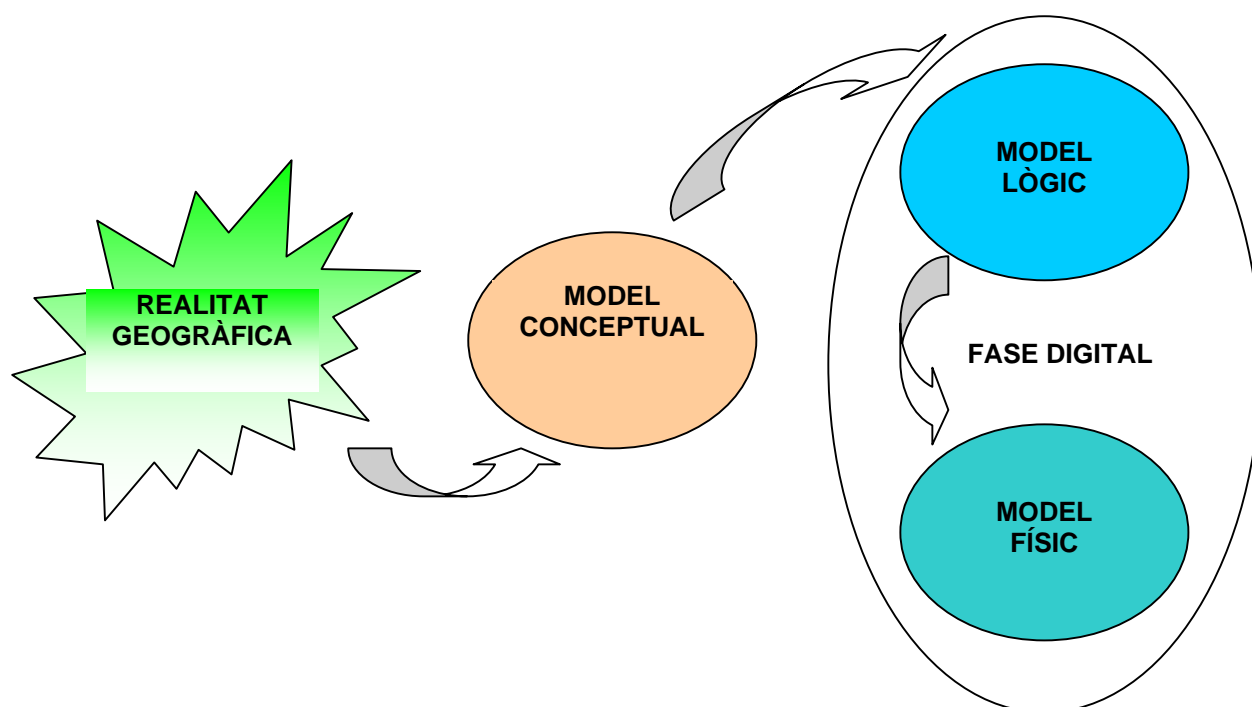


Fig. 8 Pas de la cartografia analògica a la digital

La primera és la selecció d'una part de la realitat, d'acord amb els propòsits que vulguem i a partir de les prestacions i els mitjans tècnics disponibles.

La segona la representació conceptual, fer una síntesi dels punts de vista. És a dir descriure les característiques i les interrelacions entre les entitats del nostre fenomen geogràfic. (aquesta fase es anterior a l'entrada de dades). En aquesta fase s'ha de decidir quin tipus de model de dades volem (vectorial, ràster, objecte).

La tercera fase del procés és la representació lògica, on es tradueix l'organització conceptual precedent a un format més pràctic i operatiu, distanciat del llenguatge humà però perfectament comprensible per al sistema. Les dades cartogràfiques es redueixen a punts sigui quin sigui el model conceptual elegit (ràster o vectorial) els quals interconnectats poden donar lloc a línies o polígons. Els punts, línies i polígons són parells de coordenades agrupables i seqüenciables. Les dades temàtiques de les entitats geogràfiques consisteixen en valors, codis i identificadors organitzats en matrius, perfectament interrelacionats amb les dades cartogràfiques. També aquí les dades acaben reduint-se a dígitos o a grups de dígitos.

En últim lloc, el model físic o intern tradueix i organitza el model lògic en bytes, tracta l'organització de les dades en els suports de maquinari, amb les prestacions ofertes pel programari.

6.3 Formes de representació. Sintaxis conceptual i lògica

6.3.1 Entitats i objectes

El primer pas en la representació conceptual del territori es la identificació de les entitats espacials a representar, entenent per entitat un fenomen d'interès per al món real que no pot ser subdividit en fenòmens del mateix tipus. Les entitats són rius, illes, cases, llacs, etc.

La representació total o parcial d'una entitat geogràfica en la base de dades digital s'anomena objecte geogràfic. Hi ha quatre tipus d'objectes geogràfics: punt, línia, àrea, volum.

Un punt es un objecte amb posició però sense cap dimensió. Una línia és un objecte unidimensional, compost per dos o més punts. Una àrea és un objecte bidimensional que ocupa una superfície, delimitada per un perímetre, formada al menys per tres línies. Un volum és un objecte tridimensional delimitat com a mínim per dos objectes superficials.



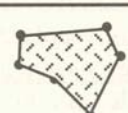
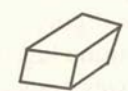
PUNTO	Objeto con posición y sin dimensión	 0 - D
LÍNEA	Objeto unidimensional que une dos o más puntos	 1 - D
ÁREA	Objeto bidimensional, que ocupa una superficie delimitada por un perímetro formado al menos por tres líneas.	 2 - D
VOLUMEN	Objeto tridimensional delimitado como mínimo por dos objetos superficiales.	 3 - D

Fig. 9 Entitats bàsiques dels SIGs

6.3.2 Interrelacions de les entitats

Les entitats geogràfiques mantenen relacions amb altres entitats geogràfiques. Per exemple l'entitat casa manté una relació de propietat amb l'entitat propietari. Aquest principi es coneix com el d'entitat-relació (vist amb les bases de dades). Mitjançant aquest principi, podem expressar les interrelacions geomètric-espacials dels objectes/entitats, és a dir, la topologia, també podem expressar les interrelacions temàtiques o no espacials entre les entitats, com per exemple «ser propietat de». La primera utilitat és comuna en els SIG vectorials i la segona és utilitzada pels SIG vectorials orientats a capes, però sobre tot pels orientats a objectes.

Les interrelacions geomètriques entre entitats/objecte es poden expressar per mitjà de la topologia. La topologia es una especialitat de la Matemàtica que tracta sobre les propietats transcendents de les entitats, a pesar de les distorsions que es produeixin.

Les propietats com les distàncies, angles, proximitat canvien, però les pròpiament topològiques com les d'adjacència, o la unidimensionalitat, bidimensionalitat o tridimensionalitat es mantenen, a pesar de les distorsions.

Gràcies a la construcció de la topologia es formen els objectes geogràfics a partir d'un conjunt de línies aïllades i sense sentit geomètric. El resultat és una definició precisa dels objectes i de les seves relacions amb altres objectes, de forma que obtenim un enfocament consistent i precís de la realitat geogràfica.

Les interrelacions topològiques no ens serveixen d'una forma eficaç en el SIG ràster, ja que el model conceptual parteix de la premissa que és possible representar el territori en forma d'una matriu d'un tipus especial de punts independents entre si, els píxels. Un cert grau de topologia està implícita en el

valor i la posició dels *píxels*, entenent que els que son contigus i tenen el mateix valor formen el mateix objecte. Aquest cert grau de topologia ràster no permet representar realment les interrelacions.

6.3.3 Georeferenciació

La georeferenciació, és la geocodificació de les dades geogràfiques. És el procés que permet determinar la posició d'una entitat geogràfica en la superfície terrestre de forma directa o indirecta.

La georeferenciació directa es basa en un sistema de projecció i un sistema de coordenades que representa el geode terrestre (el qual és tridimensional), per a transformar-lo en un mapa (que es bidimensional). La georeferenciació és contínua en la majoria dels casos a nivell conceptual, perquè tots els valors decimals són virtualment possibles. En la pràctica, una georeferenciació contínua pot convertir-se en discreta, perquè la capacitat de tractament de dígit en el sistema depèn del maquinari (*pot haver una precisió simple o doble*).

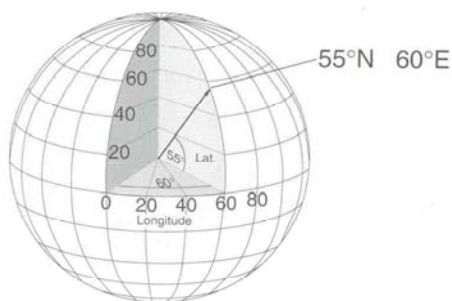


Fig. 10 Geoide terrestre.

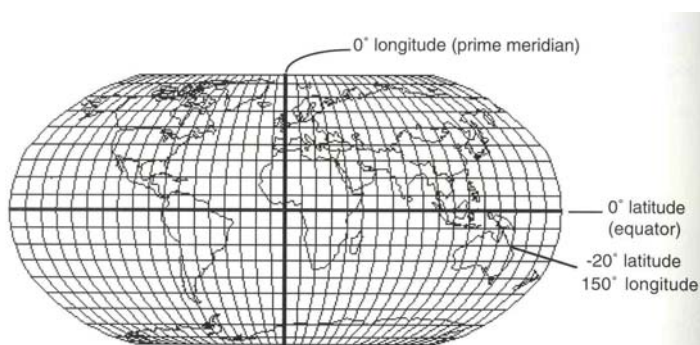


Fig. 11 UTM, sistema de coordenades planes estàndard.

El sistema UTM basat en la projecció Transversal de Mercator, és un estàndard de fet en les representacions del territori a grans i mitjanes escales.

Per exemple el model ràster utilitza la georeferenciació directa, basada en coordenades i en principi contínua, que en la pràctica es converteix en una georeferenciació discreta. La raó és que el *píxel* representa un quadrilàter de dimensions fixes, discretes, les quals actuen implícitament com unitat de mesura lineal i superficial indivisible.

La construcció de bases de dades cartogràfiques requereixen l'ús d'un suport geodèsic exacte i precís. La xarxa geodèsica esta formada per punts singulars que units formen triangles, dels quals es coneix la seva posició expressada en coordenades x, y i z, en un alt grau d'exactitud.

Avui en dia en l'aparició i l'evolució dels Gps, es poden georreferenciar entitats amb una precisió de mil·límetres.

La georeferenciació discreta pròpiament dita és la que es va imposar i va utilitzar la major part dels usuaris. La principal avantatja es que és molt simple, i permet la integració directa de bases de dades temàtiques.

6.3.4 Modelització lògica del territori

La modelització lògica és la conversió de les entitats geogràfiques del mon real a les seves representacions en la base de dades (els objectes geogràfics), a través d'una sèrie de formulismes matemàtics

Els objectes geogràfics s'emmagatzemen en un registre o fila d'una matriu de la base de dades, sigui un punt, una línia o una etiqueta de text. Les dades cartogràfiques essencials s'emmagatzemen i gestionen en una base de dades pròpia del SIG, en canvi els atributs s'emmagatzemen en una base de dades convencional (oracle, informix, etc). Aquest procés el veurem millor en l'apartat dels SIG vectorials.

Les funcions del sistema SIG permeten llegir els valors de cada registre de la base de dades i efectuar el tractament corresponent, com per exemple la plasmació directa de la dades cartogràfiques en el monitor, transformant les dades puntuals i lineals codificades matemàticament en dades analògiques pròpies del model conceptual i de la percepció humana de les entitats territorials.

6.4 Dades Geogràfiques

Tal com s'ha anat veient fins ara, la construcció d'una base de dades geogràfiques implica un procés d'abstracció per a passar de la complexitat del món real a una representació simplificada i assequible per al llenguatge dels ordinadors actuals. Aquest procés d'abstracció té diversos nivells i normalment comença amb la concepció de l'estructura de la base de dades, generalment en capes; en aquesta fase, i depenent de la utilitat que es vagi a donar a la informació a compilar, se seleccionen les capes temàtiques a incloure. Però l'estructuració de la informació espacial procedent del món real en capes comporta cert nivell de dificultat.

En primer lloc, la necessitat d'abstracció que requereixen les màquines implica treballar amb primitives bàsiques de dibuix, de tal forma que tota la complexitat de la realitat ha de ser reduïda a punts, línies o polígons.

En segon lloc, hi ha relacions espacials entre els objectes geogràfics que el sistema no pot obviar; és el que s'anomena topologia, que en realitat és el mètode matemàticològic usat per a definir les relacions espacials entre els objectes geogràfics.

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

Hi ha diverses formes de modelitzar aquestes relacions entre els objectes geogràfics o topologia. Depenent de la forma en què això es porti a terme es té un o un altre tipus de Sistema d'Informació Geogràfica dins d'una estructura de tres grups principals:

- Sig Vectorial
- Sig Ràster
- Sig Orientat a objectes

No hi ha un model de dades que sigui superior a un altre, sinó que cada un té una utilitat específica.

7 Tipus de Sig

En funció del model de dades implementades en cada sistema, podem distingir tres grans grups de Sistemes d'Informació Geogràfica: SIG Vectorials, SIG Ràster i SIG amb model de dades Orientats a Objectes. En realitat, la major part dels sistemes existents en l'actualitat pertanyen als dos primers grups (vectorials i ràster).

Es diferencien principalment en que els vectorials utilitzen vectors (bàsicament línies), per a delimitar els objectes geogràfics, mentre que els ràster utilitzen una retícula regular per a documentar els elements geogràfics que tenen lloc en l'espai.

7.1 SIG Vectorials

Són aquells Sistemes d'Informació Geogràfica que per a la descripció dels objectes geogràfics utilitzen vectors definits per parells de coordenades relatives a algun sistema cartogràfic.

Amb un parell de coordenades i la seva altitud gestionen un punt (per exemple un vèrtex geodèsic), amb dos punts generen una línia, i amb una agrupació de línies formen polígons.

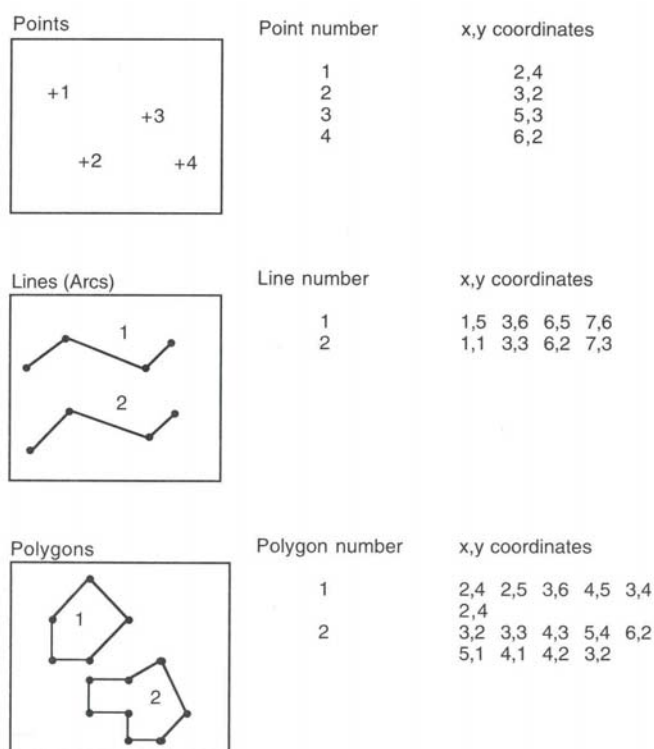


Fig. 12 Primitives bàsiques dels formats vectorials.

D'entre tots els mètodes per a formar topologia vectorial la forma més robusta és la topologia arc-node. La topologia arc-node basa l'estructuració de tota la informació geogràfica en parells de coordenades, que són l'entitat bàsica d'informació per a aquest model de dades. Amb parells de coordenades (punts) forma vèrtexs i nodes, i amb agrupacions d'aquests punts forma línies, amb les que al seu torn pot formar polígons.

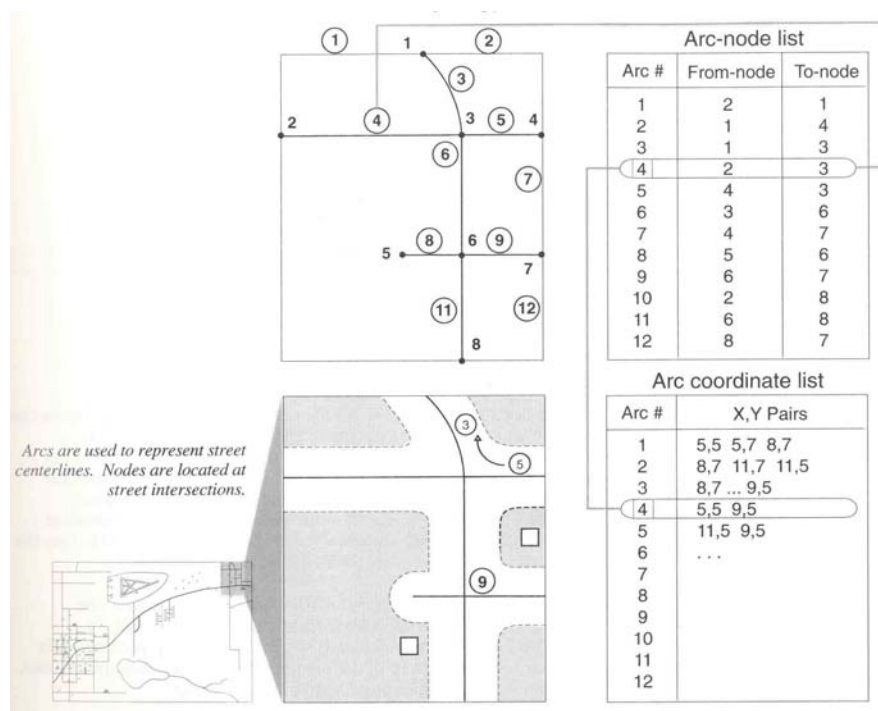


Fig. 13 Topologia Arc-Node.

Bàsicament aquesta és la idea, molt senzilla en el fons.

Per a poder implementar-la en un ordinador, es requereix la interconnexió de diverses bases de dades a través d'identificadors comuns.

Aquestes bases de dades, que podem imaginar-les com a taules amb dades ordenades de forma tabular, contenen columnes comunes a partir de les quals es poden relacionar dades no comunes entre una i una altra taula.

Hem vist en l'esquema anterior com es formen les línies a partir de punts (parells de coordenades).

Vegem ara com es formen els polígons a partir de l'agrupació de línies:

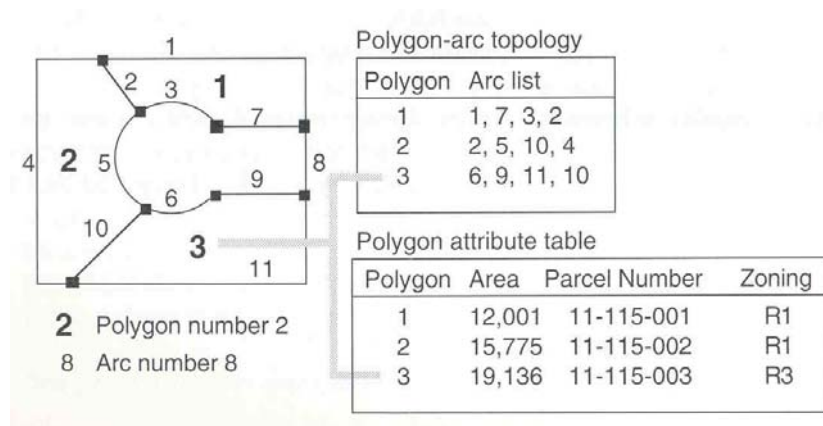


Fig. 14 Topologia Arc-Polígon.

En general, el model de dades vectorial és adequat per a treballar amb objectes geogràfics amb límits ben establerts, com poden ser finques, carreteres, etc.

7.2 SIG Ràster

Els Sistemes d'Informació Ràster basen la seva funcionalitat en una concepció implícita de les relacions de veïnat entre els objectes geogràfics. La seva forma de procedir és dividir la zona afectada de la base de dades en una retícula o malla regular de petites cel·les (a les que es denomina píxels) i atribuir un valor numèric a cada cel·la com a representació del seu valor temàtic. Atès que la malla és regular (la grandària del píxel és constant) i que coneixem la posició en coordenades del centre d'una de les cel·les, es pot dir que tots els píxels estan georeferenciats.

Aquest model utilitza una única primitiva gràfica, el punt, i es basa en la premissa que l'espai és representable per mig d'una matriu de punts. Les quatre característiques de les dades geogràfiques es concreten de la manera següent. La posició de les dades es dedueix al seu lloc en la matriu, de les files i les columnes que ocupa. Cada atribut temàtic s'emmagatzema en una capa pròpia. Les interrelacions espacials o topològiques no poden ser explicitades, perquè cada punt o píxel de la matriu és independent. La temporalitat de les dades geogràfiques consta com un atribut temàtic propi, o bé com un complement d'un atribut temàtic.

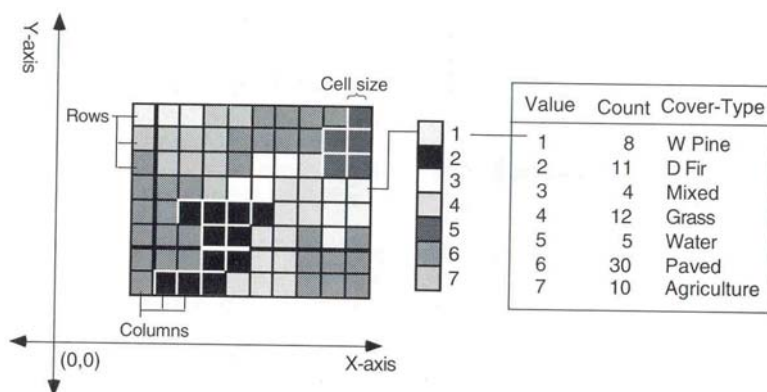


Fig. 15 Malla de píxel per al format ràster.

Lògicament, per a tenir una descripció precisa dels objectes geogràfics continguts en la base de dades la grandària del píxel ha de ser reduït (en funció de l'escala), la qual cosa dotarà a la malla d'una resolució alta. No obstant, a nombre més gran de files i columnes a la malla (més resolució), major esforç en el procés de captura de la informació i major cost de còmput a l'hora de processar la mateixa.

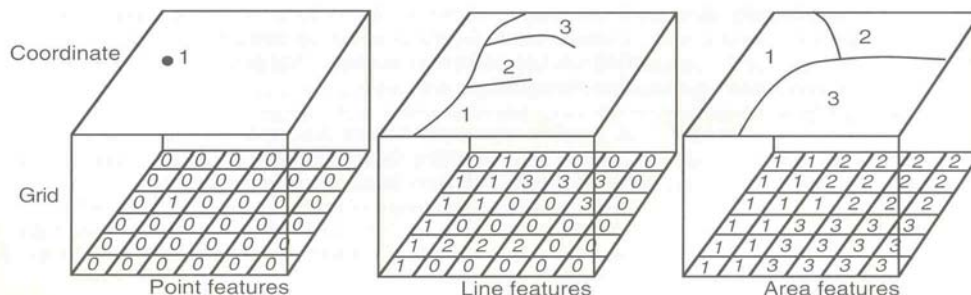


Fig. 16 Representació d'una entitat geogràfica amb format ràster

En la figura anterior veiem com depenent del tipus d'entitat que es vol representar, les cel·les van agafant diferents valors.

El model de dades ràster és especialment útil quan hem de descriure objectes geogràfics amb límits difusos, com per exemple pot ser la dispersió d'un núvol de contaminants, o els nivells de contaminació d'un aquífer subterrani, on els contorns no són absolutament nítids, o quan tenim fotografies per satèl·lit amb diferents tons de vegetació; en aquests casos, el model ràster és més apropiat que el vectorial.

7.3 SIG Orientats a Objecte

No hi ha una definició clara ni un acord general en la comunitat d'usuaris sobre l'entitat dels models orientats a objectes, però sí que hi ha unanimitat quant a les característiques que ha de tenir un SIG d'aquest tipus.

En primer lloc, els SIG orientats a objectes plantegen un canvi en la concepció de l'estructura de les bases de dades geogràfiques; mentre els models de dades vectorials i ràster estructuren la seva informació mitjançant capes, els sistemes orientats a objectes intenten organitzar la informació geogràfica a partir del propi objecte geogràfic i les seves relacions amb altres.

D'aquesta forma, els objectes geogràfics estan sotmesos a una sèrie de processos i s'agrupen en classes entre les quals es dona l'herència.

En segon lloc, els SIG orientats a objectes introdueixen un caràcter dinàmic a la informació inclosa en el sistema, enfront dels models de dades vectorials i ràster que tenen un caràcter estàtic.

Per això, el model orientat a objectes és més aconsellable per a situacions en què la naturalesa dels objectes que s'han de tractar de modelar és canviant en el temps o en l'espai.

Per a posar un exemple d'organització de la informació amb aquest model de dades, pensem en un subcompartiment forestal, dins del qual es donen molts arbres, cada un d'ells sotmès a uns processos (per exemple el creixement); aquest creixement és heretat pel subcompartiment i dona com resultat que l'altura del mateix sigui canviant amb el temps. Per tant, en aquest cas els atributs temàtics de cada objecte geogràfic són el resultat d'aplicar unes determinades funcions que varien segons les relacions de l'objecte de referència amb el seu entorn.

Sens dubte, aquest model de dades és més aconsellable que qualsevol altre per a treballar amb dades geogràfiques, però es troba amb dificultats d'implementació en els actuals Sistemes de Gestió de Bases de Dades (SGBD), i per tant també amb dificultats d'implementació en els SIG.

Avui en dia comencen a veure's implementacions d'aquest tipus d'organització de dades en alguns GIS comercials, si bé són aproximacions d'alguna manera incompletes on la seva funcionalitat ha de ser millorada en els següents anys.

L'avantatge fonamental que permet aquesta estructura de dades enfront de les altres és la dinamicitat de les dades. És a dir, a partir d'una sèrie de paràmetres establerts en el comportament dels objectes geogràfics, podem simular la seva evolució futura, la qual cosa constitueix un gran avanç si es treballa en entorns en què es requereix simulació de situacions potencials.

8 Creació d'una aplicació SIG

Una vegada hem vist els fonaments i la tecnologia SIG, ens queda la fase de com arribar a crear i desenvolupar una aplicació SIG. La qualitat de la base de dades és molt important per a que un SIG funcioni adequadament. S'ha d'ésser molt rigorós i acurat, per a que no ens vegem limitats posteriorment.

L'esquema general a seguir per al desenvolupament d'uns SIG és el següent:

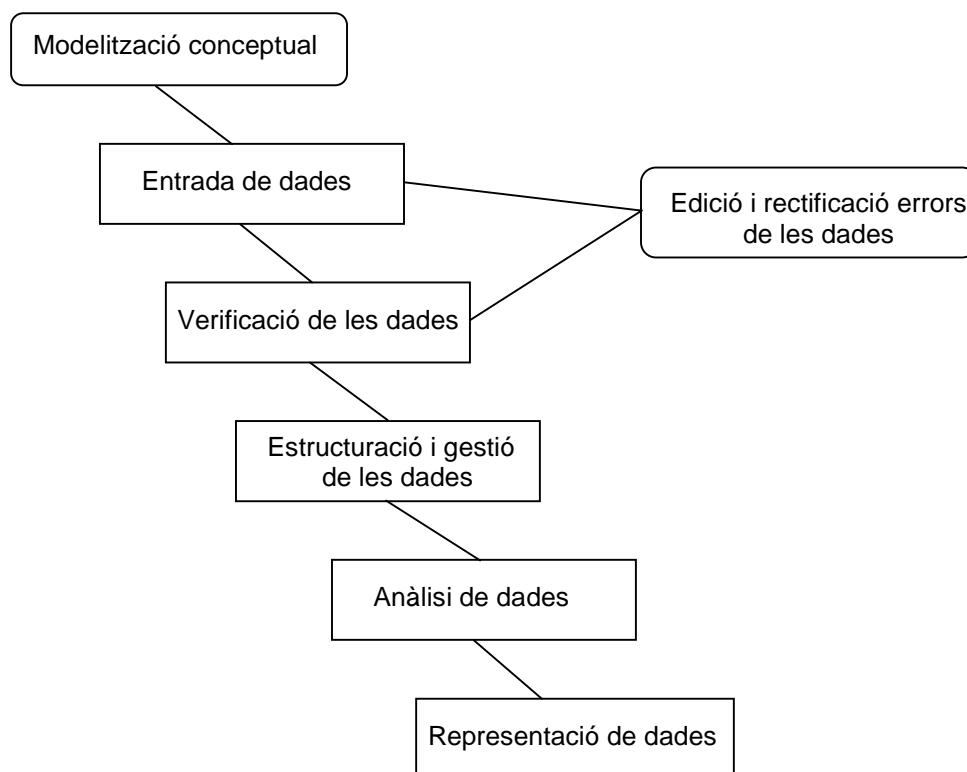


Fig. 17 Esquema a seguir per desenvolupar un SIG

La primera fase és el procés d'entrada de dades on s'analiza el mode en què es produeix la modelització del territori i com les dades queden estructurades adequadament en el SIG. La segona és la de verificar i editar les dades geogràfiques i controlar la seva qualitat. El nivell de qualitat de les dades que s'elegeixen per a crear la base de dades ha d'estar prou contrastada ja que d'aquest factor dependrà realment l'èxit o no de les anàlisis. Després venen les funcions de gestió de les dades que normalment són efectuats a través dels Sistemes de Gestió de la Base de Dades, SGBD, que incorporen els SIG. Per a finalitzar, tractarem les funcions de representació de les dades geogràfiques que ens permeten obtenir, qualsevol representació, ja siguin mapes, gràfics o taules, dels resultats dels anàlisis que efectuem.

8.1 Entrada de dades en un SIG

Recordem que hi ha dos grans tipus de dades geogràfiques. Les dades cartogràfiques, que descriuen les entitats del territori en base a la seva posició, i els atributs descriptius d'aquelles entitats, o

fenòmens geogràfics. I entre aquests tipus de dades hi ha un nexa d'unió entre ambdues que generalment es coneix amb el nom de codi identificador o *label*.

Totes aquestes dades poden estar disponibles de dos formes distintes: analògiques i digitals.

Les dades analògiques es poden introduir al SIG de les següents formes:

- √ Digitalització mitjançant el teclat: serveix per introduir sobre tot els elements descriptius dels objectes geogràfics.
- √ COGO: tecnologia de Geometria de Coordenades. Normalment és informació que prové d'aixecaments topogràfics. També s'introdueix pel teclat.
- √ Digitalització amb tauleta: perifèric específic, que permet entrar la informació prominent dels mapes que estan en suport paper. Es disposa d'un ratolí amb el qual s'ha d'anar repassant per damunt del mapa la informació cartogràfica que es vol introduir.
- √ Restitució fotogramètrica: serveis per a restituir les fotografies aèries.
- √ Escanejant i vectorització. Mitjançant els escàners podem introduir la informació dels mapes en suport paper i vectoritzar-los automàticament. És molt més ràpid que la taula digitalitzadora, però no tan precís.

Les dades digitals és poden introduir de les següents formes:

- √ Introducció directa: les dades de les que disposem estan en el mateix format que el SIG en el qual desenvolupem el nostre projecte.
- √ Conversió gràfica: les dades de les que disposem estan en un format diferent a la del nostre SIG. Llavors haurem de fer un procés de conversió de dades a un format estàndard que pugui llegir el nostre SIG, com DXF, DWG, etc.
- √ Conversió d'estructures: per exemple tenim unes dades en format ràster i les hem de convertir a format vectorial.
- √ Conversió d'atributs: aquesta tipus de conversió es refereix al format de les dades alfanumèriques. Per exemple poden estar en format DBF, WKS, XLS, MDB, etc. No obstant avui en dia la major part dels SIG suporten aquests formats.
- √ Conversió de fotografies per satèl·lit, i posicionament GPS: realment no són conversions sinó dos tipus de fonts d'informació que avui en dia són molt important.

8.2 Depuració de les dades geogràfiques.

En les diferents fases del projecte ens podem trobar en els següents errors:

Funcions	Tipus d'errors
Modelització conceptual	Errors de recopilació Errors de les fonts de les dades
Entrada de dades	Errors en la Digitalització Errors en les mateixes entitats geogràfiques
Estructuració i gestió de les dades	Errors de precisió numèrica Errors de precisió espacial
Anàlisis de dades	Propagació d'errors al realitzar superposicions de capes

Representació de les dades	Errors al superposar polígons Falsos polígons o Silvers Errors de línies de límit
	Errors d'escalat Errors dels perifèrics de sortida

Per a poder depurar i corregir els errors, hem de seguir uns paràmetres de qualitat, els quals els podem classificar en tres grups, (que només els anomenarem ja que les tècniques de correcció queden fora de l'abast d'aquest document introductori).

Paràmetres individuals, que comprenen l'exactitud posicional, l'exactitud dels atributs, la consistència lògica, i la resolució.

Paràmetres globals, que comprenen l'amplitud, els temps, i la procedència de les dades.

Paràmetres d'us que comprenen l'accessibilitat i els costos directes o indirectes.

8.3 Gestió de la base de les dades geogràfiques

Els *SGBD* proporcionen als usuaris dels *SIG* les eines necessàries per a poder crear i mantenir la base de dades geogràfica en funció d'aspectes tals com el format de les dades, el nom de cada conjunt de dades (o camps de la base de dades) o les restriccions que per als valors de cada camp desitgen. Aquestes eines han de permetre:

En primer lloc l'accés a les dades geogràfiques emmagatzemades, de manera que sigui possible extraure amb facilitat determinades informacions del conjunt d'aquestes dades, sense necessitat de conèixer la seva estructura física (el mode en que s'organitzen internament). Les dades presentades d'aquesta manera és el que s'anomena l'estructura lògica de les dades. Mentre que l'estructura física de la base és única, d'estructures lògiques (vistes de la base), poden haver-ne varies, atenen a les dades que siguin necessàries accedir.

En segon lloc, un *SGDB* ha de permetre l'actualització de la base de dades en front dels possibles canvis en les característiques del elements geogràfics.

En tercer lloc el *SGBD* ha de permetre eliminar dades que ja no siguin útils o rellevants als propòsits inicials, perquè ja els haguem emprat o hagin estat substituïts pels nous

En definitiva, un *SGBD* ha d'oferir les màximes facilitats i garanties en quant a la seguretat de les dades, de manera que només l'administrador del *SIG* pugui accedir a la seva estructura física. A més, ha d'assegurar la integritat de la base de dades, i que siguin respectades les definicions establertes al crear la base. També ha d'evitar les possibles incongruències generades per l'ús sincronitzat de la base per part de diversos usuaris. I Finalment, ha d'eliminar redundàncies o duplicitats de les dades emmagatzemades.

8.3.1 Tipus de SGBD

L'organització lògica d'una base de dates rep el nom d'estructura de dades. Una estructura de dades pot ser concebuda com la forma en que es descriuen i manipulen les dades en la base de dades.

Principalment hi ha 4 tipus bàsics de *SGBD*, atenent a la seva estructura de dades, que s'empren en l'entorn dels *SIG*: *SGBD* jeràrquics, els *SGBD* en xarxa, els *SGBD* relacionals i els *SGBD* orientades a objectes Tots tenen la característica comuna que la seva organització interna es basa en l'ús de

registres, camps o *atributs*, i camps clau.

8.3.1.1 SGBD jeràrquic

Aquest sistema jeràrquic es basa en les relacions denominades pare-fill entre els elements de la base de dades, de forma que la relació s'estableix entre els elements superiors de la jerarquia, denominats pares, i els inferiors, denominats fills.

És una relació d'un element a un altre, d'un pare a un fill, o d'un element a diversos, d'un pare a diversos fills. Aquest tipus d'organització és molt efectiva si les relacions entre els elements de la base poden conèixer-se per endavant i, per tant, poden establir-se les preguntes que seran efectuades i preassignar els camps claus sobre els quals s'efectuaran dites consultes.

Aquestes dues característiques converteixen aquest tipus d'estructures en poc adequades per al seu ús amb els SIG ja que, d'una banda, és pràcticament impossible conèixer per endavant totes les relacions que existiran entre els distints elements territorials registrats en la base, sabent a més que aquests poden variar.

Aquestes estructures són adequades per a sistemes de bases de dades bibliogràfiques o sistemes de reserves on les demandes i les dades necessàries per a satisfer-les poden ser predites per endavant.

8.3.1.2 SGBD en xarxa

Aquesta estructura és una millora de l'anterior en la que un element superior de la jerarquia, un pare, pot tenir diversos de la inferior, els fills, però aquests elements inferiors també poden tenir diversos dels superiors. És una relació de diversos elements d'una categoria amb diversos elements d'una altra categoria.

Aquesta estructura de dades en xarxa permet una major flexibilitat de consulta de les dades que en la estructura jeràrquica, però continua sent massa rígida per a reflectir les interrelacions entre els elements geogràfics per la complexitat i gran variabilitat d'aquests.

8.3.1.3 SGBD Relacionals

Aquesta estructura ha estat fins avui en dia l'estructura de dades més eficient quant a la seva capacitat per a ser utilitzada en el tractament de la informació geogràfica, és la que es coneix com a estructura de dades relacional.

Aquest tipus de SGBD està basat en una estructura de dades que utilitza una matriu de files i columnes, anomenada taula. En aquest model, a diferència dels anteriors, no hi ha cap tipus de relació jeràrquica, sinó que tots els camps es troben a un mateix nivell dins de l'estructura i, per tant, tots poden ser considerats camps clau. Aquest fet ja no implica la necessitat de definir-los prèviament, amb la qual cosa el sistema és capaç de suportar consultes no predefinides. Virtualment és possible realitzar qualsevol combinació de les dades existents a la base en funció dels criteris de selecció que es consideren adequats, per això aquests tipus d'estructures es configuren com les més habituals en l'àmbit dels SIG.

Amb aquests tipus de sistemes creem diferents taules de dades sobre els elements del territori, que s'emmagatzemen per separat en funció de criteris temàtics.

Si hem de consultar una entitat que té associades varies taules, podem emprar un camp que tinguin en comú per a realitzar una operació d'unió de taules i accedir d'aquesta forma a totes les dades relatives a aquell element seleccionat.

Poden haver dos tipus d'unió:

- √ Unió temporal: la taula que es crea no s'emmagatzema al sistema, ja que se crea només per a respondre puntualment a la pregunta efectuada.
- √ Unió permanent: la taula que es crea s'emmagatzema al sistema i llavors rep el nom de taula permanent o real.

Aquesta possibilitat de realitzar operacions d'unió confereix a aquest tipus d'estructura de dades una flexibilitat molt gran, ja que és capaç de respondre a consultes per a les que no havia estat preparada. Solament es necessari crear noves taules amb les dades necessàries que continguin, com les ja existents, un camp comú per a efectuar la relació.

8.3.1.4 SGBD orientats a objecte

Aquests tipus d'estructures es basen en la premissa que és artificial separar la definició d'un objecte, que pot ser geogràfic, de les operacions realitzades amb ell. En aquest tipus d'estructures un objecte és entès com una entitat que té un determinat estat representat pels valors d'unes variables i per un conjunt d'operacions o mètodes que operen sobre ell.

Una altra diferència molt important respecte els sistemes anteriors és que qualsevol element de la base de dades geogràfica no només és definit pels seus atributs descriptius, tal com es feia en les estructures relacionals, sinó que a més aquest objecte queda definit per les operacions que li afecten.

A més d'aquestes característiques els objectes individuals pertanyen a una classe superior, que defineix el tipus d'un objecte per mitjà d'atributs generals per a la classe. De la mateixa manera cada una d'aquestes classes pertany a una superclasse de la qual pot heretar atributs descriptius i operacions.

Avui en dia podríem distingir un sistema gestor de bases de dades que estaria a cavall entre els relacionals i els d'objecte. Són sistemes de bases de dades relacionals que han anat evolucionant incorporant característiques dels SGBD d'objectes purs. Per exemple Oracle és un d'ells.

8.4 Representació de les dades

Aquesta és la fase final de la creació i explotació d'un SIG.

Una vegada es té organitzada la base de dades i s'han posat en marxa els mecanismes necessaris per a la seva correcta gestió, es pot començar a efectuar l'anàlisi de les dades del SIG.

Inclou totes les funcions per a elaborar representacions de la informació geogràfica, en general a través de mapes, d'una manera útil i comprensible per a l'usuari del sistema.

Els productes més habituals que es generen amb un SIG són principalment mapes, encara que també poden generar-se gràfics i taules estadístiques o d'altres tipus, els quals es poden classificar bàsicament en:

- √ Productes permanents, són aquells que són generats amb l'objectiu que perduren al llarg del temps (també s'anomenen mapes reals). Es treuen en suport paper poliesters, films fotogràfics, etc.
- √ Productes temporals, són els que es generen amb l'objectiu d'oferir una visió puntual de la base de dades que serà eliminada amb rapidesa. Es treuen normalment directament sobre la pantalla de l'ordinador, es coneixen amb el nom de mapes virtuals.

9 Anàlisi de la informació geogràfica

L'anàlisi el podríem definir com un procés en el qual els fets recollits i disposats de manera genèrica (els registres de la base de dades), es tradueixen en fets presentats d'una forma específica i útil, sent aquesta una informació important i amb significat per a l'usuari. La clau del bon anàlisi està en la capacitat de l'usuari per a entendre la naturalesa de la informació, la seva capacitat per a formular les preguntes d'una manera que el sistema entengui, i el seu domini de les funcions del sistema.

Les funcions d'anàlisi inclouen totes aquelles que realitzen càlculs sobre les entitats gràfiques combinant-les amb els seus atributs temàtics. Podem distingir operacions senzilles com longitud d'una línia, perímetres, àrees i volums, fins anàlisis de xarxes de conducció, intersecció de polígons, models digitals del terreny, etc.

9.1 Funcions analítiques d'un SIG

9.1.1 Funcions de recuperació

Són funcions de propòsit general en un SIG que s'utilitzen per a obtenir una visió de les dades contingudes en la base de dades. Inclou la cerca selectiva o filtrada i la representació de les dades, sense variar la seva localització ni crear noves entitats geogràfiques.

Consulta i interrogació: consisteix en una demanda puntual d'informació, realitzada típicament per pantalla mitjançant el ratolí. Es pot realitzar de dues formes, la primera és preguntar al sistema quina entitat hi ha en una localització determinada, i la segona és preguntant-li en quina localització es troba una entitat determinada. Per exemple si tenim una capa de camins amb les seves amplades, li podem preguntar quins són els camins de més de 4 metres d'amplada, i ens el traurà gràficament.

La reclassificació, consisteix a canviar el valor dels atributs temàtics de les entitats cartogràfiques, amb la qual cosa variem també la classificació a què pertanyen. Per motius conceptuals i logicomatemàtics la classificació es realitza tan sols en sistemes *ràster* mentre que la reclassificació d'atributs és possible en els models *ràster* i vectorial.

La mesura d'àrees i línies la qual és una funció analítica sempre posterior a l'estructuració topològica de les dades cartogràfiques. El resultat obtingut són superfícies d'àrees i longituds de línies, expressades en les unitats de mesura de la georeferenciació, generalment centímetres, metres o quilòmetres. Els sistemes vectorials són més adequats per a realitzar funcions de mesura. L'àrea i el perímetre dels polígons al costat de la longitud dels segments es consideren atributs fonamentals i es calculen durant el procés d'estructuració topològica, emmagatzemant-se de manera permanent en la base de dades.

Estadística espacial, útils per a identificar, quantificar i descriure patrons espacials en les dades. Les estadístiques descriptives més comuns són la mitja, la mitjana, la desviació estàndard, el valor mínim, el valor màxim, els quantils, els histogrames, la regressió, útil per a expressar polinòmicament la interrelació entre dos variables que siguin quantitatives i contínues. Una vegada obtinguda la equació es possible realitzar simulacions o completar la informació insuficient.

9.1.2 Funcions de superposició

Són molt importants per combinar espacialment les diferents capes que conté un SIG. Té dos característiques fonamentals, el geomètric-cartogràfic i el dels atributs. La superposició geomètrica implica necessàriament la generació de noves entitats cartogràfiques, producte de la intersecció de les entitats originals. La superposició dels atributs té dos variants, la nominal o lògica i l'aritmètica, atenent a la naturalesa dels atributs. És possible tant en el model *ràster* com el vectorial. La

superposició nominal dels atributs genera noves categories compostes en la capa resultant, les quals permeten conèixer al detall les entitats que compleixen una sèrie de condicions. És la més adequada per al model vectorial, al poder emmagatzemar els atributs alfanumèrics en una base de dades associada.

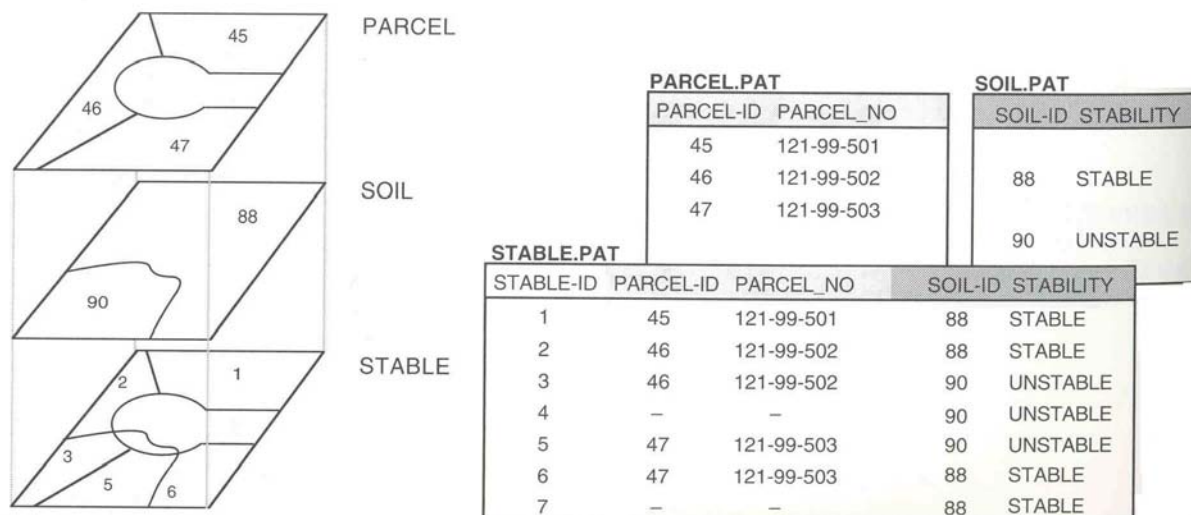


Fig. 18 Superposició de dos entitats geogràfiques.

A partir de la capa parcel·les i sol, amb dos taules de dades diferents es superposen geogràficament, obtenint una sola capa combinació de les dos i també una sola taula de dades.

La superposició aritmètica consisteix en combinar variables numèriques utilitzant operadors matemàtics com la suma, divisió o exponenciació. És una superposició típica, però no exclusiva, d'un software de SIG ràster i de dades de naturalesa continua, com per exemple la temperatura.

9.1.3 Funcions de veïnatge

Les funcions analítiques de veïnatge són les que avaluen les característiques de l'àrea que envolta una localització determinada. En cada cas es requereix com a mínim l'especificació de tres paràmetres: una o més localitzacions de referència, àmbit de veïnat al voltant de les localitzacions de referència i la funció concreta a realitzar entre les localitzacions de referència i l'àmbit de veïnat definit. Podem destacar:

La funció d'estar contingut està entre les més habituals en els SIG, siguin vectorials o ràster. Les localitzacions de referència poden definir-se interactivament en la pantalla o be estar predefinides en una capa a banda. Podem trobar aplicacions sofisticades a partir dels tres paràmetres descrits, entre els quals assenyalarem l'ús de polígons predefinits i el filtrat automàtic.

El filtrat automàtic és una funció més sofisticada, preferentment dels sistemes ràster. Serveix per a recalculer el valor d'unes cel·les en funció de les de la seva àrea d'influència de veïnatge escollit. Per exemple, ens pot servir per al reconeixement automàtic de les zones més elevades i deprimides d'una àrea.

La funció de poligonització automàtica defineix regions homogènies o àrees d'influència al voltant d'una sèrie de punts. Coneguda també per poligonització Thiessen o Voronoi, esta funció genera polígons al voltant d'un conjunt de punts de manera que el perímetre dels polígons generats sigui equidistant dels punts veïns.

La generació d'isolínies s'utilitza per a crear automàticament línies que connectin punts amb el mateix valor, per exemple les corbes de nivell d'un mapa topogràfic.

Les funcions d'interpolació serveixen per a predir valors desconeguts al voltant del veïnat d'unes localitzacions del qual coneixem els seus valors. La seva base conceptual es basa en la Primera llei de la Geografia, formulada per Tobler per la qual els punts més propers espacialment tendeixen a tenir valors més semblants que els punts més allunyats entre si.

Les funcions topogràfiques tracten amb las característiques de la superfície terrestre, especialment amb les elevacions representades en els Models Digitals del Terreny, *MDT*. Els *MDT* ràster ofereixen moltes més prestacions a nivell analític, amb menor cost de desenvolupament i temps de processament, degut bàsicament a la senzillesa del seu model. Les quatre funcions més importants són el càlcul de les pendents, l'orientació cardinal o gradient, l'ombreig i la cubicació de terres.

9.1.4 Funcions de connectivitat

Aquestes funcions tenen en comú l'ús d'operacions que van acumulant valors al llarg de l'àrea que travessen. Es basen en la mesura d'un o més atributs, a més d'un comptador que registra els valors acumulats. Els procediments de connectivitat més importants són la mesura de contigüitat, de proximitat, anàlisi de xarxes, traçats, càlcul de volums e intervisibilitat.

La contigüitat avalua les característiques de les entitats interconnectades, les quals comparteixen una o varies característiques i formen una unitat. L'anàlisi inclou, en primer lloc, el reconeixement de les entitats que formen una unitat i, en segon lloc, la mesura d'atributs com la porció de l'àrea contigua, el camí més curt i el camí més llarg que la travessen.

La proximitat és la mesura de la distància entre entitats, be sigui una distancia geomètrica simple (mesura en metres per exemple) o be sigui una distancia que sintetitzi variables més complexes, com pot ser la velocitat de desplaçament en la xarxa de carreteres. Els paràmetres a especificar són quatre: les localitzacions de referència, la unitat de mesura, la funció que avalua la proximitat i l'àrea a analitzar. La forma més simple i habitual d'analitzar la proximitat és la generació de buffers o corredors a partir d'entitats existents, com pot ser una carretera, un aeroport o una línia de costa. Un *buffer/corredor* és un polígon amb una amplària determinada per la seva distància en relació a una entitat geogràfica, sigui puntual, lineal o poligonal.

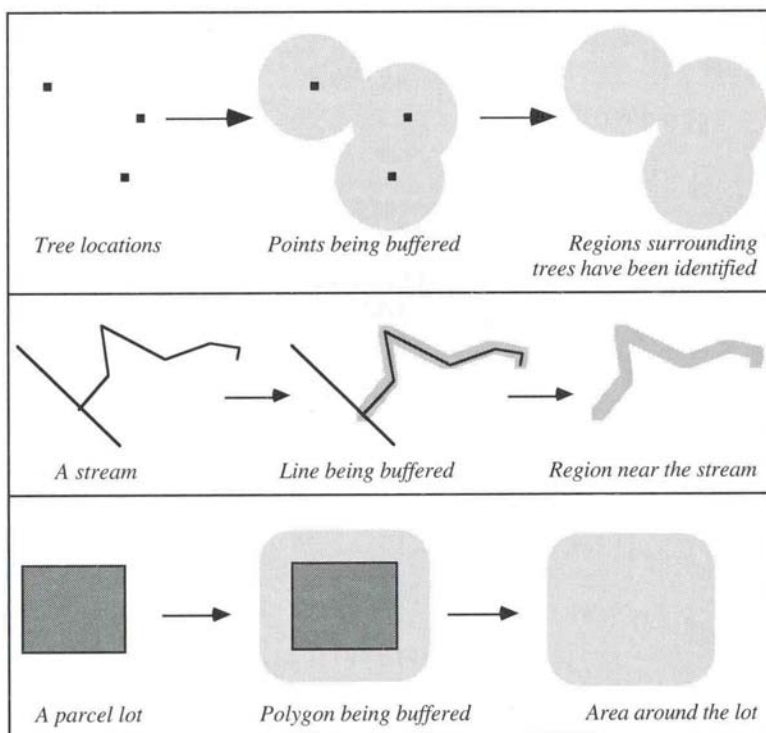


Fig. 19 Tipus de buffers d'un SIG

La difusió espacial és una funció útil per a fenòmens territorials que siguin caracteritzables i ponderables amb la distància. Funciona com un rastrejador que es desplaça en totes direccions a partir d'un punt, o d'una sèrie de punts, que és capaç de realitzar càlculs de difusió, d'acumular resultats finals i intermedis i de decidir la direcció a prendre. Per exemple en una zona muntanyosa amb barrancs pel mig, ens pot donar la ruta més fàcil per anar des d'un lloc a un altre. Aquesta funció la complement aquestes dos funcions més com són: la funció de traçat, la qual per exemple ens serveix per a trobar el camí més idoni entre una xarxa de camins; i la funció d'anàlisi de xarxes, que és específica de xarxes d'entitat (una xarxa d'aigües, de carrers, carreteres, etc.). La qual pot buscar també rutes òptimes, la relocalització de recursos, la carrega de la xarxa, etc.

Les funcions de visibilitat, ens serveixen per a determinar el territori visible des d'un punt o diversos, tenint en compte la altura de l'observador, les elevacions del terreny, l'angle i la distància màxima de visió.

10 Aplicacions dels SIG

Avui en dia els SIGs s'utilitzen en molts de sectors:

➤ 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, clavegueram, 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 mediambient i empreses d'enginyeria, que faciliten l'avaluació de l'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.

10.1 Programari SIG

10.1.1 SIGs comercials

ArcGis: de la casa ESRI: Desenvolupadors de productes com ArcExplorer, ArcView, ArcInfo, etc. És dels més coneguts en el mercat dels SIG.

<http://www.esri.com>

MIRAMON: producte català del departament del creaf de la universitat autònoma de Barcelona. Producte excepcional en relació qualitat/preu.

http://www.creaf.uab.es/miramon/internet/index_ca.htm

Geomedia: de la casa Bentley Software: Son els propietaris de productes com MicroStation i Intergraph, molt conegudes també el l'àrea del CAD/GIS.

<http://www.geomedia.com>

IDRISI: Projecte de la Universtat de Clark (USA).

<http://www.clarklabs.org/>

ERDAS: Programes de tractament d'imatges digitals (fotos aèries, de satèl·lit, etc.).

<http://gis.leica-geosystems.com/>

AutocadMap, de la casa autodesk i basat amb el programari de cad AUTOCAD.

<http://www.autodesk.com/siteselect.htm>

ManiFold, Sig tipus vector i ràster.

http://users.rcn.com/manifold.dnai/products/products_set.html

Wingis

<http://www.progis.co.at/English/default.asp>

SmallWorld, Gis amb mòduls per a treballar a Internet.

http://www.gepower.com/prod_serv/products/gis_software/en/index.htm

Geomatica, Gis ràster i Vector, amb capacitat de processament expectral.

http://www.pcigeomatrics.com/product_ind/product.html

Mapinfo

<http://www.mapinfo.com/>

10.1.2 SIGs sense cost (freeware)

GRASS: Solució GIS ràster i vectorial, amb llicència de codi font oberta (GNU/GPL), pot treballar en diferents plataformes (Windows NT, MacOS, UNIX, Linux, etc.).

<http://grass.baylor.edu/>

Spring: es un producte desenvolupat per l'Institut Nacional d'Investigacions Espacials (INPE) de

Brasil. Al igual que Grass és un Sig de tipus ràster i vectorial.

<http://www.dpi.inpe.br/spring/espanhol/index.html>

PCRàster: SIG tipus ràster. Només es freeware la versió 1. A partir de la versió 2, és de demostració, amb totes les funcionalitats però amb limitacions de grandària de fitxers.

<http://www.frw.ruu.nl/pcràster.html>

11 Conceptes previs del cicle de l'aigua.

Un sistema d'abastament públic d'aigua passa per les següents etapes:

- √ Captació d'aigües.
- √ Conducció.
- √ Depuració i tractament, potabilització i desalació.
- √ Regulació i emmagatzematge (Estacions de bombeig, dipòsits de regulació o distribució).
- √ Distribució (Xarxa de distribució).

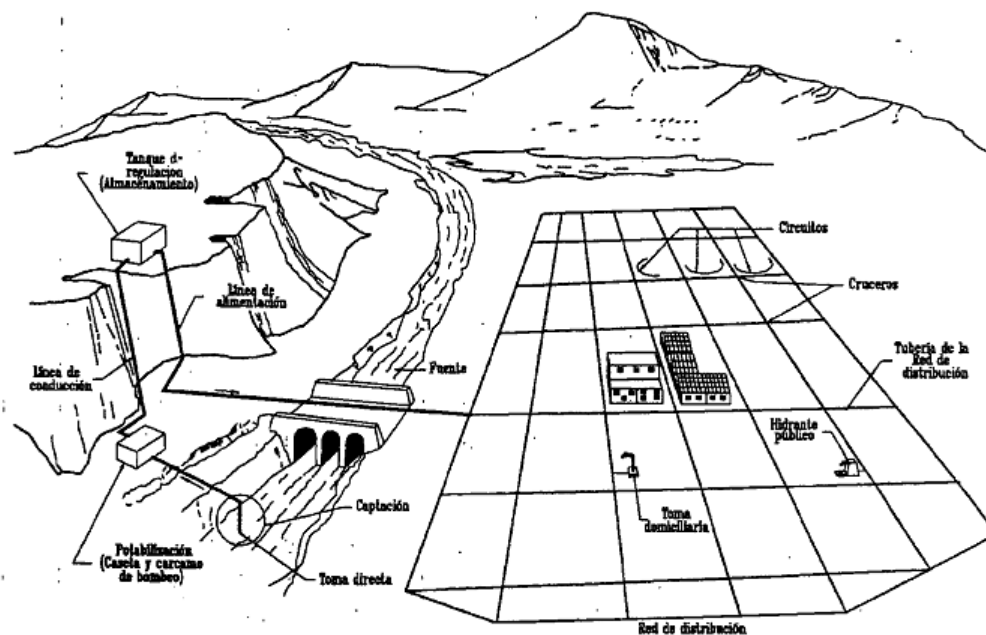


Fig. 20 Sistema d'abastament d'aigua.

11.1 Captació

El Pas de l'aigua a través de diferents llocs, constitueix el Cicle Hidrològic que es produeix fonamentalment per dos tipus d'accions, la solar i la gravitatòria. Les aigües que s'empren en l'àmbit urbà poden ser captades de les següents maneres:

- √ A través de l'explotació de l'aqüífer subterrani.
- √ Amb la desalació de les aigües de mar.
- √ Amb la reutilització de les aigües residuals (aigües no potables, per al rec de parcs i jardins, neteja de clavegueram, etc.)
- √ Amb la construcció de contenidors superficials d'aigües pluvials (preses i embassaments).
- √ Amb l'abducció des de rius, llacs, etc.

11.2 Conducció

Aquesta etapa està constituïda per les canonades que transporten l'aigua des de les fonts d'abastament als nuclis urbans on seran tractades i, posteriorment consumides. A aquests canals

se'ls anomena canals de portada o simplement portada d'aigües.

Quan la conducció de les aigües es realitza a pressió rep el nom de conducció en alta, pel fet que en les estacions d'impulsió se li dóna, a l'aigua, elevades pressions per a d'aquesta forma, facilitar el seu transport a través de llargs recorreguts. Les conduccions de transport de l'aigua solen tenir grans diàmetres i també s'utilitzen canals de seccions rectangulars. Aquestes conduccions poden tenir bastants de quilòmetres abans d'arribar als punts de destinació.

11.3 Tractament

En aquesta etapa, es procedeix a tractar les aigües de l'abastament amb l'objectiu que aquestes aconseguen una qualitat que les faci aptes per al consum directe (aigües de taula) i per a l'ocupació en determinats usos industrials. El tractament de l'aigua inclou les següents fases:

- √ Aclariment: L'aclariment consisteix en un simple emmagatzemament i sedimentació de les substàncies simples.
- √ Floculació i decantació: en aquesta fase s'aclareixen i depuren les aigües eliminant tant les partícules col·loïdals com els micro contaminants i microbis
- √ Filtració: L'aigua, en aquesta fase, es fa passar a través d'uns cossos porosos constituïts per llits d'arena de grànul variable.
- √ Esterilització: En aquesta fase final, s'afegeix clor (gas, cloramina, hipoclorit sòdic, etc.). Com a conseqüència d'això es produeix una reacció fortament oxidant que destrueix la matèria orgànica així com de la flora bacteriana i vírica que encara es troba en l'aigua.

11.4 Distribució

Aquesta etapa de la infraestructura hidràulica inclou els tipus de xarxes primàries, secundàries i terciàries amb els seus respectius dipòsits de reserva.

Els cabals aportats des de les captacions es mantenen constants mentre que els cabals que es consumeixen en els assentaments varia en funció d'una sèrie de circumstàncies de difícil determinació.

Es fa precís comptar amb volums importants d'aigües emmagatzemats en dipòsits reguladors amb l'objecte de fer front a les demanda d'aigua que es produeix en les hores puntes. El volum d'aigües que ha de contenir el dipòsit regulador de capçalera de la xarxa, ha de ser l'equivalent al cabal que se demanda durant un dia o dos dies com a màxim, segons un criteri molt generalitzat. Amb això es pretén atendre la demanda i al mateix temps evitar que les aigües romanguin emmagatzemades molt de temps, amb la qual cosa les seves condicions de potabilitat es veurien minvades considerablement.

En les xarxes de distribució i quan això és necessari, també se solen construir altres dipòsits, que es col·loquen en punts on poden plantejar-se deficiències en el servei. A aquests dipòsits anomenats de cua, se'ls sol donar la meitat de la capacitat d'emmagatzemament que tenen els dipòsits de capçalera. Els dipòsits han de situar-se en llocs elevats, per a disposar de l'energia de posició, d'una altra manera s'hauria de recórrer a bombejaments de per si problemàtics. La posició dels dipòsits reguladors està molt relacionada amb el sistema de distribució. Les missions que tenen els dipòsits reguladors són les següents:

- √ Emmagatzematge i regulació de les aigües.
- √ Escalonament de pressions, a l'actuar com a elements de ruptura de càrrega.
- √ Racional distribució de les xarxes per pisos, quan això sigui necessari.

Les xarxes ramificades solen disposar d'un únic dipòsit d'alimentació situat en la capçalera de les xarxes. Les xarxes mallades han de tenir, per al seu correcte funcionament, un dipòsit de capçalera i un altre de cua. Els dipòsits reguladors s'han d'ubicar, quan això sigui possible, en el baricentre de l'àrea que s'abasteix.

Els dipòsits de capçalera o alimentadors, reben l'aigua de la conducció, i d'ells parteixen les artèries o canonades mestres que integren la distribució. Els dipòsits de cua o dipòsits terminals, reben l'aigua sobrant del consum de la ciutat i serveixen després per a la mateixa canonada l'aigua que sigui necessari durant les hores puntes de major consum.

11.4.1 Tipus de dipòsits reguladors

Els dipòsits solen ser:

- √ Soterrats: Mantenen un bon aïllament tèrmic de les aigües, però la sortida de les canonades d'aigua i dels desaigües, és difícil i costosa.
- √ Semienterrats.
- √ Superficials: Els superficials són fàcils de construir i de vigilar, però cal dotar-los d'un aïllament eficaç.
- √ Elevats: Aquests dipòsits es construeixen en terrenys plans, on no es pot disposar de cotes elevades. La seva forma és quasi sempre cilíndrica.

11.4.2 Característiques dels dipòsits reguladors

L'altura de l'aigua en els dipòsits no ha de ser superior a 7 metres (grans dipòsits) sobretot quan aquests són elevats o de superfície, amb l'objecte d'evitar l'aparició de pressions desmesurades que encarririen innecessàriament l'obra. Per a dipòsits petits o mitjans l'altura no ha de superar els 3 a 4 metres. Els dipòsits estan formats pels elements següents:

- Murs de recinte: Els murs del recinte tenen com a finalitat mantenir l'aigua dins del dipòsit, suportant les pressions que l'aigua exerceix sobre ells en funció de l'altura d'aquesta dins del dipòsit. Se solen construir amb formigó hidròfug que li dona una capa de revestiment. L'acer galvanitzat s'empra quan es planteja la possibilitat de recórrer a un emmagatzemament d'alta pressió.
- Barandats divisoris: S'utilitzen per a compartimentar el dipòsit com per exemple la de poder contenir aigües de procedències diferents.
- Solera: La solera o base del dipòsit es sol realitzar en formigó armat o en massa. A la solera se li dona una petita pendent a fi de facilitar la seva neteja.
- Coberta: La coberta dels dipòsits pot ser: Dividida en voltes; Planes. Hem de donar a les cobertes dels dipòsits la menor superfície possible. Com se solen produir condensacions d'aigua activa en la cara inferior de les cobertes, és necessari propiciar la ventilació dels dipòsits per a evitar la formació d'aquestes condensacions. Les cobertes han de tenir el menor pes possible i ser resistents des del punt de vista estructural.
- Cambra de claus: Són quarts annexos on es munten tots els elements necessaris per a controlar l'entrada i sortida d'aigua, la neteja i el desaigüe dels dipòsits així com la realització d'anàlisi. En alguns supòsits també s'allotja en aquests quarts els comptadors i en un altre inclús es realitza en aquests quarts, la cloració de les aigües.
- Entrada d'aigua: En l'entrada d'aigua se solen construir uns escalons per a trencar la força amb què l'aigua sol arribar als dipòsits.
- Presa o preses d'aigua.
- Desaigüe: Gràcies als desaigües podem evitar que els dipòsits al omplir-se en excés es fisuren per sobrepressió.
- Ventilació: L'aigua dins dels dipòsits sofreix contínues variacions de nivell, que exigeixen la constant entrada i sortida d'aire per a compensar els increments o decrements de volum de la massa d'aigua. Als efectes es practiquen en els dipòsits obertures de ventilació, que cal tenir

- cura perquè no entrin per elles, aigües indesitjables, insectes, pardals, animals, etc.
- Impermeabilització.
- Sistemes de cloració.
- Aparells de mesura i regulació: Amb aquests aparells podem conèixer en cada moment quina és la quantitat d'aigua emmagatzemada i també podem controlar la qualitat de les aigües a subministrar.

11.4.3 Les xarxes de distribució

La xarxa de distribució és la unitat del sistema que condueix l'aigua als punts de consum (edificis, indústries, boques de rec i incendi, etc.). Està construïda per un conjunt de canonades i peces especials disposades convenientment a fi de garantir l'abastament.

L'organització de les xarxes de distribució depèn de:

- La topografia del territori a abastar: Els territoris molt accidentats per exemple, exigeixen el desenvolupament de xarxes de distribució ramificades de diversos pisos.
- Característiques i morfologia del teixit urbà: Les característiques i morfologia del teixit urbà és un condicionant de primer orde, la distribució es veu molt afectada sobretot quan en determinades àrees, no es poden establir estrictes limitacions de densitats i altures així com la previsió de mecanismes de planejament que descongestionen aquestes zones, particularment grans demandants d'aquest servei.
- Condicions urbanístiques i usos del territori.

Els conductes que formen la xarxa de distribució es poden classificar en diversos tipus:

Principals o artèries (canonades d'alimentació): Són els de major diàmetre i responsables de l'alimentació dels conductes secundaris. La seva principal funció és la conducció.

Conductes secundaris (artèries de conducció): Són de menor diàmetre que els anteriors. Transporten l'aigua des de les artèries (canonades d'alimentació) a les canonades de distribució.

Canonades de distribució: Conduïxen l'aigua fins als ramals de connexió dels punts de consum.

Ramals d'escomeses: És el conjunt de canonades i vàlvules que enllacen la xarxa pública amb la instal·lació interior de l'edifici al costat del mur de la façana. Habitualment no es considera a aquests ramals inclosos en les xarxes de distribució.

Canonades de portada (conduccions generals): Són conductes que uneixen els punts de producció d'aigua amb la xarxa de distribució i, per tant, no formen part d'aquesta

11.4.4 Morfología de les xarxes de distribució

Les xarxes de distribució d'aigua segons la seva estructura en planta poden ser:

- Ramificades.
- Mallades
- Mixtes.

Segons la manera en que es distribueix la pressió, les xarxes poden ser:

- D'un pis.
- Escalonades.

- Per impulsió.

11.4.4.1 Xarxes Ramificades

Les xarxes de distribució ramificades, tenen com a característica que l'aigua sempre circula en el mateix sentit. Les xarxes ramificades es componen essencialment de canonades primàries, les quals es ramifiquen en conduccions secundàries i aquestes, al seu torn, es ramifiquen també en ramals terciaris. Les xarxes ramificades han de ser utilitzades en nuclis urbans d'1.000 habitants com a màxim i de configuració urbana lineal. Les artèries tindran una longitud màxima d'1.000 m. i seguiran l'eix dels nuclis. Els distribuïdors tindran una longitud màxima de 300 m. (ramals cecs).

El sistema ramificat té els avantatges següents:

- És el més senzill de calcular, ja que a l'estar definit el sentit de circulació de l'aigua, pot precisar-se amb exactitud, el cabal que circularà per cada canonada, la qual cosa facilita, enormement, el càlcul dels diàmetres.
- Resulta a primera vista més econòmic.

Els seus inconvenients són:

- Una ruptura pot originar el tall general, de la quasi totalitat, de la distribució.
- Els extrems o finals de la ramificació presenten l'inconvenient que en ells l'aigua queda estancada i es fa necessari, per a evitar contaminacions, efectuar freqüents descàrregues (ja sigui per mitjà de boques de rec o claus de descàrrega).
- Aparentment resulta econòmic degut a la menor quantitat de quilòmetres de la xarxa, però no és real ja que es necessita comptar amb diàmetres majors, ja que l'alimentació de cada tram no es verifica més que per un sol costat.

11.4.4.2 Xarxes mallades

En les xarxes mallades, les canonades principals es comuniquen unes amb altres, formant circuits tancats i es caracteritzen pel fet que l'alimentació de les canonades pot efectuar-se pels seus dos extrems indistintament, segons es comporten les canonades adjacents, de manera que el sentit del corrent no és sempre, forçosament, el mateix.

La separació màxima entre els costats oposats d'una malla serà de 900 m. i la mínima de 250 m. La superfície màxima d'una malla serà de 30 ha. i la mínima de 9 ha. Cada malla abastirà un màxim d'1.500 vivendes i a un mínim de 500. Quan el nucli tingui menys de 500 vivendes es disposarà una sola malla. Els distribuïdors estaran connectats entre si, i/o a les artèries. La xarxa quedarà dividida en sectors per mitjà de claus de pas, de manera que, en cas necessari, qualsevol d'ells pugui quedar fora de servei i d'aquesta forma facilitar les operacions de neteja i de manteniment que són necessàries efectuar amb caràcter periòdic. El sistema mallat, té els avantatges següents:

- Llibertat en el sentit de la circulació de l'aigua.
- Millor repartiment de la pressió.
- Major seguretat en el servei, ja que una avaria en un punt determinat no comporta, com en el cas anterior, un tall de subministrament, perquè l'aigua pot conduir-se per altres canonades de la malla, deixant aïllat el tram en reparació.

Els inconvenients són els següents:

- Per al càlcul de la xarxa, és necessari establir, per endavant i per hipòtesi, el sentit en què circularà l'aigua.
- El muntatge de la xarxa, resulta més car que quan es tracta d'un muntatge de xarxa

ramificada

11.4.4.3 Xarxes Mixtes

És evident que també pot adoptar-se un sistema mixt, o sigui, distribució en malla en el centre de la població i ramificada per als barris extrems. En les xarxes mixtes, únicament s'instal·len distribuïdors cecs quan la trama urbana ho requereix, com poden ser els culs de sac i els punts de consum aïllats, la seva longitud no serà major de 300 m. ni podran abastir a més de 200 vivendes. El bon funcionament i la raonable duració d'una xarxa de distribució obliga que els valors de la pressió queden dins de límits recomanables (30 a 45 m.c.a) .

11.4.4.4 Xarxes d'un sol pis

Quan les pressions estàtiques màximes que fan falta per a aconseguir les pressions dinàmiques mínimes necessàries, resulten, en tots els punts de la xarxa, iguals o inferiors als sis quilograms per centímetre quadrat ($\leq 6 \text{ Kgf/cm}^2$), es podrà disposar d'una instal·lació constituïda per un dipòsit regulador per a un sol pis amb dipòsit o sense de cola.

11.4.4.5 Xarxes escalonades

En el cas de topografies molt accidentades, poden existir sectors en que les pressions màximes que puguin produir-se superen els sis Quilograms per centímetre quadrat (6 Kgf/cm^2), resultarà necessari, per tant, dividir la superfície afectada per l'ordenació en el nombre suficient de pisos, de forma que en cap d'ells es superi la pressió límit establerta; aquesta solució dona lloc a les xarxes escalonades

11.4.4.6 Xarxes per impulsió

En determinats supòsits es fa necessari organitzar una impulsió per a superar algun obstacle orogràfic del relleu, en aquestes circumstàncies es fa imprescindible l'ús de xarxes per impulsió.

11.4.5 Materials de les xarxes

Els materials que s'utilitzen per a la construcció de les xarxes d'abastament poden ser de dos tipus: productes sense forma i productes amb forma. Els productes sense forma és la matèria primera del procés de construcció, convertint-se en part de la xarxa una volta estan situats dins l'obra. Aquests materials poden ser: els tabots, el ciment i el formigó.

Els productes amb forma són aquells que abans de ser utilitzats a les obres tenen una determinada geometria i naturalesa, com poden ser tubs, peses especials, accessoris, etc.

L'elecció del tipus de canonada es fan en funció de les següents qualitats:

- Adaptabilitat al traçat de la xarxa viària. Per exemple en carrers irregulars s'han d'utilitzar canonades que es puguin tallar o moldejar fàcilment.
- Resistència a les accions mecàniques: cops d'ariet, cargues externes, etc.
- Corroïbilitat: aigües i terrenys agressius.
- Impermeabilitat: (s'ha d'assegurar l'estanqueïtat de la xarxa).
- Capacitat hidràulica: el grau de rugositat de la superfície interior de les canonades. Quan més rugós és major pèrdua de carrega.
- Duració del cost: cost inicial i cost d'amortització.

11.4.5.1 Materials més utilitzats

Els materials que més s'utilitzen en la fabricació de les conduccions són:

La fundició gris, la dúctil, el formigó en massa, el formigó armat, el formigó pretensat, el fibrocement, els termoplàstics (PVC, etc), l'acer, l'acer galvanitzat.

Quan s'enllacen les canonades entre si s'estan produint unions, les quals poden ser:

- D'endoll i campana.
- De soldadura.
- Roscades:
 - Unions de Gibault.
 - De pressió.

L'ús de cada tipus d'unió ve determinat pels diàmetres de la canonada, els materials dels tubs, la rigidesa de la unió, el mitjà exterior que envolta la unió.

11.4.5.2 Característiques bàsiques

Les característiques bàsiques de les conduccions han de complir uns mínims que són: resistir una pressió de 10 atm. I un esforç de tracció moderats; s'ha de garantir la protecció contra la corrosió; les canonades han de tenir una longitud adequada, per a evitar l'increment del nombre d'unions de cara a evitar el mínim nombre de punts dèbils.

11.4.6 Elements de maniobra i control

11.4.6.1 Vàlvules

Aquests elements s'empren en el control del mode en què l'aigua circula per les xarxes d'abastament. Podem distingir les vàlvules, que són elements gràcies als quals, es pot tallar la circulació de l'aigua, es pot evacuar l'aire que s'emmagatzema dins de les xarxes, etc. Segons la seva funció podem establir la següent classificació: Vàlvules automàtiques i Vàlvules no automàtiques.

Les vàlvules automàtiques són aquelles que realitzen la seva labor per si soles. Actualment se n'utilitzen de diversos tipus.

11.4.6.1.1 Vàlvules reductores de pressió

Aquestes vàlvules permeten reduir la pressió de la xarxa. És convenient instal·lar aquestes vàlvules amb preses fixes, a un costat i a l'altre, per a inserir en elles manòmetres per a comprovar la pressió. Les vàlvules reductores poden ser: de reducció, de pressió proporcional, de pressió de sortida constant.

Les vàlvules de reducció de pressió de sortida constant s'utilitzen per a mantenir la pressió de sortida amb un valor determinat, amb independència del valor de la pressió que es tingui aigües a dalt, per la qual cosa també són vàlvules reguladores.

També poden ser de pilot extern, amb pistó o diafragma, depenen de la secció i la velocitat, i d'acció directa (amb o sense diafragma).

Quan el cabal baixa del mínim permès, les vàlvules s'obrin i es tanquen contínuament. En el funcionament d'aquestes vàlvules també cal tenir en compte els cabals màxims admissibles, que són

els cabals que produeixen una pèrdua de càrrega tal que, la pressió de sortida desitjada més la pèrdua de càrrega de la vàlvula és igual a la pressió d'entrada. També cal tenir en compte la cavitació (fenomen que dona origen a bombolles microscòpiques que a l'implosionar deterioren els components interns de les vàlvules). La cavitació depèn de: la diferència de pressió (aigües dalt i baix); el cabal circulant; la grandària de la vàlvula; el material i tipus de vàlvula; els gasos o aire que té l'aigua i el grau de dissolució dels mateixos.

Les vàlvules reductores estan compostes pels elements següents: El cos de la vàlvula; l'eix; el disc de seient; els pistons; la cambra superior; la cambra inferior.

11.4.6.1.2 Vàlvules mantenedores de pressió

Té l'avantatge que no fa falta construir voluminoses estacions de bombeig o dipòsits elevats per a independitzar les xarxes.

La instal·lació de les vàlvules es pot fer amb prou rapidesa.

Sempre és possible canviar la tara de la vàlvula.

11.4.6.1.3 Ventoses, Airejadors i Purgadors

Les ventoses, són dispositius que permeten l'entrada i sortida de l'aire en les xarxes d'abastament. Les ventoses han de ser instal·lades en els punts més alts del canvi de rasant de les conduccions. Poden ser manuals o automàtiques. Per a facilitar les operacions de manteniment convé instal·lar una vàlvula de tall que permeti la manipulació de la ventosa sense bloquejar el servei d'abastament. En terrenys accidentats poden necessitar-se fins a 2 ventoses per Km. Les ventoses poden ser dels tipus següents:

- Ventoses per a introduir l'aire durant l'operació de buidatge de la canonada.
- Ventoses per a l'expulsió de l'aire durant l'operació d'emplenat de les canonades.
- Ventoses per a l'expulsió de l'aire a pressió (purgadors).
- Ventoses mono funcionals (per a l'admissió, per a l'expulsió o per al purgat de l'aire).
- Ventoses bifuncionals (que injecten i permeten l'entrada i sortida de l'aire dins de les xarxes), ventoses universals.
- Ventoses trifuncionals (que injecten aire en el buidatge, expulsen l'aire durant l'emplenat i expulsen l'aire a pressió).

11.4.6.1.4 Vàlvules de tancament

Hi ha diferents tipus de vàlvules de tancament, com poden ser les vàlvules de tancament de: comporta, palometa, esfera, etc.

11.4.6.1.5 Vàlvules de retenció

Les vàlvules de retenció només deixen passar l'aigua, mentre aquesta circuli en un sentit determinat, quan l'aigua inverteix aquest sentit, aquestes vàlvules es tanquen automàticament impedit el seu trànsit. Les vàlvules de retenció poden ser:

De clapeta oscil·lant, de bola, de globus, de diafragma, amb bypass, compensada i de funcions múltiples.

11.4.6.1.6 Vàlvules contra incendis

Les vàlvules contra incendis, són preses d'aigua previstes per a l'ús dels bombers. Poden ser de dos

tipus: soterrades (semblants a les boques de rec) i de columna.

Els hidrants han de tenir vàlvula de tancament i s'han de situar en punts de fàcil accés on es pugui disposar de cabals i pressions adequades. Els hidrants es separen en funció de l'ús. Per a usos residencials poden separar-se a 200 m, per a usos industrials és convenient separar-los cada 100 m.

11.4.6.1.7 Boques de rec

Les boques de rec, són vàlvules que s'empren en el rec de jardineries i la neteja de la xarxa viària i eventualment del clavegueram. En algunes ocasions es pot utilitzar com a boca d'incendi.

11.4.6.1.8 Vàlvules de desaiqüe

Les vàlvules de desaiqüe, són vàlvules que s'utilitzen per a desaiquar la xarxa i es solen col·locar en els punts baixos. És convenient col·locar una vàlvula de tancament i una vàlvula antirretorn (per a evitar el retorn de l'aigua), després de la de desaiqüe, si es pretén fer el desaiqüe a la xarxa de drenatge de pluvials, en pou de registre. El diàmetre mínim de l'abocament ha de ser de 80 mm.

11.4.6.1.9 Actuadors

Per a l'ús de les vàlvules es disposa de: palanques o volants, reductors sense fi, reductors planetaris. Aquests dispositius poden ser accionats a motor o manualment. Per a grans diàmetres és necessari accionar aquests dispositius a motor, per a petits diàmetres no.

12 SIG aplicat a una xarxa de distribució d'aigua

Una vegada sabem els conceptes en els quals ens mourem anem a confeccionar el model de dades necessari per a poder implementar un SIG d'una xarxa de distribució d'aigua. Només ens centrarem en el sistema de distribució urbà dins d'un municipi o ciutat.

Primer de tot hem de confeccionar l'esquema conceptual de la base de dades. Per a poder realitzar-la s'ha de veure quines entitats hi formaran part, en aquest cas buscarem tota mena d'informació relativa a la xarxa de distribució d'aigua d'un municipi.

12.1 Entitats principals

Partim de la base que una xarxa de distribució es el conjunt de canonades, accessoris i estructures que porten l'aigua des de dipòsits de servei o de distribució fins les escomeses de les cases o hidrants públics, amb la finalitat de proporcionar aigua als usuaris per a consum domèstic, públic, comercial, industrial, etc. Amb aquesta definició podem esbrinar les entitats principals del nostre projecte:

Entitat	Descripció
Canonada	Conjunt format per tubs i el seu sistema d'unió. Part principal de la xarxa de distribució.
Vàlvules	Accessoris que s'utilitzen per a disminuir o parar el flux entre les canonades.
Hidrant	Preses o connexions instal·lada en punts específics de la xarxa per a abastir d'aigua varies famílies o per a connectar una manega bomba contra incendis.
Dipòsit de distribució	Dipòsit situat generalment entre la captació i la xarxa de distribució que permet emmagatzemar l'aigua, per a regular la distribució o preveure falles de subministrament.
Preses domiciliària	Conjunt de peces i tubs que permet el proveïment des d'una canonada de la xarxa de distribució fins a l'usuari (tant pugui ser un particular, una empresa, una indústria, una boca d'incendis, etc.).
Punt de presa	Punt de connexió entre un usuari, abonat, boca de rec, etc. i la xarxa de distribució.
Bomba	Instal·lacions de bombament que se situen generalment en punts intermedis d'una línia de conducció.
Comptador	Aparell de mesura de la quantitat d'aigua que flueix a través d'ell.
Boca d'inspecció	Boca d'accés a la xarxa de distribució per a poder fer comprovacions en l'aigua o en l'estat de la xarxa, etc.
Planta de tractament	Edifici o estructura on es tracta l'aigua, per a fer-la potable, depurar-la, reciclar-la, etc.

12.2 Especificació de les característiques de les entitats

A continuació hem de buscar els atributs o característiques de cadascuna de les entitats o elements que formen part de la nostra aplicació.

Partim d'unes característiques comunes per a tots els elements com les següents:

- Propietari: empresa propietària de la canonada o component.
- Data d'instal·lació: la data d'instal·lació de la canonada, aparell, etc.
- estat: actiu, trencat, inactiu, obsolet.

Canonada

- Tipus de material: material del qual està feta la canonada:
 - Fundició gris, dúctil.
 - Acer i acer galvanitzat.
 - Formigó armat, en massa, pretensat.
 - Fibrocement.
 - Termoplàstics: PVC, PE).
- Tipus d'aigua: el tipus d'aigua que corre per la canonada (potable, tractada, negra.)
- Cabal: cabal que pot circular per la canonada.
- Fondària: profunditat a la qual està enterrada la canonada.
- Longitud: la longitud de la canonada.
- Coeficient de rugositat: el coeficient de rugositat de la canonada.
- Capa exterior: si la canonada té alguna capa exterior diferent del material del qual està feta.
- Capa interior: si la canonada té una capa interior diferent del material del qual està feta.
- Tipus d'unió: el tipus de unió que té la canonada. Pot ser de dos tipus diferents, ja que hem de tenir en compte els dos extrems.
- Forma de la secció: si és una canonada per gravetat, quina forma té (circular, de ferradura, etc.).
- Diàmetre nominal de la canonada.
- Diàmetre major: el diàmetre més gran si la canonada no és circular uniforme.
- Diàmetre menor: el diàmetre més petit de la canonada.
- Pendent: pendent de la canonada.
- Cota Màxima: la cota més alta de la canonada.
- Cota Mínima: la cota més baixa de la canonada.
- Terra de superfície: el tipus de terra que envolta la canonada.

Dipòsit de Distribució.

- Capacitat: la capacitat nominal del dipòsit.
- Profunditat: la profunditat del dipòsit.
- Elevació: la cota a la qual està situat el dipòsit.
- Diàmetre màxim: el diàmetre màxim en cas de no ser un dipòsit circular. Diàmetre mínim: el diàmetre mínim en cas de no ser un dipòsit circular.
- Profunditat de treball màxima: la màxima profunditat d'aigua a la qual el dipòsit encara és operatiu.
- Profunditat de treball mínima: la mínima profunditat d'aigua a la qual el dipòsit encara és operatiu.

Junta

- Diàmetre: La mida de cadascun dels orificis que té la junta. En poden haver fins a quatre.
- Tipus de junta: El tipus de junta dels forats: endoll, campana, soldada, Roscada, de Gibault, a pressió.
- Tipus de Material: el tipus de material de la junta, pot ser PVC, PE, RTR, PCPP, ABS, PCPP, llautó, etc.

Punt de presa.

- Tipus d'abonat: aquesta informació ens indicarà si l'abonat es problemàtic (no paga, etc..).
- Tipus comptador: tipus d'aparell que mesura l'aigua que gasta l'abonat.

Comptador

- Diàmetre. el diàmetre del comptador.
- Cabal nominal: el cabal del comptador (m^3/h).
- Data de la última mesura: la data de la última mesura que va realitzar el comptador.

Hidrant

- Diàmetre del barril: diàmetre del cos de l'hidrant.
- Diàmetre de les boques: els diàmetres de les 4 possibles boques de l'hidrant.
- Tipus de vàlvula: el tipus de la vàlvula utilitzada amb l'hidrant.
- Configuració de les sortides: ens especifica per exemple que la sortida es tanca després de 3 voltes.

Boca d'inspecció

- Diàmetre d'accés: el diàmetre d'accés de la boca d'inspecció.
- Tipus d'accés: el tipus d'accés de la boca: tancat, obert, etc.
- Tipus de sol: el tipus de sol al voltant de la boca d'inspecció: terra, paviment, formigó, gespa.
- Altura de la canonada més alta: l'altura de la canonada més alta connectada a l'hidrant.
- Fondària: la profunditat de la boca.
- Paret de la boca: el tipus de material del qual està fet la paret de la boca d'inspecció.

Bomba

- Diàmetre de descarrega: el diàmetre de sortida de la bomba.
- Diàmetre d'entrada: el diàmetre d'entrada de la bomba.
- Cabal: el cabal nominal de la bomba.
- Pressió: la pressió de treball de la bomba.
- Potència: la potència nominal de la bomba.

Vàlvula

- Tipus de vàlvula: el tipus de vàlvula: de comporta, de bola, bola motoritzada, papallona, seguretat, retenció, de pressió, etc.
- Bypass: si la vàlvula té bypass.
- Tancament de la vàlvula: si la vàlvula es tanca amb el sentit de les agulles del rellotge.
- Obertura o tancament: per esbrinar si la vàlvula està oberta o tancada.
- Es motoritzada o no: per saber si la vàlvula és motoritzada.
- Missió de la vàlvula: per saber si la vàlvula està oberta normalment
- Percentatge d'obertura: el temps que normalment està oberta.
- Pressió: la pressió de treball de la vàlvula.
- Numero de voltes que es necessiten per a tancar la vàlvula.

Planta de Tractament

- Nom: el nom de la planta.
- Tipus d'aigua: tipus d'aigua que es tracta.
- Tipus de planta: si és una planta de potabilització, depuració, reciclatge, etc.
- Longitud: longitud de la planta.
- Àrea: àrea de la planta.

12.3 Topologia de les entitats

Una vegada vist les entitats principals, i tenint en compte tots els conceptes previs sobre les xarxes de distribució d'aigua, les analitzarem amb més deteniment. Primer de tot, tenint en compte que estem tractant una aplicació de tipus xarxa, és presta molt evidentment ha utilitzar un SIG de tipus vector on bàsicament treballarem amb dos tipus de topologia bàsics: la línia i el punt.

Aquesta forma de modelatge de la xarxa de d'aigua permetrà posteriorment la realització de tot tipus d'anàlisi on intervingui un xarxa.

Veiem doncs la correspondència entre l'element físic real i la seva implementació en un SIG tipus vector.

Entitat	Topologia
Canonada	línia
Vàlvules	punt
Hidrant	punt
Dipòsit de distribució	punt
Junta	punt
Presa domiciliària	punt
Punt de presa	punt
Bomba	punt
Comptador	punt
Boca d'inspecció	punt
Planta de tractament	punt i polígon

A continuació utilitzant un esquema de modelatge UML farem un diagrama de classes de tots els components que intervenen en aquesta aplicació. Partint de la relació de cada element amb la seva estructuració topològica podrem fer dos diagrames de classes diferenciats, el de les entitats amb topologia lineal i el de les entitats amb topologia de punt.

12.3.1 Entitats amb topologia de línia

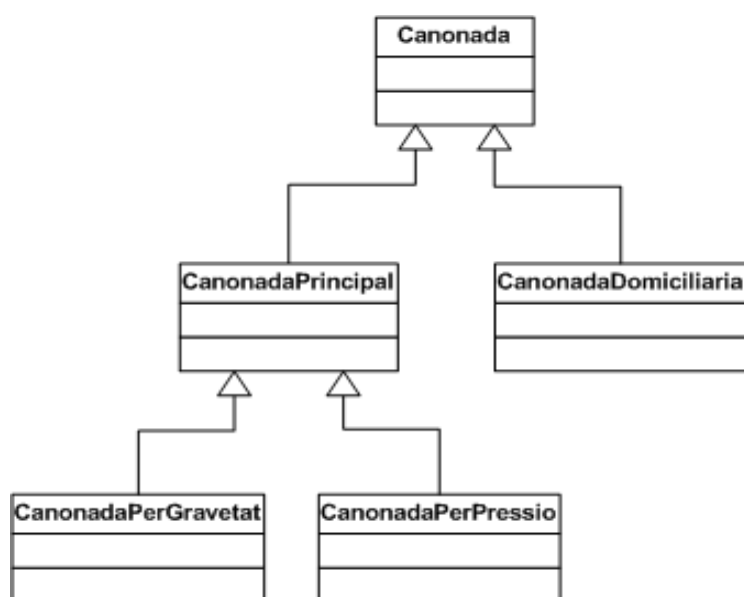


Fig. 21 Diagrama Uml entitats amb topologia línia

12.3.2 Entitats amb topologia de punt.

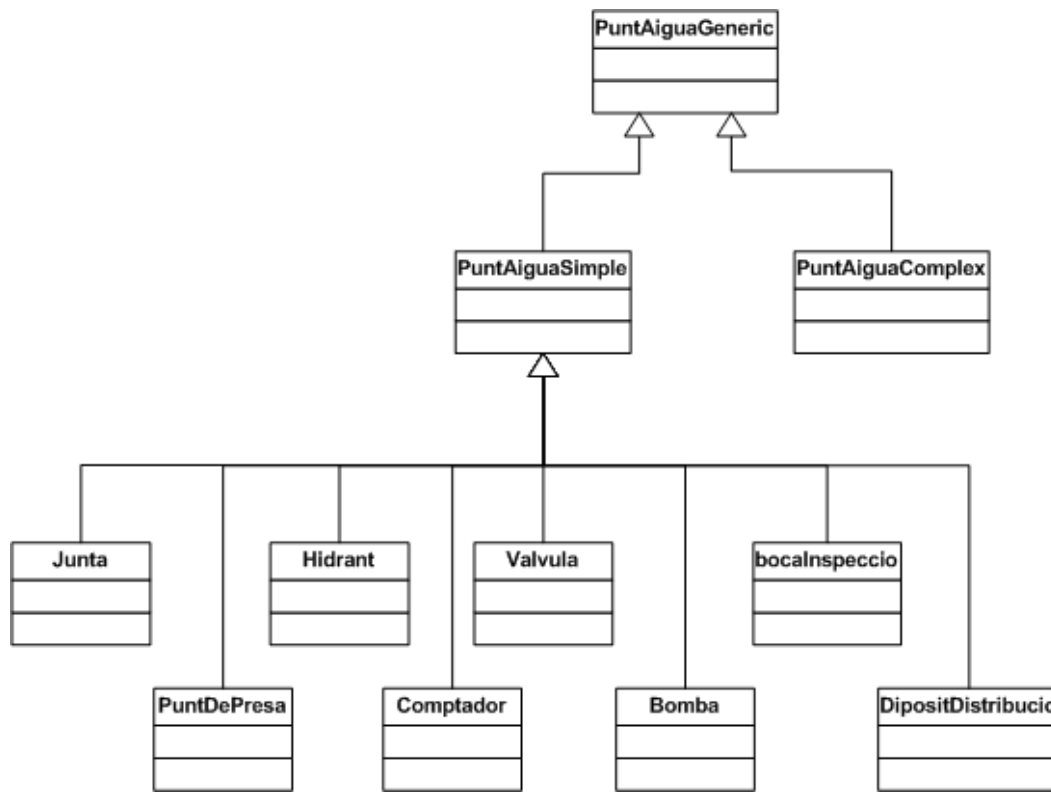


Fig. 22 Diagrama Uml entitats amb topologia punt

12.3.3 Descripció de les classes

Classe	Canonada
Descripció de la classe	Classe que representa un objecte del tipus canonada.
Tipus de classe	abstracta.
codi: String (identificador únic de la canonada). propietari: String (empresa propietaria de la canonada). dataInstalacio: Data (data d'instal·lació de la canonada). tipusMaterial: String (material del qual està fet la canonada). tipusAigua: String (el tipus d'aigua que corre per la canonada). cabal: String, (cabal que pot circular per la canonada). fondaria: Enter, (profunditat a la qual està enterrada la canonada). Estat: String (estat de la canonada):	

Classe	CanonadaDomiciliaria <i>hereta de Canonada</i>
Descripció de la classe	Classe que representa la canonada del tram domiciliari, el tros que va des de la xarxa de distribució fins l'usuari final (abonat, empresa, boca de rec, etc.).

Tipus de classe	concreta
descripció: String (descripció de la presa domiciliaria). mida: Enter (la mida de la canonada domiciliaria).	

Classe	CanonadaPrincipal <i>hereta de Canonada</i>
Descripció de la classe	Classe que representa una canonada amb un diàmetre gran que té la funció de portar l'aigua des d'un emissor a través de la xarxa de distribució.
Tipus de classe	abstracta
capaExterior: String (capa exterior de la canonada). capaInterior: String (capa interior de la canonada). tipusUnio: Sting[2] (els dos tipus d'unions inicial i final de la canonada). coefRugositat: Double (el coeficient de rugositat de la canonada).	

Classe	CanonadaPerGravetat <i>hereta de CanonadaPrincipal</i>
Descripció de la classe	Classe que representa una canonada que transporta l'aigua gràcies a la força de la gravetat.
Tipus de classe	concreta
formaSecció: String (forma de la secció de la canonada) diametre: Double[2] (la mida de la canonada). pendent: Double (la pendent de la canonada). tipus: String (tipus de canonada per gravetat).	

Classe	CanonadaPerPressió <i>hereta de CanonadaPrincipal</i>
Descripció de la classe	Classe que representa una canonada que transporta l'aigua gràcies a la pressió de la canonada.
Tipus de classe	concreta
produnditat: Enter (la profunditat de la canonada) diametre: Enter (el diàmetre de la canonada). tipusSol: String (el tipus de terra de dalt de la canonada). tipusCanonada: String (el tipus de la canonada a pressió). PressioTreball: String (la pressió de treball de la canonada)	

Classe	PuntAiguaGeneric
--------	------------------

Descripció de la classe	Classe que representa un punt de la xarxa de distribució d'aigua, on hi ha un aparell, una unió, un dipòsit, planta, etc, amb una identitat pròpia important per a poder gestionar aquesta xarxa.
Tipus de classe	abstracta
<p>codi: String (identificador únic del punt).</p> <p>propietari: String (empresa propietaria del punt).</p> <p>dataInstalacio: Data (data d'instal·lació del punt).</p> <p>estat: String (estat del punt: actiu, trencat, inactiu, obsolet, etc).</p> <p>descripcio: String (descripcio del punt).</p>	

Classe	PuntAiguaComplex <i>hereta de PuntAiguaGeneric</i>
Descripció de la classe	Classe que representa un punt de la xarxa de distribució d'aigua, on hi ha una estructura prou gran que la caracteritza per tenir una topologia de polígon però a la vegada també ens interessa que tingui topologia de punt.
Tipus de classe	concreta
<p>nom: String (nom del punt complex).</p> <p>tipusPlanta: String (de potabilització, depuració, reciclatge).</p> <p>tipusAigua: String (tipus d'aigua que es tracta).</p> <p>longitud: Enter (longitud de la planta).</p> <p>area: Double</p>	

Classe	PuntAiguaSimple <i>hereta de PuntAiguaGeneric</i>
Descripció de la classe	Classe que representa un punt de la xarxa de distribució d'aigua, on hi ha un aparell, una unió, un dipòsit, el qual només volem que tingui topologia de punt.
Tipus de classe	abstracta
<p>cotaPunt: Double (la altura del punt d'aigua).</p> <p>tipusPunt: String (el tipus d'aquest punt).</p>	

Classe	Junta <i>hereta de PuntAiguaSimple</i>
Descripció de la classe	Classe que representa una junta d'una o varies canonades.
Tipus de classe	concreta
<p>diametre: Enter[4] (la mida de cadascun dels forats, en poden haver fins 4).</p> <p>tipusJunta: String (el tipus de junta dels forats).</p> <p>tipusMaterial: String (el tipus de material de la junta).</p>	

Classe	PuntDePresa hereta de PuntAiguaSimple
Descripció de la classe	Classe que representa la connexió entre l'abonat i el sistema de distribució
Tipus de classe	concreta
tipusComptador: String tipusAbonat: booleà (ens indica si l'abonat es problemàtic).	

Classe	Comptador hereta de PuntAiguaSimple
Descripció de la classe	Classe que representa un aparell que mesura l'aigua que passa a través d'ell
Tipus de classe	concreta
codiComptador: String diametre: Enter cabalNominal: String (el cabal del comptador en m ³ /h) dataMesura: Data (La data de l'última mesura que va realitzar el comptador).	

Classe	Hidrant hereta de PuntAiguaSimple
Descripció de la classe	Classe que representa un hidrant present en la xarxa de distribució.
Tipus de classe	concreta
diametreBoca: Enter[4] (la mida de cadascun dels forats, en poden haver fins 4). diametreBarril: Enter (el diàmetre del barril de l'hidrant). tipusValvula: String (el tipus de la vàlvula utilitzada amb l'hidrant). ConfigSortides: String (la configuració de les sortides).	

Classe	BocalInspeccio hereta de PuntAiguaSimple
Descripció de la classe	Classe que representa una accés a la xarxa de distribució.
Tipus de classe	concreta
diametreAcces: integer (el diàmetre d'accés de la boca d'inspecció). tipusAcces: String (el tipus d'accés de la boca: tancat, obert, etc.) tipusTerra: String (el tipus de terra al voltant de la boca d'inspecció). alturaMaximaCanonada: double (l'altura màxima de la canonada unida a la boca). profunditat: Double (la profunditat de la boca) paretBoca: String	

Classe	DipositDistribucio <i>hereta de PuntAiguaSimple</i>
Descripció de la classe	Classe que representa un dipòsit de distribució d'aigua.
Tipus de classe	concreta
<p>capacitat: String (la capacitat nominal del dipòsit). profunditat: Enter (la profunditat del dipòsit). altura: Double (l'altura del dipòsit). diametre: string[2] (el diàmetre màxim i mínim del dipòsit). profunditatMax: String (la profunditat màxima operativa). profunditatMin: String (la profunditat mínima operativa).</p>	

Classe	Bomba <i>hereta de PuntAiguaSimple</i>
Descripció de la classe	Classe que representa una bomba d'aigua.
Tipus de classe	concreta
<p>Bomba</p> <p>diametreDescarga:: integer (el diàmetre de sortida de la bomba). diametreEntrada: integer (el diàmetre d'entrada de la bomba). cabal: Enter pressio: String potencia: String</p>	

Classe	Valvula <i>hereta de PuntAiguaSimple</i>
Descripció de la classe	Classe que representa algun tipus de vàlvula present a la xarxa.
Tipus de classe	concreta
<p>tiopusValvula: String (el tipus de vàlvula). teBypass:: boolean (indica si té bypass). sentitRellotge: boolean (ens indica si la vàlvula es tanca amb el sentit del rellotge). obertaAra: boolean (ens indica si la vàlvula està oberta o tancada). motoritzada: boolean (ens indica si la vàlvula és motoritzada). obertaUsualment: boolean (ens indica si la vàlvula està oberta normalment). obertaPercentatge: Enter (el temps que normalment està oberta). pressio: String (presio de la valvula). numVoltesEnter (el nombre de voltes necessàries per a tancar la vàlvula).</p>	

12.4 Implementació de l'estructura alfanumèrica amb oracle.

Partint dels diagrames UML anteriors i de la descripció de cada classe, podem implementar l'esquema directament amb el sistema Gestor de bases de dades d'Oracle (s'ha utilitzat la versió 9i), ja que aquest al ser un sistema relacional que pot treballar amb objectes, ens serà més fàcil passar de l'esquema UML al model d'objectes-relacional.

De fet cada classe que hem creat serà tipus d' objecte amb Oracle. Al igual que un llenguatge de programació orientat a objectes, Oracle permet crear objectes que siguin supertipus abstractes i no abstractes, i altres que hereten d'aquests. També pot creat tipus nou, coleccions, etc..

Aquesta estructura deixarà preparat el sistema per a poder treballar en qualsevol SIG que pugui enllaçar amb Oracle.

```
CREATE OR REPLACE TYPE CanonadaTip AS OBJECT
(
  IdCanonada          INTEGER,
  propietari          VARCHAR(100),
  dataInstalacio     DATE,
  tipusMaterial       CHAR(3),
  tipusAigua          VARCHAR(20),
  cabal               VARCHAR(20),
  fondaria            NUMBER(5),
  tipusCanonada       VARCHAR(25),
  estat               VARCHAR(10)
) NOT FINAL NOT INSTANTIABLE;

CREATE OR REPLACE TYPE CanonadaPrincipalTip UNDER CanonadaTip
(
  capaExterior        VARCHAR(25),
  capaInterior         VARCHAR(25),
  tipusUnioInical     VARCHAR(25),
  tipusUnioFinal      VARCHAR(25),
  coefRugositat       FLOAT
) NOT FINAL NOT INSTANTIABLE;

CREATE OR REPLACE TYPE CanonadaDomiciliariTip UNDER CanonadaTip
(
  descripcio          VARCHAR(225),
  mida                NUMBER(5)
)
FINAL INSTANTIABLE;

CREATE OR REPLACE TYPE CanonadaPerGravetatTip UNDER CanonadaPrincipalTip
(
  formaSeccio         VARCHAR(20),
  diambreGran         FLOAT,
  diambrePetit        FLOAT,
  pendent             FLOAT,
  tipus               VARCHAR(25)
) FINAL INSTANTIABLE;

CREATE OR REPLACE TYPE CanonadaPerPressioTip UNDER CanonadaPrincipalTip
(
  profunditat         NUMBER(5),
```

```
    diamentre          NUMBER(5),
    tipusSol            VARCHAR(25),
    PressioTrebball    VARCHAR(25),
    tipus               VARCHAR(25)
  ) FINAL INSTANTIABLE;

CREATE OR REPLACE TYPE PuntAiguaGenericTip AS OBJECT
(
  IdPAigua             INTEGER,
  propietari           VARCHAR(100),
  dataInstalacio       DATE,
  estat                VARCHAR(1),
  descripcio           VARCHAR(225)
) NOT FINAL NOT INSTANTIABLE;

CREATE OR REPLACE TYPE PuntAiguaComplexTip UNDER PuntAiguaGenericTip
(
  nom                  VARCHAR(25),
  tipusPlanta          VARCHAR(25),
  tipusAigua           VARCHAR(25),
  longitud              NUMBER(10)
) FINAL INSTANTIABLE;

CREATE OR REPLACE TYPE PuntAiguaSimpleTip UNDER PuntAiguaGenericTip
(
  cotaPunt             FLOAT,
  tipusPunt            VARCHAR(25)
) NOT FINAL NOT INSTANTIABLE;

CREATE OR REPLACE TYPE BocaInspeccioTip UNDER PuntAiguaSimpleTip
(
  diametreAcces        NUMBER(5),
  tipusAcces           VARCHAR(25),
  tipusTerra           VARCHAR(25),
  alturaMaximaCanonad  FLOAT,
  profunditat          FLOAT,
  paretBoca            VARCHAR(25)
) FINAL INSTANTIABLE;

CREATE OR REPLACE TYPE BombaTip UNDER PuntAiguaSimpleTip
(
  diametreDescarga     NUMBER(5),
  diametreEntrada      NUMBER(5),
  cabal                NUMBER(5),
  pressio              VARCHAR(25),
  potencia              VARCHAR(25)
) FINAL INSTANTIABLE;

CREATE OR REPLACE TYPE ComptadorTip UNDER PuntAiguaSimpleTip
(
  codiComptador        VARCHAR(25),
  diametre             NUMBER(5),
  cabalNominal         VARCHAR(25),
  dataMesura           DATE
) FINAL INSTANTIABLE;

CREATE OR REPLACE TYPE DipositDistribucioTip UNDER PuntAiguaSimpleTip
(
```

```

    capacitat          VARCHAR(25),
    profunditat        NUMBER(5),
    altura             FLOAT,
    diametre1          NUMBER(5),
    diametre2          NUMBER(5),
    profunditatMax     VARCHAR(25),
    profunditatMin     VARCHAR(25)
) FINAL INSTANTIABLE;

CREATE OR REPLACE TYPE DiametreArrayDe4 AS VARRAY(4) OF NUMBER(5);

CREATE OR REPLACE TYPE HidrantTip UNDER PuntaAiguaSimpleTip
(
    diametreBoca        DiametreArrayDe4,
    dimaetreBarril     NUMBER(5),
    tipusValvula        VARCHAR(25),
    configSortides     VARCHAR(100)
) FINAL INSTANTIABLE;

CREATE OR REPLACE TYPE JuntaTip UNDER PuntaAiguaSimpleTip
(
    diametre            DiametreArrayDe4,
    tipusJunta          VARCHAR(25),
    tipusMaterial       CHAR(3)
) FINAL INSTANTIABLE;

CREATE OR REPLACE TYPE PuntDePresatip UNDER PuntaAiguaSimpleTip
(
    tipusComptador      VARCHAR(25),
    tipusAbonat         CHAR(1)
) FINAL INSTANTIABLE;

CREATE OR REPLACE TYPE ValvulaTip UNDER PuntaAiguaSimpleTip
(
    tipusValvula        VARCHAR(25),
    teBypass            CHAR(1),
    sentitRellotge      CHAR(1),
    obertaAra           CHAR(1),
    motoritzada         CHAR(1),
    obertaUsualment     CHAR(1),
    obertaPercentatge  CHAR(1),
    pressio              VARCHAR(25),
    nimVoltes           NUMBER(5)
) FINAL INSTANTIABLE;

CREATE TABLE Material
(idMaterial char(3),
 Descripcio varchar(100),
 primary key (idMaterial));

CREATE TABLE CanonadaDomiciliari OF CanonadaDomiciliariTip
(PRIMARY KEY (IdCanonada),
 foreign key (tipusMaterial) references Material(idMaterial),
 check (tipusAigua in ('potable', 'tractada', 'negra')),
 check (estat in ('actiu', 'inactiu', 'trenat', 'obsolet')));

CREATE TABLE CanonadaPerGravetat OF CanonadaPerGravetatTip
(PRIMARY KEY (IdCanonada),
 foreign key (tipusMaterial) references Material(idMaterial),
```



```
        check (tipusAigua in ('potable', 'tractada', 'negra')),
        check (estat in ('actiu', 'inactiu', 'trenca', 'obsolet')),
        check (formaSeccio in ('circular', 'ferradura', 'quadrada',
'altra')));
CREATE TABLE CanonadaPerPressio OF CanonadaPerPressioTip
    (PRIMARY KEY (IdCanonada),
    foreign key (tipusMaterial) references Material(idMaterial),
    check (tipusAigua in ('potable', 'tractada', 'negra')),
    check (estat in ('actiu', 'inactiu', 'trenca', 'obsolet')));
CREATE TABLE PuntAiguaComplex OF PuntAiguaComplexTip
    (PRIMARY KEY (IdPAigua),
    check (estat in ('actiu', 'inactiu', 'trenca', 'obsolet')));
CREATE TABLE BocaInspeccio OF BocaInspeccioTip
    (PRIMARY KEY (IdPAigua),
    check (estat in ('actiu', 'inactiu', 'trenca', 'obsolet')));
CREATE TABLE Bomba OF BombaTip
    (PRIMARY KEY (IdPAigua),
    check (estat in ('actiu', 'inactiu', 'trenca', 'obsolet')));
CREATE TABLE Comptador OF ComptadorTip
    (PRIMARY KEY (IdPAigua),
    check (estat in ('actiu', 'inactiu', 'trenca', 'obsolet')));
CREATE TABLE DipositDistribucio OF DipositDistribucioTip
    (PRIMARY KEY (IdPAigua),
    check (estat in ('actiu', 'inactiu', 'trenca', 'obsolet')));
CREATE TABLE Hidrant OF HidrantTip
    (PRIMARY KEY (IdPAigua),
    check (estat in ('actiu', 'inactiu', 'trenca', 'obsolet')));
CREATE TABLE Junta OF JuntaTip
    (PRIMARY KEY (IdPAigua),
    foreign key (tipusMaterial) references Material(idMaterial),
    check (estat in ('actiu', 'inactiu', 'trenca', 'obsolet')),
    check (tipusJunta in ('endoll', 'campana', 'soldada', 'Roscada',
'Gibault', 'Apressió')));
CREATE TABLE PuntDePresa OF PuntDePresaTip
    (PRIMARY KEY (IdPAigua),
    check (estat in ('actiu', 'inactiu', 'trenca', 'obsolet')));
CREATE TABLE Valvula OF ValvulaTip
    (PRIMARY KEY (IdPAigua),
    check (estat in ('actiu', 'inactiu', 'trenca', 'obsolet')));

INSERT INTO Material VALUES ('PVC', 'Termoplàstic');
INSERT INTO Material VALUES ('PVD', 'Termoplàstic tipus kinar');
INSERT INTO Material VALUES ('PEE', 'Termoplastic');
INSERT INTO Material VALUES ('PTF', 'Tefló');
INSERT INTO Material VALUES ('ACE', 'Acer');
INSERT INTO Material VALUES ('ACG', 'Acer Galvanitzat');
INSERT INTO Material VALUES ('FUG', 'Fundició Gris');
INSERT INTO Material VALUES ('FUD', 'Fundició dúctil');
INSERT INTO Material VALUES ('FOA', 'Formigó armat');
INSERT INTO Material VALUES ('FOM', 'Formigó en massa');
INSERT INTO Material VALUES ('FOP', 'Formigó pretensat');
INSERT INTO Material VALUES ('FIB', 'Fibrocement');
```

12.5 Relació entre la informació espacial i l'alfanumèrica

Una vegada creada l'estructura, s'hauria d'establir un pla de treball per a relacionar la informació espacial amb l'alfanumèrica. Una possible solució, si es disposa de la informació alfanumèrica de les entitats que es volen georeferenciar, seria fer la recollida de dades paral·lelament. Mentre un equip introduiria o actualitzaria els atributs alfanumèrics, l'altre estaria fent treball de camp o espacial, localitzaria cada entitat i la plasmaria a l'eina GIS, llavors s'hauria d'introduir el codi de l'identificador de l'objecte alfanumèric a l'entitat gràfica espacial corresponent del SIG utilitzat.

Avui en gairebé tots els programaris SIGs poden interactuar amb els sistemes gestors de bases de dades més comuns (informix, oracle, postgres, access, etc..) amb la qual cosa la integració seria bastant fàcil.

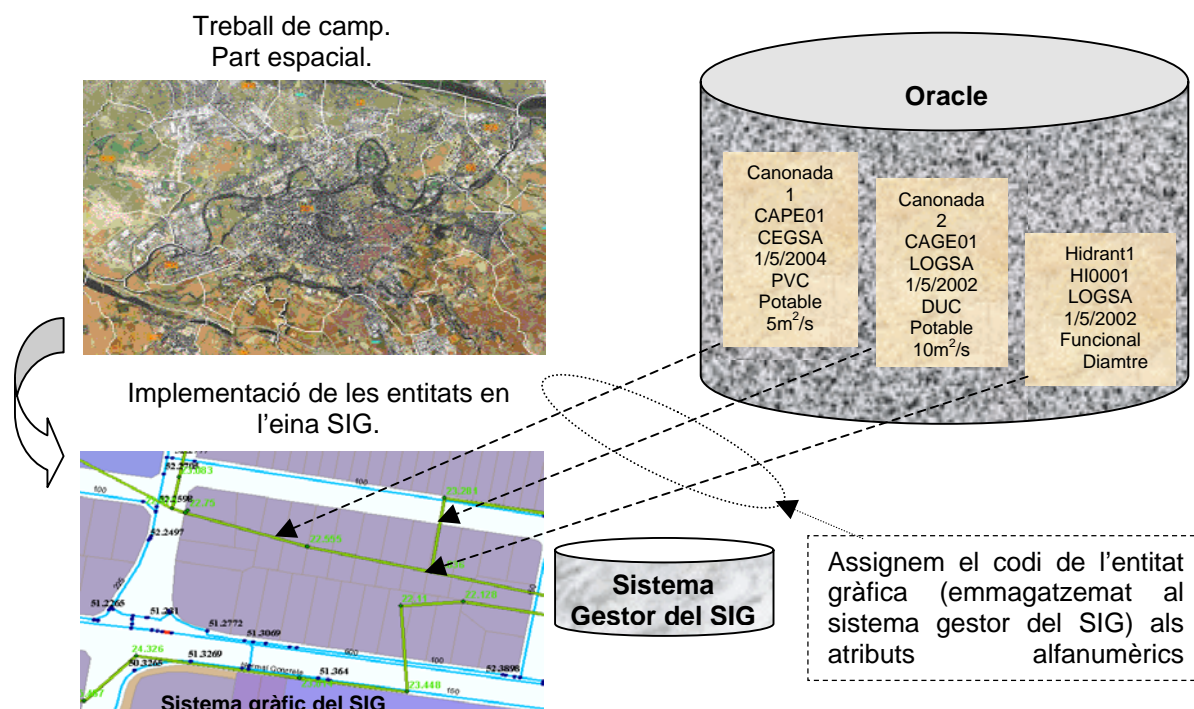


Fig. 23 Esquema d'integració d'Oracle amb el SIG

13 Conclusions

Hem vist que és un Sistema d'Informació Geogràfica, quina es la necessitat que va portar al seu desenvolupament, des de l'antiguitat fins als nostres dies. Que pot arribar a fer un SIG, ens permet resoldre problemes geoespacionals de tots els àmbits del mont real.

Hem fet una descripció dels diferents tipus de SIGs que existeixen. Vector, Ràster, i cada vegada més implantat l'orientat a objectes. Ningú és millor que l'altre, tots dins del seu àmbit tenen avantatges i inconvenients, sols que depenen del tipus de problema que es vol resoldre es millor l'elecció d'un o l'altre. Per exemple, el Ràster es eficient per al tractament d'objectes amb límits difusos o d'imatges o fotografies digitals; Els vectorials són eficients amb entitats amb límits concrets (camins, rius, arbres, parcel·les, etc.); els orientat a objecte quan l'entitat espacial porta implícites en la seva descripció operacions complexes.

També s'han vist les funcions bàsiques d'un SIG, les formes de representació i les seves primitives. S'ha vist el concepte de "georeferenciació", mitjançant el qual podem localitzar un objecte o entitat del mon real i plasmar-lo digitalment, i el de topologia, tots dos essencials dels sistemes que hem estudiat.

Els SGBD, també tenen un paper important ja que són els que ens permeten emmagatzemar les dades que no són espacionals, és a dir les alfanumèriques. Bàsicament avui en dia s'utilitzen les relacionals i les orientades a objecte o combinació de les dues.

Hem vist la metodologia a seguir per a poder confeccionar una aplicació SIG, en aquest cas aplicat a una xarxa de distribució d'aigua. Primer hem fet una descripció dels elements que ens podem trobar en un xarxa de distribució d'aigua localitzant totes les entitats o objectes espacionals (canonades, vàlvules, hidrants, materials, etc.) característics. Després utilitzant el model de dades UML hem desenvolupat el model conceptual i llavors l'hem traduït al llenguatge del Sistema Gestor de Base de Dades d'Oracle, el qual suporta la major part de les característiques d'objecte de l'SQL (1999).

Per últim, hagués estat interessant implementar també la part espacial de l'aplicació amb un SIG específic i lligar-lo amb la part alfanumèrica, realitzar algun tipus d'anàlisi i treure resultats gràfics. Però aquesta part pel seu propi pes específic donaria ella sola per a diversos projectes TFC. I aquesta seria una línia de treball a tenir en compte en properes convocatòries.

14 Glossari

Atribut: propietat o característica d'una classe d'elements en un base de dades.

Base de dades: conjunt de dades estructurades per a permetre el seu emmagatzematge, consulta i actualització en un sistema informàtic.

Buffer: àrea o polígon que envolta un punt, línia o àrea.

Capa: subconjunt de la informació espacial que tracta un tòpic o tema.

Cartografia: conjunt de tècniques utilitzades per a la construcció de mapes.

Cel·la: element bàsic d'informació en una estructura ràster matricial.

Classificació: mètode de generalització consistent en agrupar els trets geogràfics en classes o categories d'acord a certes característiques comunes reduint els seu nombre o varietat.

Coordenada: quantitat utilitzada per a definir una posició en un sistema de referència.

Cota: altitud associada a un punt.

Digitalitzar: operació de codificar la informació en xifres.

Domini: conjunt de valors possibles d'un atribut.

Edge match: procés per a unir i donar continuïtat als trets lineals en dos mapes contigus.

Elevació: distància vertical mesurada des d'una superfície de referència.

El·lipsoide: descripció simplificada de la forma i dimensions de la Terra.

Escàner: aparell que produeix una imatge digital a partir d'una imatge analògica.

Etiqueta: nom o descripció textual de l'objecte geogràfic representat al mapa.

Fotogrametria: conjunt de tècniques implicades en l'obtenció de dades mètriques a partir de fotografies. fotografies.

Fuzzy: borros, difús. Que no està perfectament definit o limitat.

Generalització: procés d'eliminació selectiva de vèrtex en una forma geomètrica per a simplificar-la.

Geocodificar: assignar una ubicació geogràfica als objectes.

Geoide: la superfície equipotencial gravitacional de la Terra que millor s'ajusta al nivell mig del mar.

Georreferenciar: assignar coordenades geogràfiques a un objecte o estructura.

GIS: acrònim de *Geographic Information System*. Veure SIG.

GPS: acrònim de *Global Positioning System*. Sistema de localització global, mitjançant el qual és pot saber les coordenades actuals d'una estació en terra gràcies a la recepció simultània de senyals emeses per diversos satèl·lits.

Gradient: canvi de pendent màxim.

Imatge Digital: representació gràfica d'un objecte mitjançant una matriu regular que recull valors de reflectància.

Interpolació: estimació del valor d'una variable en un punt a partir de dades pròximes.

Intersecció: operació de combinació de dos mapes en el qual es conserven les zones incloses en el domini espacial comú als dos mapes.

Intervisibilitat: propietat de dos punts en els quals el vector que els uneix no està interromput per la superfície topogràfica.

Llegenda: llistat ordenat i estructurat de les relacions entre el símbol i el valor per a

Matriu: estructura de dades formada per elements de tipus cel·les organitzats en files i columnes.

Mapa: model gràfic de la superfície terrestre on es representen objectes espacials i les seves propietats mètriques, topològiques i atributives,

Model: representació simplificada d'un objecte o procés que representa alguna de les seves propietats

Model de dades: esquema conceptual utilitzat per a representar la realitat

Node: vèrtex inicial o final d'una línia.

Overlay: entroncament, sobreposició de dos o més mapes.

Pendent: angle entre la línia normal o la superfície del terreny i la vertical.

Píxel: cada element discret en la que es divideix una imatge digital.

Polígon: figura geomètrica plana formada per al menys un anell extern.

Polígons de Thiessen: mètode de divisió del plànol en polígons que utilitza com a criteri la distància mínima a un conjunt de punts previs.

Precisió: qualitat del procés de mesura d'una magnitud.

Projecció: conjunt de transformacions mètriques definides per a representar la superfície de la Terra sobre un plànol.

Ràster: model de dades en el que la realitat es representa mitjançant cel·les elementals.

Resolució: distància mínima entre dos objectes que poden ser distingits per un sensor.

Segment: element de línia entre dos nodes qualsevol.

SGBD: acrònim de Sistema de Gestió de Bases de Dades. Sistema informàtic dissenyat per a la creació, modificació, correcció, actualització i consulta de bases de dades.

SIG: acrònim de Sistema d'Informació Geogràfic. Sistema de gestió de bases de dades amb eines específiques per al maneig d'informació espacial i les seves propietats.

Símbol: representació gràfica d'una entitat geogràfica.

Simulació: modelar el comportament dinàmic d'un sistema.

Sistema: conjunt d'elements o subsistemes interrelacionats entre si amb un objectiu comú.

Sistema de coordenades: marc de referència espacial que permet la definició de localitzacions mitjançant coordenades.

Snap: funció que permet unir dos nodes que es troben dins d'un radi predefinit en un de sol.

SQL: acrònim de *Structured query language*. Llenguatge estàndar de gestió de base de dades.

Teledetecció: procés de captura d'informació a distància, sense contacte entre l'aparell de mesura i l'objecte.

Topografia: descripció de les formes del terreny.

Topologia: referència a les propietats no mètriques d'un mapa. Fa referència a les propietats de veïnatge o adjacència, inclusió, connectivitat i ordre.

Transformació: procés de conversió de coordenades des d'un sistema cartesià a un altre.

Unió: Operació que permet unir dos o més conjunts en un de sol, contenint aquest últim tots els elements dels conjunts inicials.

UTM: acrònim d' *Universal Transversa de Mercator*. Sistema de coordenades universal basat en la projecció Transversa de Mercator. La retícula UTM s'estén des dels 84 graus nord als 80 graus sud. S'inicia al meridià 180, dividint-se cap a l'est en 60 zones de 6 graus.

Vector: entitat geomètrica definida per una magnitud i un sentit. Un vector està format per un parell de punts ordenats on l'ordre defineix el sentit i la distància entre l'origen i el final la seva magnitud.

Vectorial: model de dades en el que la realitat es representa mitjançant vectors o estructures de vectors.

Vectoritzar: Transformació d'una estructura ràster en una vectorial.

Vèrtex: nodes, en concret els punts intermitjos en una poligonal.

Xarxa: model de dades format per nodes i connexions entre ells.

15 Bibliografia

Llibres

Comas, D. y Ruiz, E. (Primera edició: 1993). - "Fundamentos de los sistemas de información geográfica". Barcelona, Ariel Geografía.

John E. Harmon and Steven J. Anderson. (2003). - "The Design and Implementation of Geographic Information Systems". New Jersey, Ed. John Wiley & Sons.

Bob Booth and Andy Mitchell. (2001). - "Getting Started with ArcGIS". New York, Ed. ESRI.

Claudio Mataix. (Segona edició: 1986). - "Mecanica de fluidos y Maquinas hidraulicas". Madrid, Ed. Ediciones del Castillo S.A.

Texas Department of Transportation (2002). - "Hydraulic design manual".
[URL <http://manuals.dot.state.tx.us/docs/colbridg/forms/hyd.pdf>]

Kilpinen, Jon T. (2000) "Geographic information technologies".
[URL <http://www.valpo.edu/geomet/geo/courses/geo215/gis1.htm>]

OpenGis Consortium (1999) - "Simple Features Specification for SQL".
[URL <http://www.opengis.org/docs/99-049.pdf>]

Referències

Opengis consorcium (OGC): <http://www.opengis.org>

Associació catalana GIS: <http://www.aesig.org/>

Visió general sobre GIS amb referències a programari: <http://www.gis.com/>

Informació sobre Oracle: <http://www.oracle.com/es/>

SIG del Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya:
<http://www.gencat.es/mediamb/sig/sig.htm>

AESiG (Associació Espanyola de SIG): <http://mercator.org/aesig>

Laboratori de SIG y Teledetecció de la Universitat Autònoma de Barcelona:
<http://www.creaf.uab.es/MIRAMON/index.htm>

Universitat d'Oregon: <http://dusk.geo.orst.edu/gis/>

National Center for Geographic Information & Analysis: http://www.ncgia.ucsb.edu/gis/cc/cc_outline.html

Universitat de Washington: <http://faculty.washington.edu/chrisman/G460/Lectures.html>

Tutorials de Hidraulica: http://www.hydraulicsupermarket.com/technical_rw.html

Departament de Geografia de la universitat de Maryland: <http://www.geog.umd.edu/gis/>