



UNIVERSITAT DE BARCELONA



Escola Tècnica Superior d'Enginyers
de Camins, Canals i Ports de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

TREBALL FI DE CARRERA

Títol

**Integració de bases de dades referents a informació
geotècnica i al comportament de talussos en un projecte SIG**

Autor/a

Roger Ruiz Carulla

Tutor/a

Nieves Lantada Zarzosa

Jordi Corominas Dulcet

Departament

Departament d'Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica

Intensificació

Obres i Reconeixement del Terreny

Data

Juliol 2012

Agraïments

Als tutors de la tesina, la Nieves Lantada i en Jordi Corominas, que m'han donat tot el suport i han confiat plenament amb mi en aquest projecte.

A la M^a Pau Fernández, que ha sigut la meva padrina des de GISA, per haver-me permès desenvolupar aquest projecte. He après moltíssim al seu costat.

A l'Eugènia Àlvarez, en Juan Herrera, en Jordi Marturià i en Pere Martínez, per la seva voluntat de cooperació i per ajudar-me en tot el que he necessitat per desenvolupar la tesina.

A la meva família; la Montserrat, en Robert, en Martí i la Roseta, i sobretot a l'Aina, per aguantar-me durant la carrera i donar-me tot allò que he necessitat, vetllant sempre per la meva formació i felicitat.

Als companys d'Enginyeria Geològica; Sjaedric, Pau, Joan i tot l'equip del balconet, amb els que hem compartit el que amb el temps recordarem com els millors anys de les nostres vides.

RESUM

Els sistemes informàtics actuals permeten registrar una gran quantitat de dades que dia a dia van fent créixer les bases de dades de diferents organismes de l'administració. Els sistemes d'emmagatzematge i tractament d'informació que s'utilitzen són molt diversos i s'observa una gran heterogeneïtat en les estructures i formats dificultant la seva compatibilització.

A l'entorn dels projectes d'obra civil a Catalunya es genera molta informació de caire geològic - geotècnic que es registra en una base de dades (BD) des de l'empresa pública GISA (Gestió d'Infraestructures S.A.). Aquesta BD s'anomena DINS (Dades INtegrades del Subsòl) i registra la localització de les prospeccions així com els registres dels sondeigs i els resultats dels assaigs tant in situ com de laboratori. Per altra banda, la DGC (Direcció General de Carreteres) registra en una BD les incidències viàries provocades per talussos inestables, és a dir, caigudes de blocs i moviments de massa dels quals se'n registra la localització i alguns trets geomètrics i geològic - geotècnics. En aquest marc de gestió de dades espacials del terreny, es posa sobre la taula la possibilitat de **compatibilitzar** les dues bases de dades en un projecte SIG (Sistemes d'Informació Geogràfica) capaç d'aglutinar tota la informació procedent tant de **la BD de talussos inestables de la DGC** com de **la BD DINS de GISA**, i fins i tot les prospeccions realitzades per l'**Institut Geològic de Catalunya**.

L'objectiu fonamental d'aquest projecte és dissenyar una eina de gestió i consulta d'informació del terreny que pugui ser utilitzada per GISA, la DGC i l'IGC. La possibilitat de les eines SIG d'afegir i superposar els plànols dels projectes i les cartografies geològiques i de riscos, ajudarà a la presa de decisions al tenir disponible una major quantitat d'informació conjuntament. Concretament, aquest nou projecte SIG permetrà tenir tota la informació de les campanyes geotècniques anteriors distribuïdes sobre el territori català creuada amb el comportament dels talussos observat per la DGC. A més a més, permetrà utilitzar criteris de cerca propis d'una BD relacional, o criteris espacials com la pertinença a una regió (municipis o una formació geològica), o la proximitat a un nou projecte o a un talús conflictiu

ABSTRACT

The current computer systems allow to register a great amount of data that keep on making the data bases of different organisms of the administration grow. Storage systems and data processing used are very diverse and there is great heterogeneity in the structures and formats hampering their compatibility.

Civil work projects in Catalonia have generated a large amount of geological and geotechnical information which is gathered in a data base (DB) owned by GISA (Gestió d'Infraestructures S.A.). The DB, named as DINS (Dades INtegrades del Subsòl), includes records of the location of the surveys, borehole logs and both in situ and laboratory geotechnical tests. On the other hand, DGC (Direcció General de Carreteres) created a DB on the incident records in roads, which includes the occurrence of rock falls and slides, and the geomechanical characteristics of the slopes. In this work we present a GIS platform that we have set up capable to extract and manage all the available data from both DB and also from surveys carried out by the IGC (Institut Geològic de Catalunya). A significant part of the work have consisted of making compatible the databases and configuring the data-queries.

The main goal of this work has been design a data-query tool which could be used by GISA, DGC and IGC. The GIS platform will allow the possibility of adding and overlapping the geological and hazard maps to the infrastructure network. This will help the decision-makers. Specifically, the GIS is able to show all the geotechnical information and the observed slope behaviour all over the catalan territory. Furthermore, it will allow the use of search criteria exclusive of a relational DB, or spatial criteria such as belonging to a region (municipality or a geological formation) or the vicinity to a conflicting slope or project.

Índex

1.Introducció.....	3
1.1 Motivació.....	4
1.2 Antecedents.....	4
1.3 Objectius.....	8
1.4 Estructura.....	8
2.Gestió documental en BD precedent.....	9
2.1 Gestió de dades de campanyes geotècniques a GISA (DINS).....	10
2.1.1 Dades integrades del subsòl.....	11
2.1.2 Sistema d'adquisició de dades, ENDINS.....	13
2.1.3 Sistema d'estructuració de la BD.....	20
2.1.4 Sistema de cerques.....	22
2.2 Gestió de dades d'incidències i de l'inventari de talussos de la DGC.....	23
2.2.1 Dades recopilades a l'inventari de talussos inestables de la DGC.....	23
2.2.2 Sistema d'adquisició de dades.....	26
2.2.3 Sistema d'estructuració de la BD.....	27
2.2.4 Sistema de cerques sobre la BD.....	28
3. Identificació dels conflictes i plantejament del projecte SIG.....	29
3.1 Limitacions dels sistemes de gestió de dades actuals.....	29
3.2 Plantejament dels possibles sistemes unificadors.....	29
3.3 Definició de la metodologia.....	30
3.4 Estructuració del projecte SIG.....	31
3.5 Actualització de les BBDD i del projecte SIG.....	32
4. Integració de les BBDD i de les cartografies al projecte SIG.....	33
4.1 Integració de les bases de dades.....	34
4.1.1 Integració del DINS.....	34
4.1.2 Integració de l'inventari de talussos i incidències de la DGC.....	48
4.2 Nova informació de consulta que s'incorpora al projecte SIG.....	53
4.2.1 Cartografia d'ordenació del territori.....	53
4.2.2 Cartografia geològica.....	56
4.2.3 Serveis OGC.....	59
4.2.4 Ortofotos.....	62
4.2.5 Cartografies topogràfiques.....	63
4.2.6 Càrrega d'arxius en format DXF.....	64
4.2.7 Càrrega de la BD d'exploracions de l'IGC.....	66
4.2.8 Càrrega de les conques hidrogràfiques de Catalunya.....	69
4.3. Organització de les BBDD i cartografies carregades a la llegenda del projecte.....	70
5. Explotació i aplicacions.....	72
5.1 Cerques per atributs sobre els elements de les BBDD.....	73
5.1.1 Cerques de reconeixements geotècnics.....	73
5.1.2 Cerques de talussos inestables inventariats i d'incidències.....	80
5.2 Cerques topològiques d'exploracions i de talussos inestables inventariats.....	84
5.2.1 Cerques d'exploracions properes a talussos inestables.....	84
5.2.2 Elements continguts en regions administratives.....	91
5.2.3 Elements continguts en formacions geològiques.....	99

5.2.4 Cerques a l'àrea d'influència d'una carretera.....	104
5.2.5 Elements continguts en cartografies específiques i nous projectes.	107
5.2.6 Utilització de filtres espacials per generar consultes.....	108
6. Elaboració de nous mapes amb les dades obtingudes.....	110
6.1 Estudis geoestadístics amb les dades del projecte.....	110
6.2 Introducció a la geoestadística tridimensional.....	113
6.3 Formacions geològiques amb major nombre d'incidències registrades.....	118
7. Anàlisi comparatiu amb els sistemes precedents	121
8. Conclusions i línies futures d'actuació.....	124
8.1 Conclusions	124
8.2 Futures línies d'actuació:.....	125
9. Referències i bibliografia.....	126
10. Annexos	128
Annex 1: Fitxes ENDINS d'adquisició de dades.	129
Annex 2: Fitxes d'adquisició de dades de l'inventari de talussos inestables:	142

1.Introducció.

Des de finals del segle XX, els sistemes informàtics han revolucionat les metodologies i tècniques de gestió documental utilitzant les bases de dades per a l'emmagatzematge i explotació de grans quantitats de dades. Avui en dia es generen milions de dades cada dia que poden tenir un elevat valor en molts camps diferents i que cal gestionar amb bon criteri. Totes les empreses i administracions utilitzen una gran varietat de sistemes informàtics per gestionar la informació, sovint desenvolupant els seus propis sistemes en funció de les necessitats que cal cobrir.

No tots els conjunts de dades han de ser tractats amb les mateixes metodologies. En concret, les dades que estan distribuïdes per l'espai tenen de forma intrínseca una informació molt important, la seva posició geogràfica. L'estudi de la posició relativa entre les dades agafa una forta rellevància en aquests conjunts de dades espacials. Per abordar aquest camp s'han desenvolupat, des dels anys 60, els Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG), que permeten estudiar conjunts de dades en funció de la seva posició. Un projecte SIG és molt útil a l'hora de superposar diferents cartografies i dades espacials utilitzant la topologia de conjunts. Les propietats topològiques dels conjunts de dades permeten utilitzar conceptes com la inclusió d'elements en conjunts, o les distàncies entre elements de les bases de dades. A més, permeten desenvolupar eines geostatístiques per estudiar la distribució de les dades a l'espai.

A l'àmbit de les exploracions del terreny, amb l'objectiu d'estudiar-lo i caracteritzar-lo geològicament i geotècnicament, es generen una gran quantitat de dades que cal gestionar. Són dades georeferenciades, és a dir, de les quals se'n coneix la seva localització, fet que empeny a la utilització de Sistemes d'Informació Geogràfica pel seu tractament.

L'empresa pública Gestió d'Infraestructures S.A., GISA, s'encarrega de gestionar aquells estudis previs, estudis informatius, avantprojectes, projectes constructius i l'execució de l'obra pública que li encarrega la Generalitat de Catalunya. GISA és receptora d'una gran quantitat de dades referents a les campanyes geotècniques i per aquest motiu es va desenvolupar una base de dades per gestionar el gran volum d'informació referent a la caracterització del terreny.

Per altra banda, la Direcció General de Carreteres, DGC, és l'encarregada per part de l'administració pública catalana de dictar les ordres d'estudi de noves infraestructures viàries i és la responsable del manteniment de la xarxa viària catalana. Així doncs, la DGC també absorbeix una gran quantitat de dades referents a la caracterització del terreny associades a l'estabilitat i al manteniment dels talussos, que gestiona mitjançant bases de dades vinculades a Sistemes d'Informació Geogràfica.

En aquest context, els dos òrgans de l'administració consideren l'opció de compartir les diferents bases de dades en un únic projecte SIG capaç de proveir una

gran quantitat d'informació que pot ser de gran interès en moltes situacions i que la present tesina pretén desenvolupar.

1.1 Motivació.

A l'hora de dissenyar campanyes geotècniques per a nous projectes d'obra civil o per actuacions de millora de les mesures preventives i correctores de talussos, és molt important fer una cerca dels estudis anteriors de la zona. Una motivació molt important per desenvolupar la present tesina és la de millorar els sistemes d'obtenció de dades anteriors i la capacitat d'augmentar les fonts d'on provenen les dades. En aquest sentit, treballar per aconseguir una eina que sigui utilitzada per l'administració pública, tant GISA com la DGC, motiva la realització d'aquesta tesina. Per altra banda l'eina resultant pot ser utilitzada per gran varietat d'estudis, tant científics com en l'àmbit de la gestió econòmica i de la protecció civil. A més, emmarcat en el context actual de publicació de dades i d'Infraestructures de Dades Espacials (IDE), és important promoure accions i enllaços entre òrgans de l'administració com GISA, la DGC i l'Institut Geològic de Catalunya (IGC) per tal de compartir i publicar tota la informació possible del territori i fer-la accessible al ciutadà.

1.2 Antecedents.

Per posar en situació els antecedents de la tesina present cal tenir en compte els diferents organismes i elements participants en el projecte, que són GISA, la DGC i l'IGC, i el context de bases de dades de moviments del terreny que es realitzen a diferents països, així com la directiva INSPIRE de la Unió Europea.

Per una banda es troba **Gestió d'Infraestructures S.A. (GISA)**, l'empresa pública que depèn de la Generalitat de Catalunya [1]. Es va constituir l'any 1990 arran de les Olimpíades per gestionar la gran quantitat d'obres a realitzar. El seu objecte social és projectar, construir, conservar, explotar i promoure tota mena d'infraestructures i edificacions que la Generalitat promogui o en les quals participi i els serveis que s'hi puguin instal·lar o desenvolupar, així com, projectar i construir tota mena d'infraestructures i edificacions de tercers amb els quals la Generalitat n'hagi acordat la construcció. L'empresa té diversos sistemes de gestió documental ja que gran part de la documentació és contractual o tècnica amb un pes important d'informació confidencial i de dades protegides. En concret, les dades amb les quals es vol treballar en aquesta tesina són de tipus tècnic, referents a les exploracions de geologia i geotècnica que es duen a terme per a la Divisió d'Obra Civil de GISA.

La gestió d'aquesta informació ha anat variant en el temps amb un clar punt d'inflexió, quan per a la construcció de la línia 9 del metro de Barcelona, es va decidir contractar una empresa externa per elaborar una base de dades destinada a recollir totes les dades del terreny de l'entorn de l'obra del metro més llarg d'Europa. A partir d'aquí la divisió de carreteres va seguir els mateixos passos i va començar a utilitzar també una

base de dades per emmagatzemar dades referents a les exploracions realitzades. En concret, es treballarà amb la base de dades d'exploracions geotècniques anomenada DINS (Dades INtegrades del Subsòl) on es recullen dades referents a les campanyes geotècniques dels estudis informatius, avantprojectes i projectes constructius de carreteres.

Per altra banda la **Direcció General de Carreteres** (DGC) utilitza diferents bases de dades per registrar tot tipus d'informació referent al manteniment i explotació de la xarxa viària catalana. Unes de les dades que es registren més interessants pel disseny de noves campanyes d'exploració i pel manteniment de la xarxa viària és un inventari d'instabilitat de talussos de carreteres. En aquesta base de dades (BD) s'enregistra des del 2001 els trams de la xarxa viària que es veuen afectats per instabilitat dels talussos com desprendiments i altres incidències, prenent dades referents a l'espai i el temps, el tipus de ruptura del terreny i alguns paràmetres de classificació geomecànica com el *Rock Mass Rating* (RMR) o el *Geological Strength Index* (GSI). També s'enregistren les mesures correctores i algunes dades de la geometria de la incidència.

En aquest context, tant la DGC com GISA es veuen interessats en compartir les seves dades per millorar el seu coneixement del terreny, tant en antecedents d'exploracions com en el comportament observat dels talussos.

Finalment també intervé l'Institut Geològic de Catalunya (IGC), que és l'organisme competent per gestionar les dades geològiques de Catalunya i que avui en dia desenvolupa molt bones eines, tant per visualitzar cartografies i dades espacials com per divulgar-les, podent descarregar-les i tenir-ne ple accés. En aquest sentit es treballarà amb l'IGC per compartir les dades i gestionar un únic projecte SIG que englobi tots els reconeixements geotècnics que es facin a Catalunya. A més a més, es proposa la publicació i divulgació mitjançant les eines de les que disposa l'IGC mitjançant el servei Geoíndex de la seva pàgina web [2].

En un marc com aquest, d'intercanvi i gestió de dades espacials, cal fixar-se amb com es duen a terme tant aquí com a la resta del món aquest tipus de projectes. La gran majoria d'administracions i d'empreses utilitzen, o fins i tot desenvolupen, Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG) per gestionar i connectar les cartografies i les bases de dades en un projecte capaç d'utilitzar la posició dels elements per generar consultes massives i les anàlisis corresponents. Un dels exemples que es pot prendre de referent són els sistemes de divulgació i tractament de dades dels EUA que divulga la U.S. Geological Survey (USGS). A la seva pàgina web [3] es poden trobar tot tipus de cartografies i bases de dades georeferenciades, fins i tot algunes que s'alimenten en temps real sobre dades meteorològiques o controls de qualitat d'aigua i aire.

Existeixen bases de dades similars, enfocades al tractament de dades associades a esllavissades i moviments de massa [4]. A nivell d'exemple es poden citar algunes d'aquestes:

Als Estats Units d'Amèrica, el Servei Geològic (USGS) ha creat una pàgina web [5] on dins seu es pot trobar l'apartat del National Landslide Information Center. També alguns Serveis Geològics de diversos estats han preparat bases de dades que són consultables online. Aquest és el cas de Utah amb la seva pàgina web [6].

També al Japó, amb el Landslide Distribution Map, desenvolupat pel National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention (NIED) i la Japan Science and Technology Agency (JST), han fet una BD que es pot consultar en xarxa [7].

A Austràlia disposen del Landslide Data Base online Search (National Geoscience Dataset), la pàgina pertany a Geoscience Australia, del Govern Australià i es pot consultar des de la seva pàgina web [8]. L'accés es realitza per mitjà d'un nom d'usuari que s'obté a partir d'un registre gratuït.

A Europa, Itàlia ha estat pionera amb la creació d'una base de dades d'esllavissaments (Progetto AVI) que és consultable online [9].

Al Regne Unit, el British Geological Survey ha posat en marxa el National Landslide Database, el qual disposa de 14.000 registres, i n'hi afegeix uns 2.000 cada any. La informació és emmagatzemada en format digital. La informació d'aquesta base de dades es pot consultar a l'adreça [10].

A Catalunya, el 1986, el desaparegut Servei Geològic de Catalunya (SGC) va començar una cartografia d'allaus de neu del Pirineu català, que continuà l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) creant-se la Base de Dades d'Allaus de Catalunya (BDAC). L'esmentada base de dades conté tota la informació disponible d'allaus de neu del Pirineu català i es pot consultar a la pàgina web [11] del nou Institut Geològic de Catalunya (IGC). A la base de dades hi ha identificades més de 17.500 zones d'allaus per tot el Pirineu Català i hi tenen enregistrades més de 1.200 observacions d'allaus.

Finalment, cal fer referència al projecte de Síntesi d'Esllavissades de Catalunya, desenvolupat pel Departament d'Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica de l'Escola de Camins, Canals i Ports de Barcelona de la UPC i la Secció de Ciències i Tecnologia de l'IEC, que ha donat lloc a la Base de Dades d'Esllavissades de Catalunya anomenada **LLISCAT**. Aquesta base de dades s'ha cedit a l'IGC que és qui avui en dia en té les competències de gestió i manteniment. La BD LLISCAT es pot consultar des del seu web [12].

Un dels objectius del projecte en el que s'engloba la present tesina és poder integrar la BD LLISCAT al projecte SIG per tenir un potent inventari, tant dels 570 talussos inestables inventariats de la BD de la DGC, com dels més de 400 moviments de massa en vessants naturals registrats al LLISCAT.

En l'àmbit de la publicació de les cartografies i dades del territori es troba la **Directiva INSPIRE** de la Unió Europea, que estableix com generar la infraestructura necessària per fer accessible, a una gran varietat d'usuaris i organismes, la informació espacial rellevant de manera concentrada i de qualitat. Es pot consultar i obtenir més informació sobre la directiva INSPIRE a la seva pàgina web [13]. La directiva estableix les normes de desplegament per les disposicions tècniques per a una correcta interoperabilitat i harmonització de les BD. Així doncs els països membres han de posar especial atenció a com generen, mantenen, controlen i monitoritzen les seves Infraestructures de Dades Espacials (IDE) que hauran d'ajudar a avaluar les polítiques d'impacte i dimensionament territorial de la Comunitat Europea [14].

En qualsevol cas, per desenvolupar els projectes a l'entorn de les Infraestructures de Dades Espacials cal treballar amb **eines SIG**. Es poden trobar molts softwares SIG diferents al mercat, tant de pagament com lliures. Alguns dels softwares SIG comercials més importants són l'ArcGis de l'empresa ESRI [15], i el Geomedia Professional de l'empresa Intergraph [16]. Aquests són dos dels grans softwares més utilitzats amb un gran potencial i versatilitat. Per altra banda també es poden trobar softwares de SIG lliures, com el GvSig desenvolupat per la Generalitat valenciana, o el nou KOSMO desenvolupat per la Universitat de Sevilla. Tots aquests sistemes i un llarg llistat més, són softwares de SIG que permeten connectar-se a una BD i treballar amb les relacions espacials dels elements, així com carregar tot tipus de formats de cartografies ràster o vectorial.

Els primers projectes SIG de la història es poden intuir a les pintures rupestres de les coves de Lascaux, a França, on els seus habitants d'ara fa 15.000 anys, pintaven a les parets imatges dels animals juntament amb un seguit de línies que s'interpreten com les rutes de migració de les diferents espècies, relacionant les dades amb una localització o recorreguts. Molt més tard, el 1854, el Doctor John Snow, epidemiòleg, va cartografiar les morts per còlera del barri del Soho de Londres com es mostra a la Fig.1, i utilitzant mètodes cartogràfics va detectar el pou d'aigua que era el focus de la malaltia.



Fig.1 Mapa original de John Snow per l'estudi del focus de còlera al barri del Soho de Londres.

Avui en dia s'utilitzen projectes SIG en molts àmbits diferents, tant des de la gestió del territori, com estudis sociològics, estudis mediambientals, econòmics, cadastrals i científics en molts àmbits diferents. A més, el gran desenvolupament tecnològic ha permès que avui en dia es puguin utilitzar softwares SIG des de dispositius mòbils amb GPS per obtenir, actualitzar i consultar dades des del camp.

1.3 Objectius.

L'objectiu principal de la present tesina és organitzar un sistema d'intercanvi d'informació geotècnica entre GISA i la DGC al voltant d'un projecte de sistemes d'informació geogràfica que permeti:

- **Alimentar-se** de les **bases de dades** de GISA i de la DGC.
- **Respondre a preguntes** freqüents tant tècniques com burocràtiques de forma ràpida i massiva.
- **Absorbir** tot tipus de **cartografies**, superposar-les en un mateix sistema de referència cartogràfic i utilitzar-les per a fer cerques.
- **Descriure** nous **procediments** d'adquisició d'informació a incorporar en el disseny de campanyes geotècniques i de mesures correctores d'estabilització de talussos.
- Poder **generar** nous **mapes** amb informació addicional.
- Poder **realitzar estudis geoestadístics** de qualsevol paràmetre o circumstància.

Cal tenir en compte que en aquest projecte hi intervenen diferents organismes i que com a objectiu implícit cal satisfer les necessitats de tots, abordant detalls com la compatibilitat de programari i els mecanismes d'intercanvi de la informació.

1.4 Estructura.

L'estructura de la tesina es anàloga a l'evolució de qualsevol projecte SIG que comença des de zero, on la principal tasca que reclama el major esforç és la transformació o adaptació de les diferents fonts d'informació que es volen integrar. En aquest sentit es fa un primer estudi de les bases de dades (BD) que es volen integrar al projecte SIG per definir quin serà el procés necessari per integrar en el SIG i tractar tota la informació. S'han definit els següents passos a seguir:

1. *Estudi de les BBDD.*
2. *Estudi de les mancances i necessitats a assolir.*
3. *Definició de la metodologia per integrar les dades i explotar el projecte.*
4. *Integració de les BBDD en el projecte SIG.*
5. *Explotació del projecte SIG.*
6. *Comparació amb els sistemes actuals de cerca d'antecedents.*
7. *Conclusions i línies de tendència futures.*

2. Gestió documental en BD antecedent.

Tant GISA com la DGC té els seus propis sistemes de gestió de dades en bases de dades (BBDD) més o menys complexes. El projecte SIG que es vol desenvolupar pretén absorbir dues BBDD. Per una banda la BD referent a campanyes geotècniques de GISA, i per altra banda una BD de la DGC amb un inventari de talussos inestables de la xarxa viària catalana i de les incidències associades a moviments de massa que han patit. En aquest capítol es pretén estudiar les característiques de les dues BBDD i l'anàlisi corresponent per poder-les integrar al projecte SIG.

Una base de dades és un conjunt d'informació organitzada de forma redundant i relacionada entre sí. Existeixen quatre tipologies bàsiques de BD: jeràrquiques, de xarxa, relacional i recentment les relacionals orientades a objectes. Les bases de dades relacionals van ser proposades pel Dr. E.F.Codd el 1970 en un document anomenat "Un Model de Dades Relacional per Grans Bancs de Dades Compartides". Els principals components d'una BD relacional són una col·lecció d'objectes o relacions, un conjunt d'operacions per actuar sobre les relacions, i una integritat de les dades per precisió i consistència.

Una BD relacional utilitza relacions o taules bidimensionals per emmagatzemar la informació. Per exemple, es podria ordenar les dades referents als treballadors d'una empresa en diferents taules, una amb els treballadors, una altra amb els departaments i una altra amb els salaris. Cada una de les taules haurà de contenir una clau primària que serà única i identificadora de cada un dels elements emmagatzemats a la taula. A cada taula s'enregistren els elements per files i per columnes s'emmagatzemen els diferents camps d'informació. Un camp és un concepte com el nom, el DNI i l'edat del treballador. A la Taula 1 següent es mostren dues taules d'exemple amb els treballadors d'una empresa amb una clau primària numèrica (ID) i diferents camps d'informació de cada treballador, i la taula amb els departaments de l'empresa. El departament s'informa tant sols amb un número que és la clau primària de cada departament a la taula on s'emmagatzemen els departaments.

id	Nom	Cognoms	DNI	Data naixement	Departament
1	Josep	Armengol Suriol	45784521-Z	15/03/1980	3
2	Arnau	Casamitjana Puig	45786598-L	24/05/1978	1
3	Paula	Ruiz Solà	48576524-K	03/06/1982	1

id	Nom Departament	Ubicació
1	Marketing	Edifici C2
2	Comercial	Edifici B1
3	Tècnic	Edifici B2

Taula 1: Taules d'exemple d'una BD relacional amb dades dels treballadors i departaments d'una empresa.

El model Entitat-Relació (ER) es basa en les diferents relacions que vinculen les entitats o elements emmagatzemats a diferents taules. Per exemple, cada treballador té assignat un departament al qual pertany, mentre que cada departament té molts treballadors assignats. Així es defineixen relacions del tipus 1:1 o 1:molts o infinit.

Cal definir correctament la tipologia de les relacions per mantenir la consistència de la BD i optimitzar els processos de consulta. Un dels punts de la present tesina serà l'optimització de les relacions establertes a la BD de GISA per minimitzar el nombre de taules que la defineixen. A continuació s'estudien les BBDD de GISA i de la DGC.

2.1 Gestió de dades de campanyes geotècniques a GISA (DINS).

Totes les campanyes geotècniques d'exploració i reconeixement del terreny que es duen a terme en el context de l'obra pública estan associades a un projecte i a algun dels seus estats com els estudis informatius, avantprojectes constructius i projectes constructius. Cada un d'aquests documents contenen a la memòria un annex específic pels estudis de geologia i geotècnica.

Avui en dia, per buscar els antecedents geotècnics a l'obra pública es fa una cerca dels projectes associats a la zona d'estudi que pertorqui. Un cop trobats els projectes d'interès s'extreu l'annex de geologia i geotècnica on es troben totes les dades referents a les exploracions fetes, els registres dels assaigs de camp i de laboratori, i les interpretacions, juntament amb els càlculs que se'n deriven. Aquest sistema treballa amb els projectes per separat i no posa en comú totes les dades en una única cartografia de la zona.

Per altra banda cal fer referència a la gestió diferenciada que fa la divisió assignada a la construcció de la Línia 9 de metro, que utilitza amb normalitat una BD on es troben totes les exploracions fetes i georeferenciades amb un tractament similar al que pretén la present tesina.

La BD de la L9 va ser elaborada per l'empresa EUROGEOTECNICA i es va duplicar el projecte per la Divisió de Carreteres. Aquesta BD s'anomena DINS, Dades INtegrades del Subsòl, i és on es desitja tenir totes les dades referents a les exploracions geotècniques associades a projecte de carreteres, transports i edificació.



En el següent apartat es fa un estudi de les característiques principals del DINS, que es la BD que GISA vol compartir amb la DGC, amb l'IGC, i poder fer un tractament de les dades mitjançant eines SIG per aprofitar-ne el potencial.

2.1.1 Dades integrades del subsòl.

Un dels punts claus de la gestió documental és la concentració de totes les dades obtingudes en les campanyes geotècniques que es duen a terme associades a qualsevol actuació en la que hi participi GISA. En aquest context va néixer el DINS (Dades INtegrades del Subsòl), una BD en format Access fàcilment alimentable amb fulls de càlcul Excel (fitxa ENDINS) i acompanyada d'un aplicatiu de consulta i cerca de les dades introduïdes que permet visualitzar les dades i extreure-les en fulls de càlcul Excel. A la Figura 2 es mostra l'esquema d'entrades i sortides de la BD DINS.

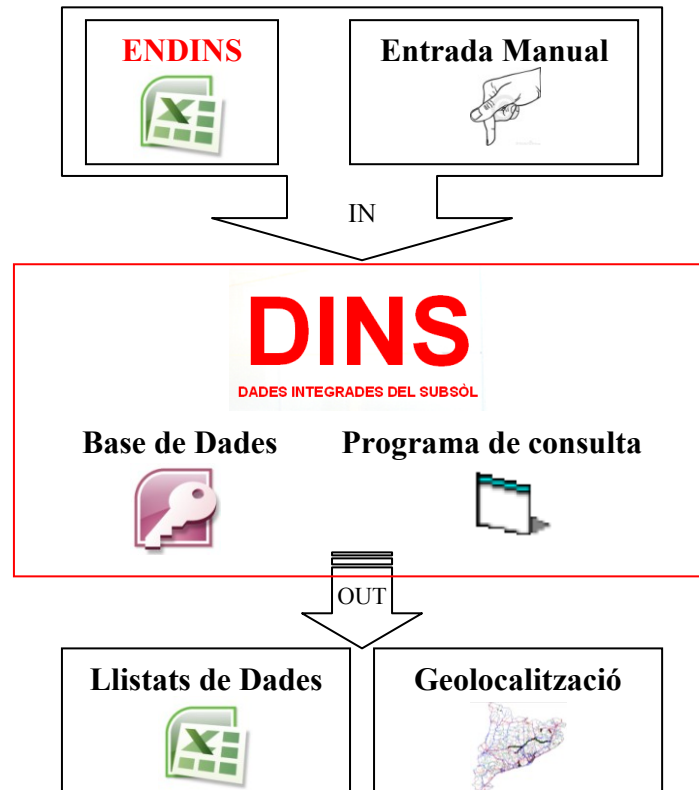


Fig. 2: Esquema de l'estructura del DINS.

En aquests moments, la BD s'està nodrint de campanyes geotècniques ja realitzades i alguns consultors tenen les fitxes d'inserció de dades per poder transmetre a GISA les campanyes geotècniques que realitzin ja preparades per ser carregades a la base de dades, a més a més de l'entrega en el format convencional (estudi i registres), que en cap cas és substituïble. A la Taula 2 següent es mostra el nombre d'elements ja introduïts a la base de dades al mes de Juny del 2012.

Elements	Nº
Cales	1330 ut
Sondeigs (destructius i amb recuperació)	>1200 ut (>21.800 ml)
Penetròmetres	514 ut (>3500 ml)
Prospecció Sísmica	144 ut (>12780 ml)
Piezòmetres	>380 ut
Mostres (alterades, inalterades i parafinades de sondeigs i cales)	>3500 ut
Assaigs In Situ	>1500 ut
Estacions Geomecàniques	>290 ut

Taula 2: Elements introduïts a la BD DINS a data al mes de Juny del 2012.

L'empresa EUROGEOTECNICA que va ser l'encarregada de gestar el DINS, va elaborar la BD on s'emmagatzema tota la informació, els fulls excels d'entrada de dades anomenats ENDINS, i un aplicatiu basat en Miramon per a la visualització i consulta de la BD.

El software DINS és l'eina fonamental de gestió i consulta de la BD, on es visualitzen les exploracions introduïdes a la BD i algunes capes en format vectorial com la xarxa de carreteres (autopistes, autovies, carreteres principals, secundàries, locals i nacionals), la xarxa de ferrocarrils, els rius més importants, així com els nuclis urbans i els seus noms. A la Fig. 3 es mostra l'aparença del software DINS.

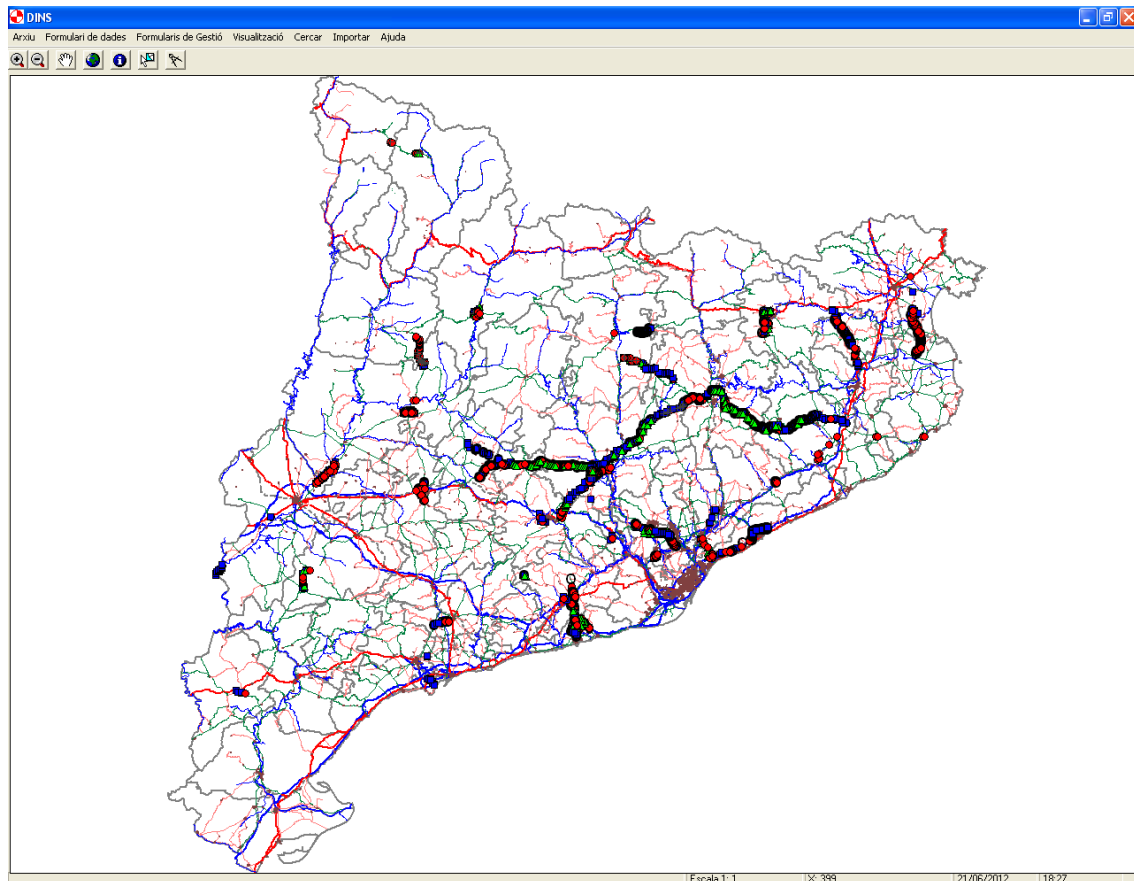


Fig. 3: Aparença del programa de consulta de dades DINS i les exploracions entrades a Juny del 2012.

Des d'aquest aplicatiu es pot clicar a sobre de les exploracions i extreure'n tota la informació associada a aquella exploració, com les coordenades, dates d'execució, profunditat, projecte associat, instal·lació de piezòmetre, lectures del nivell freàtic, així com les dades referents als assaig in situ realitzats, les mostres preses i els assaigs de laboratori.

Com es pot veure a la Figura 3 anterior, la BD DINS té informació referent sobretot a les obres de l'eix transversal, de l'eix diagonal i algunes altres intervencions importants, i l'objectiu és anar cobrint tot el territori i xarxa viària catalana.

2.1.2 Sistema d'adquisició de dades, ENDINS.

El software DINS té l'opció d'introduir les dades directament o importar-les des d'un full de càlcul Excel programat. Aquest full de càlcul s'anomena ENDINS, i és la fitxa que s'utilitza normalment per introduir les dades de manera ordenada. A més, aquesta fitxa va acompanyada d'un petit manual que s'entrega als consultors juntament amb la plantilla de la fitxa Excel i alguns exemples amb l'objectiu de que ells mateixos omplint les dades.

La fitxa ENDINS és un full de càlcul Excel que té per objectiu absorbir totes les dades possibles referents a les exploracions de camp, als assaigs in situ i dels registres dels assaig de laboratori. Per aquest motiu la fitxa ENDINS està separada en diferents pestanyes on s'introdueix la informació referent a cada aspecte de l'exploració. En el següent esquema de la Fig. 4 es mostren en gris les diferents pestanyes programades que es poden obrir en funció de les circumstàncies.

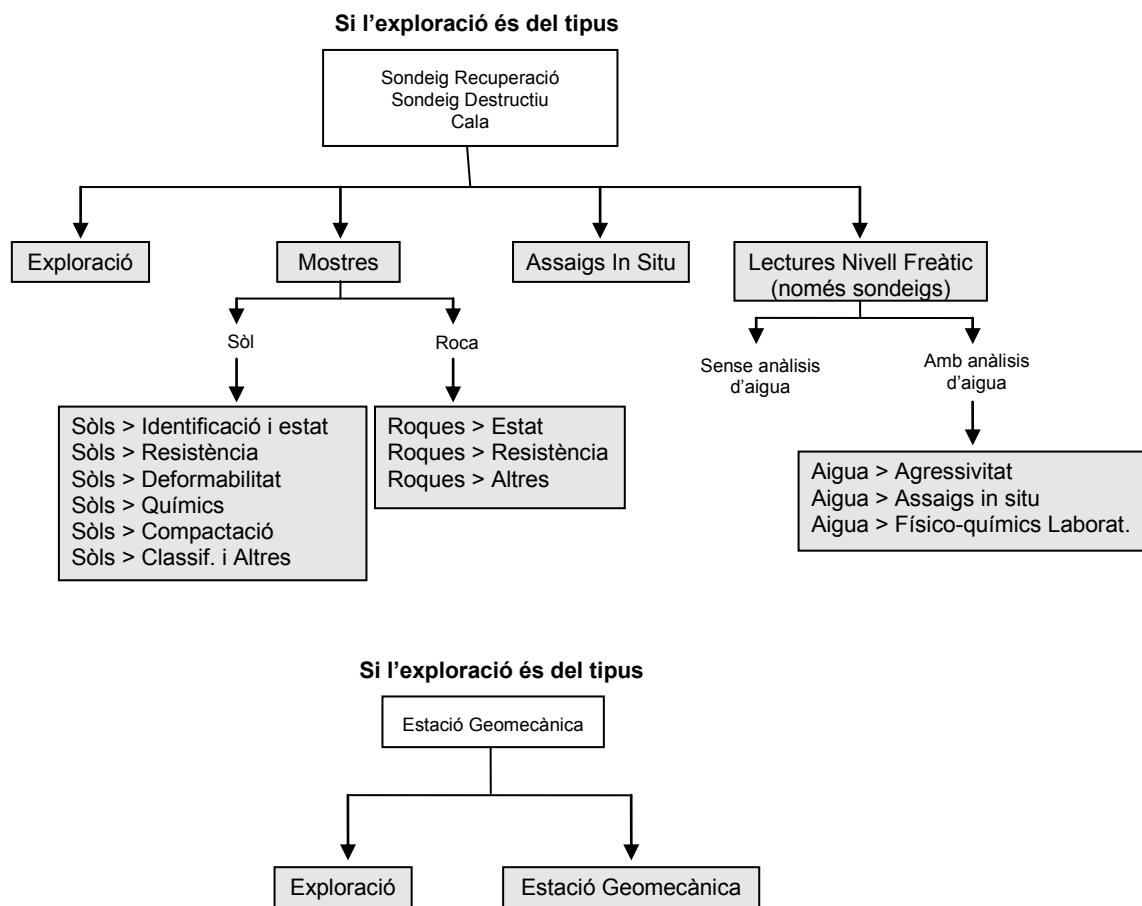


Fig. 4: Esquema de les pestanyes d'adquisició de dades de l'ENDINS.

En funció de la tipologia de l'exploració, si és un sondeig a recuperació, una estació geomecànica o una cala, per exemple, s'activen les diferents pestanyes d'adquisició de dades del full de càlcul com es mostra a l'esquema de la Fig. 5 següent:

	Dades Generals	Columna Litològica	Piezòmetres	Assaigs de Laboratori	Assaig In Situ	Lectures de Nivell Freàtic	Estació Geomecànica
Sondeig Recuperació	Activat						
Sondeig Destructiu	Activat						
Cala	Activat				Activat		
Estació Geomecànica	Activat						Activat
DSPH	Activat						
CPTU	Activat						
Borros	Activat						
Sísmica refracció	Activat						
Sísmica reflexió	Activat						
SEV	Activat						
Tomografia	Activat						
Georadar	Activat						

Activat

Fig. 5: Activació de les diferents pestanyes de l'ENDINS en funció del tipus d'exploració.

La primera, i la més important de totes, és la pestanya anomenada *Exploració*, on s'introdueixen les dades generals i de major rellevància com són el Títol i la Clau del projecte al que està associada l'exploració. La Clau del projecte es regeix per la codificació que es fa a GISA dels expedients i amb la qual es pot arribar a tota la documentació del projecte, on es troba l'annex de geologia i geotècnica amb els registres de les prospeccions i assaigs realitzats, així com les interpretacions i els càlculs que se'n deriven.

A l'apartat de dades generals de l'exploració, a més de la clau i el títol s'informa del nom que s'assigna a l'exploració que es defineix amb la clau del projecte i el tipus d'exploració. També en aquesta pestanya és on es registra les coordenades de l'exploració en UTM en el fus 31N referenciat a l'ED50, la profunditat de l'exploració, la direcció i inclinació, la data de la prospecció i les observacions on és necessari informar del sistema de referència utilitzat per tal de fer un correcte tractament de les dades en el moment en el que es decideixi passar de forma permanent al nou sistema de referència europeu ETRS89.

A la mateixa pestanya on es troba el quadre de dades generals es troba també el quadre on es registra la columna litològica testificada dels sondeigs de recuperació i les cales. Aquest quadre està preparat per definir els materials que es troben en una Unitat Geològica - Geotècnica de detall de la qual es vulgui fer un seguiment o la Unitat Cartogràfica referida a la classificació de l'ICC a escala 1:50000. Pel que fa a la litologia es pot utilitzar un generador d'epígrafs per facilitar la tasca que es regeix per la classificació de sòls segons l'USCS que es mostra a la Taula 3 i la classificació de roques de l'ISRM modificada que es mostra a la Taula 4.

També en aquest quadre de columna litològica s'enregistren paràmetres com l'RQD, el grau de meteorització, l'Índex de recuperació i el tipus de perforació, juntament amb un camp d'observacions que permet fer una breu descripció del material. Per alimentar la columna litològica cal definir quants contactes s'han observat i la profunditat del contacte inferior (o base) del material.

Classificació de Sòls segons USCS

Més de la meitat del material són grans individuals visibles a ull nu	Sòls Gravosos: Més de la meitat de la fracció grossa és major a 5 mm	Graves netes	GW	Graves ben graduades, barreja de grava i sorra amb pocs fíns o sense
			GP	Graves mal graduades, barreja de grava i sorra amb pocs fíns o sense
		Graves amb fíns	GM	Graves llimoses, barreges mal graduades de grava, sorra i llim
			GC	Graves argiloses, barreges mal graduades de grava, sorra i argila
	Sòls Sorrenos: Més de la meitat de la fracció grollera és més petita de 5 mm	Sorres netes	SW	Sorres ben graduades, sorres amb grava, amb pocs fíns o sense
			SP	Sorres mal graduades, sorres amb grava amb poc fíns o sense
		Sorres amb fíns	SM	Sorres llimoses, barreges de sorra i llim mal graduades
			SC	Sorres argiloses, barreges mal graduades de sorres i argiles
Més de la meitat del material són grans individuals no visibles a ull nu	Límit líquid baix		ML	Lims orgànics i sorres molt fines, farina de roca, sorres fines llimoses o argiloses, o lims argiloso amb una lleugera plasticitat
			CL	Argiles inorgàniques, amb plasticitat de baixa a mitja. Argiles amb graves, argiles so menques, argiles llimoses
			OL	Lims orgànics i argiles llimoses orgàniques de baixa plasticitat
	Límit líquid alt		MH	Lims inorgànics, sòls fíns sorrenos o llimosos diatomacis o micacis, lims elàstics
			CH	Argiles orgàniques d'elevada plasticitat, argiles grasses
			OH	Argiles orgàniques de plasticitat mitja o alta
Sòls Rics en Matèria orgànica	Olor i color característic, sensació esponjosa i freqüent textura fibrosa	Pt	Torba i altres sòls altament orgànics	

Taula 3: Classificació de sòls segons USCS utilitzada per a la descripció litològica.


Classificació de roques per a usos Geotècnics (ISRM) Modificada.							Mida de gra en mm més gran de 20
Mida de gra en mm més gran de 20	Roques estratificades			Roques amb foliació	Roques amb estructura massiva i textura cristal·lina		
	>50 % del grans carbonatats	>50 % del grans volcànics					
20	<p>CONGLOMERATS (Cg): còbols rodats, blocs i graves cimentats per una matriu fina</p> <p>BREIXES (Bx): fragments irregulars de roca en una matriu fina</p>	<p>CALCIRIDITA (Ct)</p> <p>TRAVERTÍ (Tv)</p>	<p>>50 % del grans volcànics</p> <p>Fragments de productes volcànics en una matriu fina. Amb grans arrodonits:</p> <p>AGLOMERAT VOLCÀMIC (Av) grans angulars</p> <p>BREIXA VOLCÀMICA (Bv)</p>	<p>GNEISS (Gn)</p> <p>Foliació ben desenvolupada freqüentment molt espaiada.</p>	<p>PEGMATITA (Pg), GRANIT (Gr) i DIORITA (Di) Si aquestes roques son porfíriques, se'ls hi atgeix el terme porfíric</p>	20	
6			<p>Roques Evaporítiques:</p> <p>HALITA (Hh)</p> <p>ANHIDRITA (Ah)</p> <p>GUIX (Gx)</p>	<p>ESQUIST (Eq)</p> <p>Foliació ondulada ben desenvolupada, generalment amb abundant mica</p>		6	
2		<p>CALCÀRI/DO LOMIA (Cd)</p>		<p>MARBRE (Mb)</p> <p>QUARSITA (Qs)</p> <p>CORNEANA (Co)</p>		2	
0,6	<p>GRESOS (Gs) grans angulars o arrodonits, cimentats per minerals d'argila, carbonàtics o de ferro.</p> <p>QUARSITA (Qs)</p>	<p>CALCARENITA (Ca)</p>		<p>PÓRFIR (Pf)</p>		0,6	
0,2			<p>Cendra volcànica cimentada: TUF (Tf)</p>			0,2	
0,06		<p>MARGUES (Mr)</p>		<p>FILITA (Ft): Foliació lleugerament ondulada</p> <p>PISSARRA (Pt)</p> <p>Plans de foliació ben desenvolupats</p>		0,06	
0,002	<p>LÛTTITA (Lu)</p>	<p>CALCÀRIA LLI MOSA (Cl)</p> <p>CALCULÛTTITA (Clu)</p>		<p>MILONITA (Ml)</p> <p>Associat a zones de falla, principalment en àrees ígnees i metamòrfiques.</p>	<p>RIOLITA (Ri) i ANDESITA (Ad)</p>	0,002	
menor de 0,002			<p>CARBÓ (Cb)</p>		<p>VIDRE VOLCÀMIC (Vv)</p>	menor de 0,002	
amorf o						amorf o	
criptocristal·li						criptocristal·li	
					<p>Clavament de color: Cla → Cle</p> <p>Clavament de textura: Cla → Cle</p>		

Altres Tipologies: **TERRAPLENS (Te)**, **ABOCADORS (Ab)**, **SÒLS VEGETAL (Sv)**, **CAVITAT (Cv)**, **SENSE RECUPERACIÓ (Sr)**, **BOLOS (B)**


Taula 4: Classificació de roques segons ISRM utilitzada per a la descripció litològica.

Finalment, a la pestanya d'exploració i dades generals també es troba el quadre on s'informa de la instal·lació o no de piezòmetres i de les seves característiques, com el diàmetre, el tipus de piezòmetres així com la profunditat i el tram de piezòmetre ranurat.

A la Fig. 6 següent es mostra l'aspecte de la pestanya descrita amb els tres quadres de registre de dades; les dades generals de l'exploració, la columna litològica i els piezòmetres. Es pot observar a la figura següent que hi ha botons enmig de la fulla Excel per accedir directament als fulls de registres específics de cada camp, com el de mostres, registres in situ o lectures del nivell freàtic.



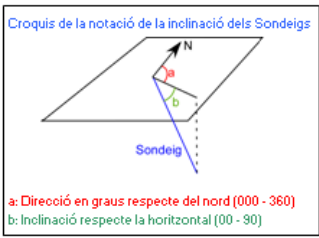
GISA
Gestió d'Infraestructures S.A.



Imprimir Fitxa

Dades generals de l'Exploració

Projecte	Clau	
	Títol	
Codi de l'Exploració		
Nom Exploració		
Tipus Exploració		Sondeig Recuperació
X		
Y		
Z		
Profunditat		
Direcció i Inclinació		000/90
Data Prospecció		
Observacions		



Croquis de la notació de la inclinació dels Sondeigs

a: Direcció en graus respecte del nord (000 - 360)

b: Inclinació respecte la horitzontal (00 - 90)

3 dígits(de 000 a 360) / 2 dígits(de 00 a 90)

Columna Litològica

Número d'entrades

1

Unitat Geològica/Geotècnica de Detall	Unitat Cartogràfica (ICC 1:50.000)	Litològia	Profunditat interior (m)	RCD (Exemples format: 80, 10_80, 40_80)	Grau de meteorització (ISRM)	Índex de Recuperació (%)	Tipus Perforació - Tipus corona (V/D), diàmetre exterior (mm), tipus bateria (DIS) - Ex. V/106D	Observacions

Valors únics de 0 a 100 o dos valors separats per guió baix "-", primer el valor petit i després el gran

Mostres

Assaig In Situ

GENERADOR DE LITOLOGIES

Litològia 1	Percentatge	Litològia 2	Ordre alternances

Piezòmetres

Número d'entrades

1

Norm Piezòmetre	Diàmetre (mm)	Tipus de Piezòmetre	Prof. Ranurat inicial Za (m)	Prof. Ranurat final Zb (m)	Observacions

Lectures de Nivell Freàtic

Fig. 6: Aspecte de la pestanya de dades generals de l'exploració de la fitxa ENDINS.

Una vegada es completa la primera pestanya amb les dades de la prospecció s'informa de les mostres que s'han pres. Per a cada tipologia de mostra hi ha una codificació establerta que es mostra a la següent Taula 5.

Mostra	Codi
SPT	SPT
Mostra inalterada	MI
Mostra de cala	CA
Mostra parafinada	MP
Testimoni Sondeig	TS
Mostra en bloc	MB

Taula 5: Codificació dels diferents tipus de mostra a la fitxa ENDINS.

A la segona pestanya de la fulla de càlcul es registren les mostres que es van prenent, la tipologia i la profunditat a la que s'han extret i si la mostra és de roca o de sòl, fet que condicionarà l'activació de les diferents pestanyes per registrar els resultats dels diferents assaigs possibles. També aquesta fulla té un conjunt de botons que enllacen amb les pestanyes dels diferents tipus d'assaig tant per sòls com per roques.

Es pot observar a la Figura 7 següent l'aspecte d'aquesta pestanya associada a les mostres i les diferents pestanyes on es poden informar els resultats obtinguts al laboratori. Pels sòls hi ha una pestanya per cada camp d'estudi com la identificació bàsica i estat, assaig de resistència, assaigs de deformabilitat, assaigs químics, assaig de compactació i assaig de permeabilitat i dispersabilitat, mentre que per roques es poden informar assaig d'estat, assaig de resistència i assaigs d'abrassivitat i durabilitat.

The screenshot shows a spreadsheet interface for 'MOSTRA'. On the left is a data table with columns: Exploració, CODI MOSTRA, TIPUS MOSTRA, PROFUNDITAT (punt mig del mostreig des de boca sondeig), and Roca o sòl. Below the table are several rows of data. To the right of the table are two vertical panels: a green one for 'Sòls' and a yellow one for 'Roques'. Each panel contains buttons for different types of tests: 'Assaigs d'identificació i estat', 'Assaigs de resistència', 'Assaigs de deformabilitat', 'Assaigs químics', 'Assaigs compactació', and 'Assaigs permeab. i dispersab.' for soils; and 'Assaigs d'estat', 'Assaigs de resistència', and 'Assaigs abrassivitat durabilitat' for rocks.

Exploració	CODI MOSTRA	TIPUS MOSTRA	PROFUNDITAT (punt mig del mostreig des de boca sondeig)	Roca o sòl
			m	
	S3/104/TS	Testimoni Sondeig	10.40	Roca
	S3/567/TS	Testimoni Sondeig	56.70	Roca
	S3/299/TS	Testimoni Sondeig	29.90	Roca
	S3/506/TS	Testimoni Sondeig	50.55	Roca

Fig. 7: Aspecte de la pestanya associada a les mostres preses de la fitxa ENDINS.

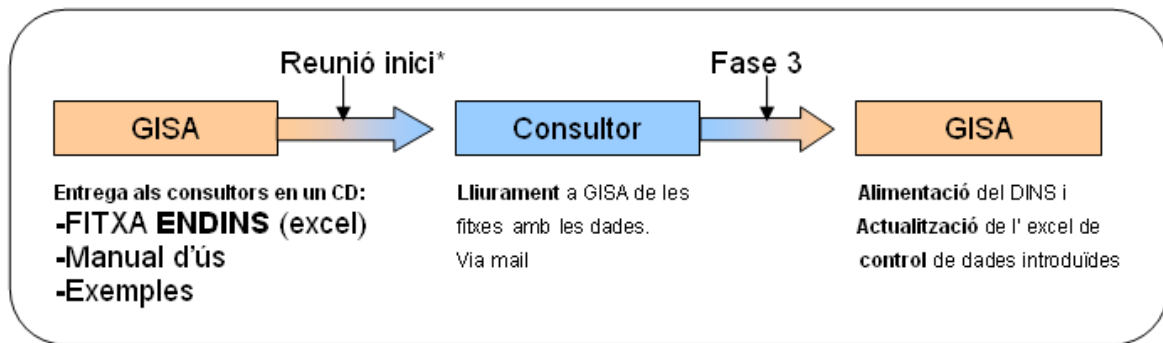
A l'annex número 1 s'especifica quins són els camps que s'informen per registrar els resultats dels assaigs realitzats i l'aspecte de la resta de pestanyes, com les destinades al registre de les dades de les estacions geomecàniques, assaigs in situ o per les lectures del nivell freàtic.

La fitxa s'omple degudament per un tècnic de GISA o pels mateixos consultors, els quals se'ls transmet una còpia de la plantilla de la fitxa ENDINS (format Excel), un manual d'utilització i uns quants exemples de sondeigs, cales, estacions geomecàniques i altres per poder observar com es fa el correcte traspàs d'informació dels registres convencionals a la fitxa ENDINS.

A la següent Figura 8 es mostra el diagrama de flux d'informació per tal de transmetre als consultors la fitxa ENDINS i que aquesta torni a GISA, degudament completada per a cada exploració geotècnica feta, que la revisa i s'encarrega d'alimentar la BD DINS així com de portar un seguiment en un document de control de les dades introduïdes a la BD DINS.

Diagrama de flux d'adquisició de dades del DINS.

En el diagrama següent es mostren els passos a seguir per alimentar la base de dades geotècniques DINS, mitjançant la fulla de càlcul excel programa ENDINS.



* En projectes ja oberts: Maqueta o definitiu.

Fig. 8: Diagrama de flux d'adquisició de dades d'exploracions geotècniques DINS.

Una vegada es tenen les dades a la fitxa ENDINS, mitjançant el software DINS s'importen les dades directament de la fitxa i queden registrades a la base de dades relacional en format Microsoft Access (.mdb) com es mostra a la Fig. 9.

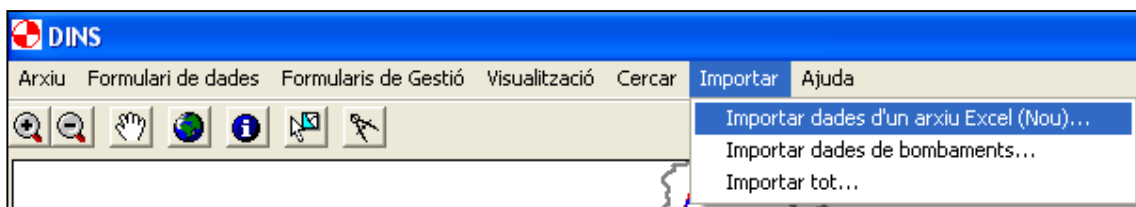
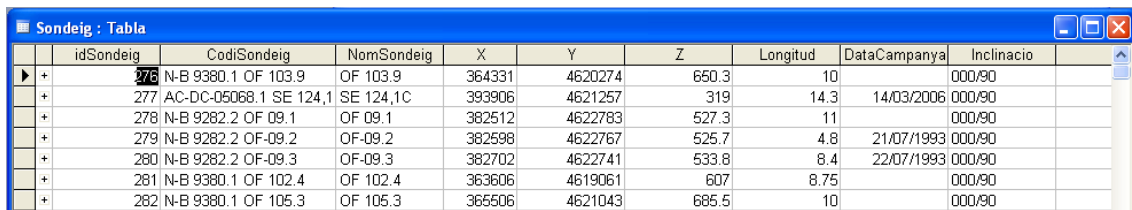


Fig. 9: Sistema d'importació de les fitxes ENDINS a la BD DINS en Access.

2.1.3 Sistema d'estructuració de la BD.

La BD DINS és una base de dades relacional, on la informació es guarda en diferents taules que es vinculen entre elles mitjançant relacions de claus o elements iguals. Cada una de les taules té per columnes els diferents camps que es registren de cada element, i els elements es van registrant un per un per files.

Per exemple, a la Fig. 10 es mostra el contingut d'una taula on es registren exploracions fetes. Cada fila és una exploració diferent, un sondeig, una cala o qualsevol altre. Per a cada exploració s'enregistren diferents camps com el codi de l'exploració o les seves coordenades.



	idSondeig	CodiSondeig	NomSondeig	X	Y	Z	Longitud	DataCampanya	Inclincio
▶ +	276	N-B 9380.1 OF 103.9	OF 103.9	364331	4620274	650.3	10		000/90
+	277	AC-DC-05068.1 SE 124,1	SE 124,1C	393906	4621257	319	14.3	14/03/2006	000/90
+	278	N-B 9282.2 OF 09.1	OF 09.1	382512	4622783	527.3	11		000/90
+	279	N-B 9282.2 OF-09.2	OF-09.2	382598	4622767	525.7	4.8	21/07/1993	000/90
+	280	N-B 9282.2 OF-09.3	OF-09.3	382702	4622741	533.8	8.4	22/07/1993	000/90
+	281	N-B 9380.1 OF 102.4	OF 102.4	363606	4619061	607	8.75		000/90
+	282	N-B 9380.1 OF 105.3	OF 105.3	365506	4621043	685.5	10		000/90

Fig. 10: Taula amb exploracions i coordenades d'aquestes de la BD DINS.

Totes les taules tenen el primer dels camps assignat a una clau primària, que és un codi únic identificador de cada element de la taula. La resta de camps s'anomenen per defecte claus secundàries i és on és registren totes les dades i atributs desitjats.

La BD del DINS està estructurada en 31 taules relacionades entre si. Hi ha taules que tenen per objectiu registrar les dades en si, i d'altres que s'utilitzen per fer de connexió entre les taules que registren les dades. Aquestes últimes sovint només es componen de codis numèrics que relacionen elements d'una taula amb descripcions o atributs que es troben en d'altres. Aquest sistema fa que es generin més taules de les que serien realment imprescindibles. En el moment d'integrar la BD DINS al projecte SIG es durà a terme una optimització d'aquesta estructura per millorar-ne la manipulació i connectivitat amb el projecte SIG.

A la següent pàgina es troba la Figura 11 que mostra l'arbre de relacions que defineix l'estructura de les 31 taules de la BD DINS. També es pot observar la tipologia de les relacions fetes entre taules. Per exemple, un sondeig està assignat a un únic projecte, però un projecte té assignats molts sondeigs, circumstància que implica una relació del tipus 1 a molts o infinit, que és com són totes les relacions entre taules de la BD DINS.

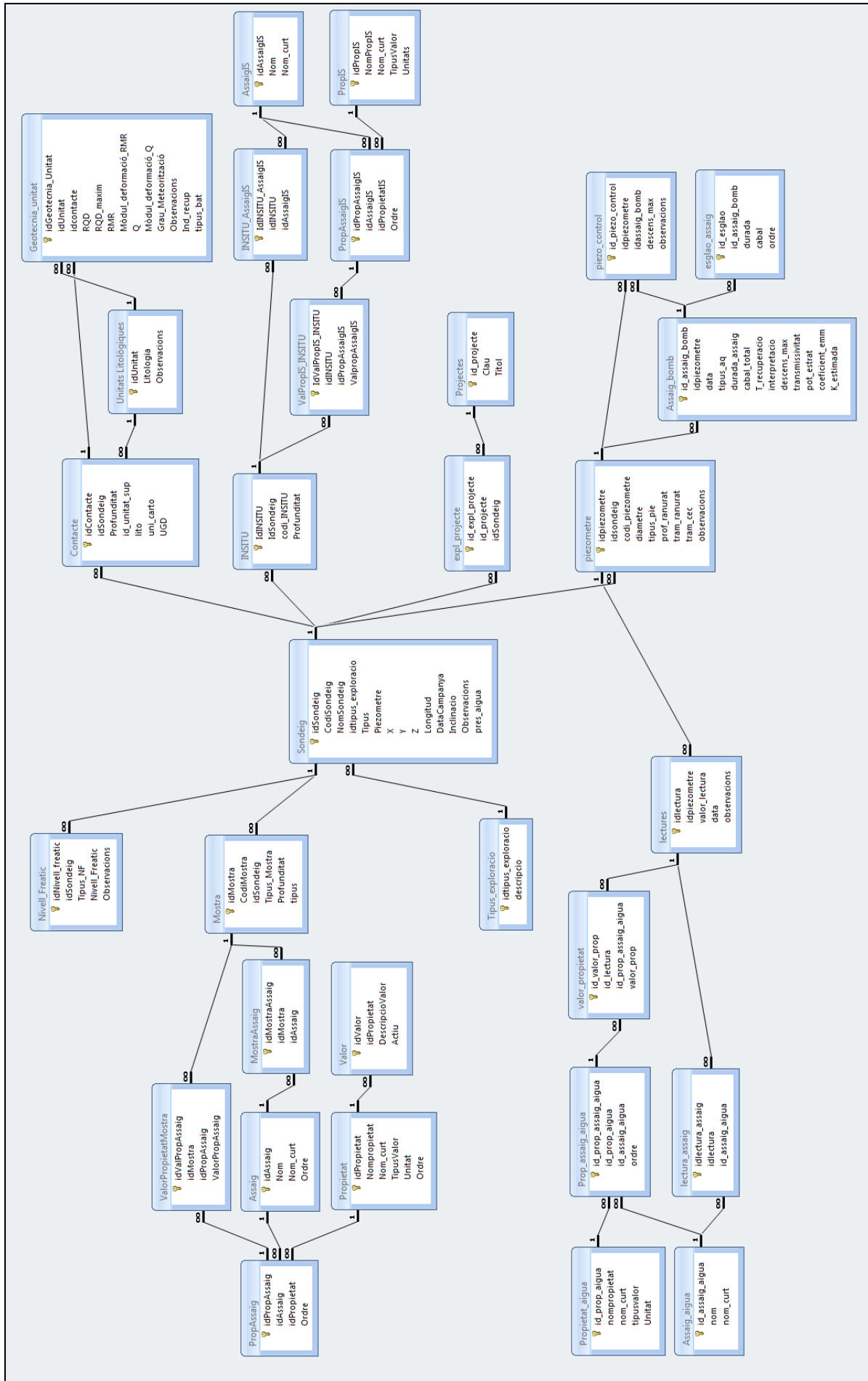


Fig. 11: Arbre de relacions que defineix l'estructura de la BD del DINS.

2.1.4 Sistema de cerques.

Els sistema de cerques del DINS es du a terme mitjançant el software DINS desenvolupat per l'empresa EUROGEOTECNICA que va ser l'encarregada en el seu moment de dissenyar i generar tota l'estructura composta per la BD relacional en format Microsoft Access, la fitxa ENDINS d'adquisició de dades en format Microsoft Excel i el software de consulta i representació de les dades DINS programat sobre un suport de Visualitzador Miramon.

Miramon és un software de SIG i anàlisi d'imatges que permet realitzar una gran diversitat d'operacions espacials amb dades vectorials i ràster, però **en aquest cas es va utilitzar només la component de representació gràfica dels elements fet que li confereix l'adjectiu de visualitzador**. En aquesta direcció, l'aplicatiu DINS permet carregar alguns formats de cartografies vectorials com DXF però **és incapaç d'utilitzar les noves cartografies introduïdes per generar cerques sobre elements de la BD**. La impossibilitat de generar consultes topològiques és el que limita l'aplicatiu a cerques per atributs com en qualsevol BD relacional. Tot i que es tenen les coordenades dels elements de la BD, aquestes només s'utilitzen per a la representació gràfica dels elements i no per realitzar anàlisis o cerques espacials.

Així doncs el software DINS permet fer les cerques sobre la BD en funció dels atributs dels diferents elements registrats. Es poden fer cerques de mostres en funció de les seves característiques (tipologia de mostra), en funció dels resultats obtinguts de la mostra, de la litologia de la mostra o per l'assaig que se li ha realitzat com es mostra a la Figura 12. De forma anàloga es poden fer cerques d'assaig in situ filtrant alguns dels seus atributs, cerques sobre anàlisis d'aigua o cerques d'exploracions relacionades a projectes. Un cop obtinguts els llistats sol·licitats es poden exportar a un full de càlcul Excel.

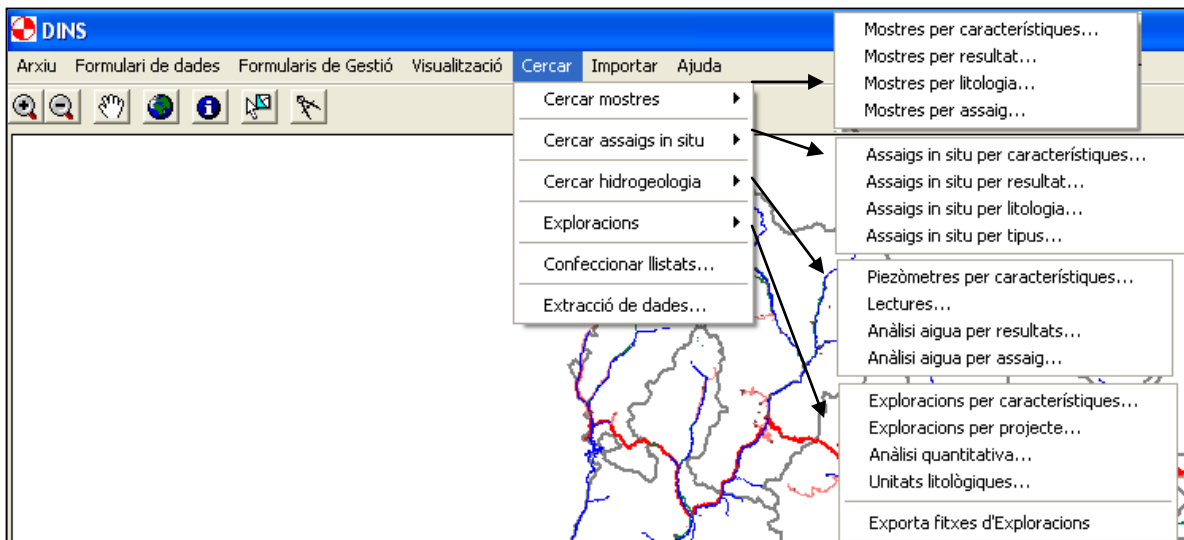


Fig. 12: Sistema de cerques del programa de consulta del DINS.

2.2 Gestió de dades d'incidències i de l'inventari de talussos de la DGC.

Des de la Direcció General de Carreteres es du a terme un seguiment i control de les diferents incidències que es produeixen a la xarxa viària catalana. Un dels fenòmens que des del punt de vista geotècnic i del risc són més interessants són les incidències generades per moviments de massa com esllavissades o desprendiments en els talussos. L'estudi d'aquests fenòmens reflecteix l'activitat real dels talussos i avalua la feina feta per evitar que es produeixi la ruptura o per disminuir el seu impacte. Davant la importància d'aquests fenòmens sobre els usuaris, el 2001 es va decidir realitzar un registre exhaustiu de les incidències d'aquesta índole i fer inspeccions dels talussos més inestables per tal de planificar una bona gestió de manteniment i prevenció. La DGC integra les seves BBDD en un projecte SIG suportat pel software GeoMedia Professional. A continuació es descriu la base de dades de la DGC que es desitja compartir amb GISA i fer-ne un tractament conjunt.

2.2.1 Dades recopilades a l'inventari de talussos inestables de la DGC.

Per una banda, quan una via queda tallada per una esllavissada o alguna patologia associada a la inestabilitat d'un talús, el Servei Català del Trànsit (SCT) ho notifica a la Direcció General de Carreteres que en du un registre des de principis del 2001, on ja s'han notificat més de 400 incidències. El SCT facilita les dades pertinents de la incidència com els punts quilomètrics inicial i final de l'afectació, quant de temps s'ha trigat a restablir la normalitat, el municipi on ha ocorregut, el costat de la via afectat, la causa (que de fet és la descripció del tipus de moviment de massa) i els sentits de la via que han quedat afectats. A la següent Figura 13 es mostra la taula de la BD en format Access on es registren les incidències.

ID	Validat	Via	PK_inici	distpki	PK_final	distpkf	Costat	Hora_inicial	Hora_final	Causa	Municipi	Font	Sentit	Observacions
1	Si	B-112	1	0	6	0	E	20/10/2001 07:09:17	20/10/2001 15:44:02	Esllavissades	COLLBATÓ	SCT	Ambdós sentits	
2	Si	B-112	2	0	4	0	E	27/02/2003 00:38:35	27/02/2003 12:47:36	Esllavissades	COLLBATÓ	SCT	Ambdós sentits	
3	Si	B-112	4	0	4	500	E	06/04/2004 05:57:07	06/04/2004 09:04:27	Esllavissades	COLLBATÓ	SCT	Ambdós sentits	
4	Si	B-120	10	0	10	500	D	12/04/2002 01:16:07	12/04/2002 05:53:12	Esllavissades	OLESA DE N	SCT	Ambdós sentits	
5	Si	B-122	19	0	20	0	E	23/02/2003 08:54:02	23/02/2003 09:46:09	Esllavissades	CASTELLBE	SCT	Ambdós sentits	
6	Si	B-124	13	0	13	500	D	26/02/2003 17:09:16	26/02/2003 21:21:16	Esllavissades	CASTELLAR	SCT	Ambdós sentits	
7	Si	B-124	20	500	20	501	E	31/08/2002 16:08:34	31/08/2002 18:26:09	Esllavissades	SANT LLORE	SCT	Esquerre	
8	Si	B-124	24	0	25	0	D	05/12/2003 21:44:54	05/12/2003 22:52:10	Esllavissades	SANT LLORE	SCT	Ambdós sentits	
9	Si	B-224	1	0	2	0	D	26/02/2003 19:19:41	26/02/2003 21:08:37	Esllavissades	CAPELLADE	SCT	Ambdós sentits	
10	Si	B-431	57	0	57	500	E	04/09/2004 08:00:19	04/09/2004 08:20:47	Esllavissades	AVINYÓ	SCT	Ambdós sentits	
11	Si	B-431	58	500	59	0	E	04/09/2004 08:20:47	04/09/2004 12:10:18	Esllavissades	AVINYÓ	SCT	Ambdós sentits	
12	Si	B-432	8	0	8	1	E,D	08/06/2002 10:35:43	08/06/2002 11:38:20	Esllavissades	ORISTÀ	SCT	Ambdós sentits	
13	Si	C-12	70	0	79	0	D	05/12/2003 19:41:59	05/12/2003 19:59:38	Esllavissades	GARCIA	SCT	Ambdós sentits	

Fig. 13: Taula on s'enregistren les incidències a la xarxa viària degudes a moviments de massa als talussos.

Per altra banda, la DGC s'encarrega de fer una estació geomecànica, realitzada per un geòleg o enginyer geòleg, a zones afectades o susceptibles de patir inestabilitats, elaborant així un inventari de talussos inestables que ara ja disposa de més de 400 talussos inventariats. No es tracta d'una estació geomecànica clàssica, sinó que es duen a terme observacions com el tipus de mesures tant preventives com correctores aplicades al talús en qüestió, quin és la longitud de l'afectació, la superfície afectada, quin és el sistema de drenatge, si hi han plantacions o hidrosembres, les patologies observades i els possibles factors desencadenants. A més a més també s'obtenen les dades clàssiques d'una estació geomecànica on s'estudia les litologies, l'estructura, les

famílies de discontinuïtats i s'obtenen paràmetres geomecànics del massís com l'RMR (Rock Mass Rating) o el GSI (Geological Strength Index).

Des de la mateixa DGC es va definir i descriure el disseny d'un nou paràmetre per a la interpretació de la susceptibilitat de lliscament d'un talús: el paràmetre SD (susceptibilitat de "deslizamiento"), enfocat a inestabilitat en roques i presentat per Ortega i Álvarez [17].

A grans trets, el paràmetre SD depèn del GSI per fer una primera classificació geomecànica del massís i fa una valoració de la susceptibilitat d'ocurrència d'un lliscament en funció del material disponible, de l'orientació de les discontinuïtats, de l'altura del talús i de l'adequació de les mesures correctores i preventives aplicades. En aquest sentit és un paràmetre més efectiu i destinat a talussos de roca que els de sòls. Aquest fet s'explica amb el diferent tractament que reben les inestabilitats de sòls i de roques. Mentre que les caigudes de blocs i esllavissades amb blocs de roca comporten una elevada energia i per tant un elevat risc pels usuaris de la via i la seva restitució és lenta i complexa, les esllavissades de sòls són més fàcils de tractar i es restitueix la normalitat de la via amb major velocitat, segons la DGC. En qualsevol cas, la definició del paràmetre SD per a talussos de sòls es pot considerar pobre, ja que utilitza sobretot l'altura i el pendent del talús per definir-lo, sense tenir en compte els paràmetres resistents del material.

Així doncs, la BD de la DGC conté informació del comportament dels talussos de la xarxa viària catalana i del seu estat. Per una banda hi ha la BD amb les incidències que el SCT notifica amb les dades espacials i temporals de la incidència, i per altra banda hi ha un complet inventari de talussos inestables amb un conjunt de dades sobre la seva geometria, les mesures correctores i preventives de les que disposa i alguns paràmetres geomecànics.

A la següent Figura 14 es pot observar la informació registrada sobre un talús inestable, on trobem un codi identificador únic per a cada talús estudiat, juntament amb un codi que indica la via a la que es troba i el punt quilomètric. Seguidament es registren les dades espacials per a la seva correcta georeferenciació, la qual serà objecte d'estudi a l'hora de fer la integració d'aquestes BBDD en el projecte SIG. A partir d'aquí es registren el tipus de talús, les patologies observades, l'orientació i inclinació, llargada, alçària, superfície afectada i totes aquelles mesures preventives i correctores com bulons, ancoratges, malles, drenes, vegetació. Finalment es registren alguns paràmetres geomecànics com l'RMR, el GSI o el paràmetre SD.

Es prenen moltes més dades referents a les orientacions de les discontinuïtats, presència d'aigua, grau de meteorització de la roca, etc, però no es volca aquesta informació a la BD. Tot i això és una informació a la que es pot accedir a partir del codi identificador del talús inventariat.

Nombre	Valor
▶ CODIFICACIO	C55/052.000D
ID	293
VIA	C-55
XIUTM	393816
YIUTM	4635261
PKINICIAL	52
DINICIAL	0
XIUTM	393844
YIUTM	4635538
PKFINAL	52
DFINAL	296
TipusTalus	Roca
Patologies	Despreniments i trencaments de blocs de gres o gres lutític.
ORIENTACIO_Direccio	287
ORIENTACIO_Inclinacio	82
LLARGADA	296
ALCARIA	13
SUP_TOTAL	2368
PEND_V_PEND_H	
NOMBRE_BER	1
AMPLA_BER	2
AMPLA_PEU	0
BULONS_Num_m2	0
ANCORATGES_Num_m2	0
TIPR_MALLA	2295
MALLA_CABLE_m2	0
ECOMALLA_m2	0
PANTALLES_ESTATIQUES_Num	0
PANTALLES_DINAMIQUES_Num	0
MURS_Tipus	
MURS_Longitud_m	0
MURS_Alcada_m	0
CONTENCIO_SOSTENIMENT_Altres	Cap.
CUN_REVEST	0
CUN_NO_REV	296
CUNETES_GUARDA_Revestides_ml	0
CUNETES_GUARDA_Norevestides_m	0
TIP_BAIXAN	
NOM_BAIXAN	0
LLARG_BAIX	0
CALIFORNIA_Numero	0
HIDROSEMBRES	No.
HIDROSEMBRES_Superficie	0
NOM_ARBRES	0
RMR_Basic	63
Ritchie	52
GSI	35
SD	Mitja-Alta
tipus	IV

Fig. 14: Exemple de dades registrades a l'inventari de talussos inestables.

2.2.2 Sistema d'adquisició de dades.

Les BBDD de la DGC de carreteres tenen diferents sistemes d'adquisició de les dades. Per una banda es troba el SCT que és qui informa de les incidències i qui aporta totes les dades associades. Per altra banda, l'inventari de talussos inestables es fa des de la mateixa DGC i són geòlegs o enginyers geòlegs que van a camp i fan l'anàlisi del talús pertinent.

Per homogeneïtzar l'adquisició de dades, a l'hora de fer l'inventari de talussos inestables, la DGC utilitza 3 fitxes de camp que es poden trobar a l'annex número 2 de la present tesina i que són una fitxa per talussos en roca, una altra fitxa on s'estudia les patologies del talús i una tercera fitxa on s'estudia els elements d'estabilització instal·lats al talús. De totes les dades obtingudes es passen les que es mostren a l'apartat anterior mitjançant un formulari des del mateix Microsoft Access. A la Figura 15 següent es mostra el formulari utilitzat i les dades que s'introdueixen a la BD d'inventari de talussos inestables.

The screenshot shows a Microsoft Access form titled "taula" with the following sections and data:

- VIA:** C-58
- CODIFICACIO:** C58/034.898E
- Tipus Talus:** Roca
- Patologies:** Trencament de gresos i conglomerats en falca i planars.
- ORIENTACIO:** Direccio: 3, Orientacio Inclincio: 88
- LLARGADA:** 235
- ALCARIA:** 13
- SUP_TOTAL:** 2115
- PEND_V_PEND_H:** (empty)
- SOSTENIMENT:**
 - NOMBRE_BER: 0
 - AMPLA_BER: 0
 - AMPLA_PEU: 0
 - BULONS_Num_m2: 0
 - ANCORATGES_Nu: 0
 - TIPR_MALLA: 0
 - MALLA_CABLE_m2: 0
 - ECDMALLA_m2: 0
 - PANTALLES_ESTATIQUES_: 206
 - PANTALLES_DINAMIQUES_Num: 0
- MURS:**
 - MURS_Tipus: (empty)
 - Lon. Murs: 0
 - Alç. Murs: 0
 - CONTENCIO_SOSTENIMENT_Altres: (empty)
- CUNETES:**
 - Revestides: 235
 - No revestides: 0
 - Guarda revest.: 0
 - Guarda No revest.: 0
- TIP_BAIXAN:** (empty)
- NOM_BAIXAN:** (empty)
- LLARG_BAIX:** 0
- CALIFORNIA_Numero:** 0
- HIDROSEMBRES:** No
- HIDROSEMBRES_Superficie:** 0
- NOM_ARBRES:** 0
- CLASSIFICACIO:**
 - Ritchie: 45
 - RMR_Basic: 64
 - GSI: 35
 - Tipus: IV
 - Alta: Alta

At the bottom, there are navigation buttons and a status bar showing "Registro: 22 de 407".

Fig. 15: Formulari d'adquisició de dades per l'inventari de talussos inestables.

2.2.3 Sistema d'estructuració de la BD.

L'estructura de la BD de la DGC és molt més senzilla que la del DINS. La BD està formada per dues taules en arxius de Microsoft Access diferents, una taula específica per les incidències que el SCT informa, i una altra taula per a les dades referents a l'inventari de talussos inestables. Totes les dades s'integren en un projecte SIG suportat pel software GeoMedia Professional. En el següent esquema (Fig. 16) es mostra l'estructura de les BBDD.

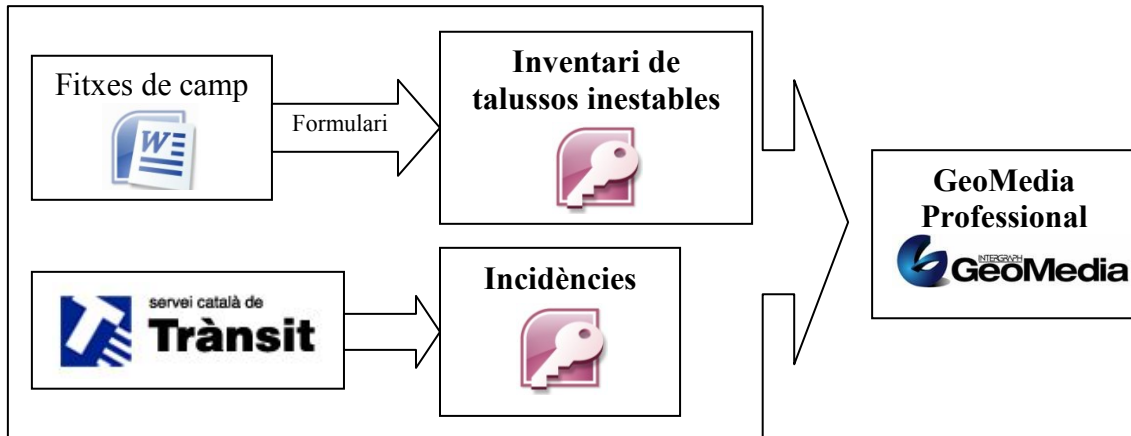


Fig. 16. Esquema de l'estructura de les BBDD de la DGC.

Un tret diferencial de l'estructura de les BBDD de la DGC de carreteres és el sistema de georeferenciació. Els trams que són objecte d'estudi no es registren en funció de les seves coordenades en UTM, sinó que s'utilitza un sistema de referència lineal (SLR) que es basa en la xarxa de carreteres de Catalunya. Així doncs, en lloc de registrar les coordenades dels segments d'interès, es registra la via i els punts quilomètrics (pK) inicial i final de segment estudiat (Fig. 17). Cal tenir en compte que el quilometratge de les vies varia en funció de les diferents obres de millora que es realitzin i que un mateix segment pot anar canviant de nom. Per aquest motiu, aquest sistema és molt dinàmic. Amb aquest sistema és com la DGC té totes les seves BBDD.

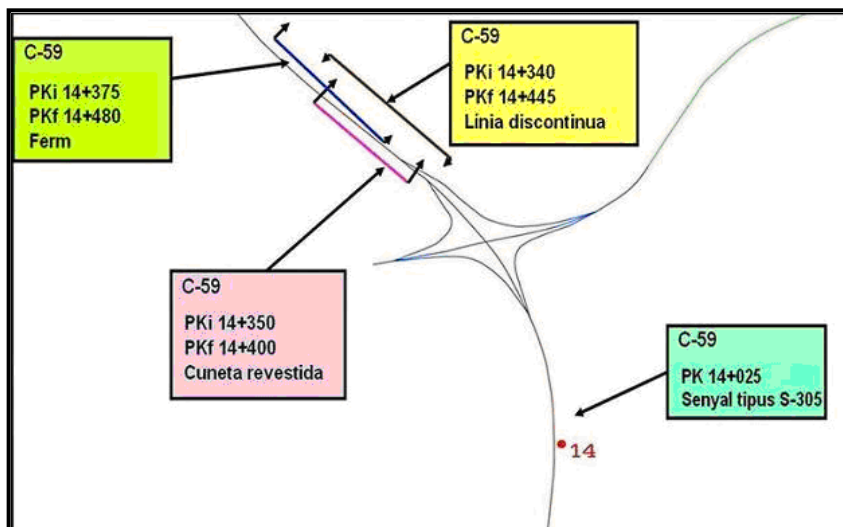


Fig. 17: Georeferenciació de segments de vies de la DGC.

2.2.4 Sistema de cerques sobre la BD.

La integració de les BBDD en un projecte SIG com és a la DGC, suportat pel software GeoMedia Professional, permet realitzar cerques sobre les BBDD tant des d'un punt de vista dels atributs dels elements com des del punt de vista de la localització d'aquests. L'exploració del SIG permet fer cerques en funció de les propietats topològiques que són el principal potencial de les eines SIG.

Com ja s'ha comentat, el sistema de referència lineal que s'utilitza a les BBDD de la DGC implica la integració en el projecte SIG de la xarxa de carreteres de Catalunya per tal de posicionar els elements registrats a les BBDD. En aquest sentit és factible fer cerques topològiques a partir de la xarxa viària, de manera que es poden fer cerques com buscar zones de concentració d'incidències en una via concreta i obtenir la resposta de manera gràfica, sobre el mapa, o bé en format de taules de dades.

Una cerca per atributs pot ser una cerca de talussos inestables o d'incidències amb un paràmetre filtrat, que pot ser qualsevol dels que es registren. Per exemple es pot demanar al projecte SIG les incidències que afecten a una longitud de la via superior als 100 metres o aquelles incidències que es troben a una via concreta com es mostra a la Fig. 18 on es fa una consulta filtrant la via a la que es troben. S'utilitza el llenguatge SQL per generar les consultes, siguin per atributs o espacials. SQL són les sigles de *Structured Query Language*, i és un llenguatge que permet generar consultes a BD relacionals utilitzant lògica algebraica i procediments de càlcul. No cal tenir grans coneixements de llenguatge SQL ja que el mateix GeoMedia incorpora una interfície de finestres i botons que permeten generar les consultes de forma fàcil i senzilla.

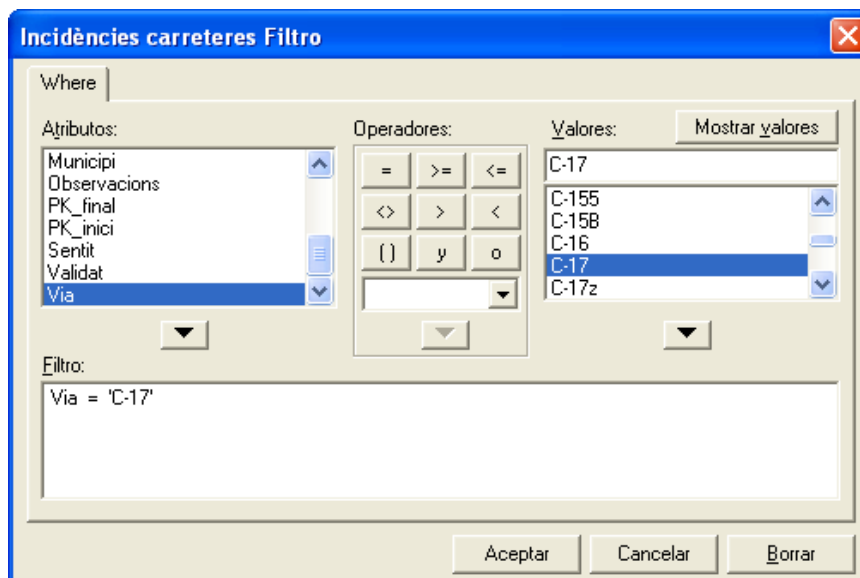


Fig. 18: Consulta per atributs sobre la BD d'incidències filtrant la via a la que es troben.

3. Identificació dels conflictes i plantejament del projecte SIG.

3.1 Limitacions dels sistemes de gestió de dades actuals.

El sistema de gestió documental d'exploracions geotècniques de GISA, el DINS, té una bona estructura i sistema d'adquisició de les dades amb un full de càlcul Excel que es facilita als mateixos consultors. Però el tractament de les dades es basa en un visualitzador i un sistema de consultes per atributs propi d'una BD relacional que limita molt el potencial de les dades registrades i no aprofita la part espacial de la informació.

Un dels problemes importants per du a terme el procés de compatibilització són les limitacions de l'actual aplicatiu de gestió de dades del DINS. El software de gestió de dades del DINS permet fer cerques sobre la informació de la base dades, però **no permet fer cerques espacials** o topològiques, **ni permet adquirir la informació de noves fonts** que no siguin la base de dades DINS. Per tant, no permet carregar directament la base de dades de la DGC ni noves cartografies.

Amb l'objectiu d'unir les diferents BBDD en un únic projecte de gestió de dades espacials es considera imprescindible compatibilitzar les BBDD en formats assimilables per un únic projecte SIG. Pel que fa a les BBDD de la DGC ja estan plenament adaptades al tractament SIG, ja que l'explotació d'aquestes es fa mitjançant el software comercial GeoMedia Professional. Ja que el DINS no permet integrar les dades de la DGC, es decideix compatibilitzar la BD DINS per poder ser integrada en un projecte conjunt de GeoMedia Professional on es carreguin totes les BBDD (de GISA i de la DGC) i les noves capes de cartografies que permetin fer cerques en funció dels municipis o de les formacions geològiques.

3.2 Plantejament dels possibles sistemes unificadors.

Qualsevol software SIG permet fer un tractament de les dades del DINS aprofitant el seu potencial per generar consultes topològiques. Les consultes topològiques són aquelles que utilitzen la distribució espacial dels elements per reconèixer conceptes algebraics com la inclusió d'un element en un subespai, la proximitat d'elements o la superposició d'elements i subespais. En aquest sentit es podria utilitzar qualsevol eina SIG de pagament com el conegut ArcGis de l'empresa ESRI, o altres softwares lliures com el GvSig desenvolupat per la Generalitat de València, el software KOSMO desenvolupat per la Universitat de Sevilla, o el Quantum GIS, entre d'altres.

Totes aquestes plataformes permeten un tractament espacial de les dades registrades al DINS, però el tret diferencial que empeny a la utilització del GeoMedia Professional és el seu paquet de tractament de dades amb sistemes de referència lineal (SLR) i la segmentació dinàmica en la que es basen les BBDD de la DGC, que en lloc d'utilitzar un sistema de referència basat en coordenades (X, Y o latitud i longitud), utilitza la segmentació d'una xarxa localitzant els elements pel segment al que pertanyen i dos punts d'inici i final (per exemple: C-17 del pK 12+500 al pK 14+240).

Una de les millores que es desitja realitzar a la present tesina és la integració de les cartografies de límits administratius (municipis, comarques i províncies) i la cartografia de Formacions Geològiques a escala 1:50000; permetent així la cerca i consulta tant d'incidència com de talussos inestables inventariats en funció de la seva inclusió o pertinença en un conjunt de municipis concrets o de Formacions Geològiques d'interès. A més, aquesta superposició d'informació permetrà observar quines Formacions Geològiques registren un major nombre d'incidències i de talussos inestables inventariats.

3.3 Definició de la metodologia

Un cop identificats els conflictes més rellevants s'inicia el procés de comptabilització de les BBDD i d'integració d'aquestes i de les diferents cartografies d'interès en un únic projecte SIG, així com el disseny dels sistemes d'actualització i de traspàs d'informació entre els diferents organismes.

Els principals conflictes són:

- Les limitacions del DINS que impedeixen la integració de noves BBDD i cartografies.
- La complexitat d'estructura de la BD relacionals del DINS.
- El sistema de referència lineal i de segmentació dinàmica de les BBDD de la DGC.

Així doncs, es decideix tractar la BD DINS per facilitar la seva manipulació i integració en un projecte SIG conjunt amb les BBDD de la DGC suportat amb el programa GeoMedia Professional. La metodologia a seguir que es desenvolupa a la present tesina és:

-1. Definició de l'estructura general del projecte SIG i del sistema per compartir i actualitzar les dades entre els diferents organismes.

-2. Compatibilització i integració de la BD DINS al projecte SIG de GeoMedia Professional.

-3. Integració de les BBDD de la DGC al projecte SIG.

-4. Integració de diferents cartografies d'interès al projecte SIG tals com les cartografies de límits administratius de Catalunya i la cartografia de Formacions Geològiques a escala 1:50000.

-5. Generar connexions a Web Map Service (WMS) amb l'objectiu de carregar tot tipus de cartografies via Internet com ortofotos a diferents escales i de diferents anys, cartografia topogràfica, cartografia de riscos geològics, de risc d'allaus, d'espais protegits, d'aqüífers contaminats o qualsevol altre que sigui d'interès en un cas concret.

-6. Generar una connexió que permeti carregar al projecte SIG plànols i mapes en format CAD (DXF o DWG) procedents d'Autocad o d'altres softwares, com els traçats de noves vies en estudi o qualsevol altre document d'interès com la Planificació d'Espai Fluvial (PEF) que emet l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) on es delimiten els límits de les diferents planes d'inundació.

-7. Generar les consultes més freqüents per explotar el potencial del projecte SIG.

Un cop elaborat el projecte SIG es durà a terme l'exploració d'aquest mitjançant les consultes que siguin més freqüents i rellevants mostrant el potencial de l'eina. Aquest apartat es desenvoluparà en el capítol 5 de la present tesina.

3.4 Estructuració del projecte SIG.

Una bona estructuració dels arxius en un projecte SIG és de vital importància per mantenir el sistema net i operatiu, i facilitar-ne l'actualització de qualsevol element. En aquest sentit es decideix establir l'estructura que es mostra a l'esquema de la Fig. 19 següent que governarà el projecte SIG que es pretén desenvolupar. Dins de la carpeta on es troba el projecte SIG, hi ha una subcarpeta on emmagatzemar les diferents BBDD, que amb previsió, contempen la presència de la BD de geotècnica de la L9 i la BD d'exploracions de l'Institut Geològic de Catalunya.

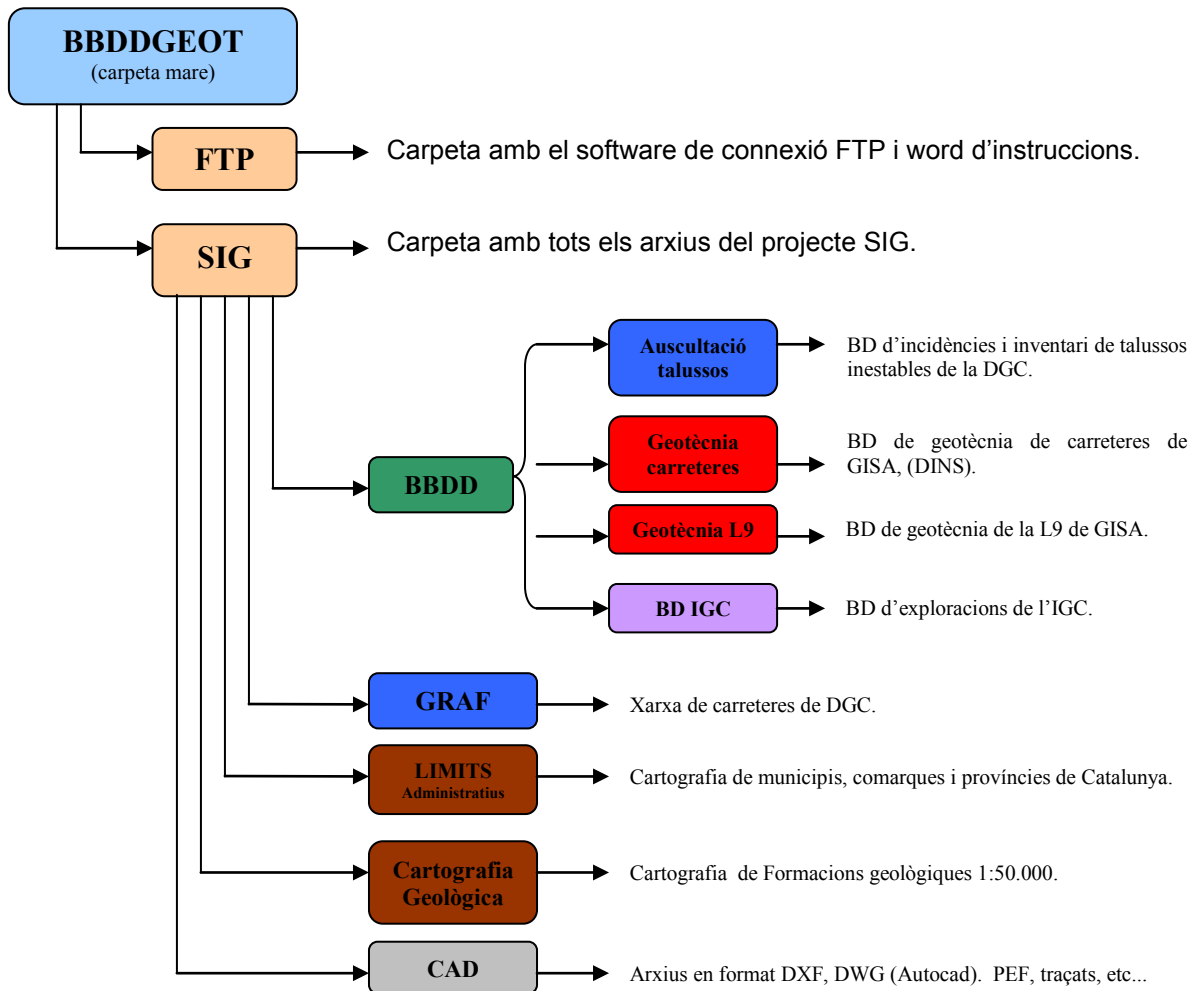


Fig. 19: Esquema de l'estructura del projecte SIG.

3.5 Actualització de les BBDD i del projecte SIG.

Un dels punts claus d'aquest projecte SIG és la necessitat d'actualitzar les BBDD que procedeixen d'una banda de GISA i per l'altra de la DGC. En el context actual de desenvolupament i explotació de la xarxa d'Internet és del tot factible transmetre les dades necessàries mitjançant diferents mecanismes de transmissió i emmagatzematge de dades. Una opció és la d'enviar directament les actualitzacions de les BBDD via correu electrònic, però els sistemes de missatgeria tenen uns límits que sovint poden impedir enviar arxius de cert pes. En aquesta situació es considera que **la millor opció és la utilització d'un File Transfer Protocol (FTP)**, que no és res més que un sistema estandaritzat de transferència d'arxius mitjançant un software gratuït i senzill que necessita un servidor on operar i emmagatzemar la informació.

La mateixa DGC té un servei de FTP que permet compartir arxius que s'emmagatzemen durant una setmana en un servidor propi i que passat aquest temps s'eliminen de forma automàtica per raons de seguretat. Així doncs s'ha decidit utilitzar aquest servei de FTP per a la transferència de les BBDD en els processos d'actualització.

En cap cas els organismes cedeixen les tasques d'alimentació i manteniment de les BBDD pròpies, de manera que GISA seguirà alimentant i mantenint el DINS i la DGC els inventaris de talussos inestables i les incidències informades pel SCT.

Mitjançant el software WinSCP que es troba a la carpeta FTP del projecte SIG, es fa la transferència de les versions actualitzades de les BBDD. S'ha establert que les BBDD de la DGC caldrà actualitzar-les com a mínim tres cops l'any, mentre que la BD DINS serà susceptible de ser transferida en diferents moments, en funció del volum d'exploracions noves que siguin introduïdes. A la següent Fig. 20 es mostra un esquema amb el procés d'actualització i transferència de les BBDD.

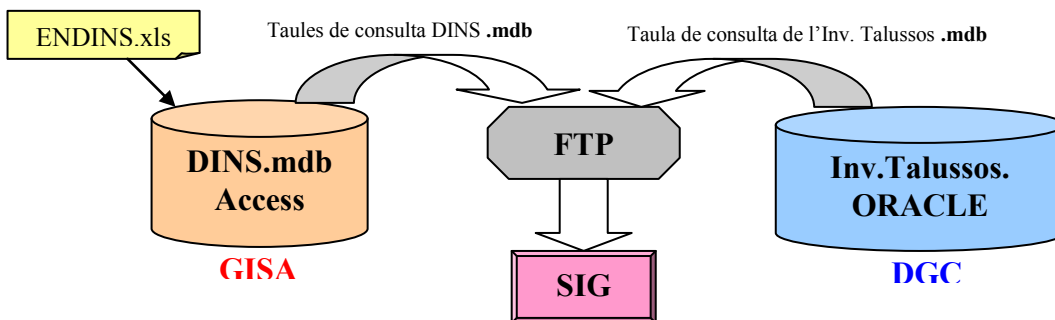


Fig. 20: Esquema de la transferència i actualització de les bases de dades mitjançant l'FTP.

4. Integració de les BBDD i de les cartografies al projecte SIG.

En el present capítol es durà a terme la integració de tots els elements en un únic projecte SIG que sembla ser que l'administració anomenarà **PROCAT**, **PROspeccions de CATalunya**. Primer de tot es farà el tractament i integració de la BD DINS i de la BD de la DGC. Un cop integrades les BBDD s'integraran les cartografies i es generaran les connexions necessàries per tenir accés als serveis de cartografia mitjançant servidors web.

En el següent esquema de la Fig. 21 es mostren les diferents BBDD i cartografies carregades al projecte, on pel que fa a BBDD es troben les BBDD de la DGC d'incidències i talussos inestables inventariats, la BD DINS de GISA d'exploracions i registres d'assaigs, i la BD d'exploracions de l'IGC de les quals només es disposa de les coordenades, el nom i l'estudi al que estan associades. Pel que fa a cartografies en format vectorial, s'han carregat les capes de:

- Límits administratius de Catalunya que conté la cartografia de Municipis, Comarques i Províncies,
- La cartografia de Formacions Geològiques de Catalunya a escala 1:50.000 amb dades sobre les formacions com la descripció dels materials, l'època, l'edat i altres,
- La xarxa de carreteres amb informació sobre el nom de la via i el quilometratge,
- Les Conques Hidrogràfiques de Catalunya.

A més a més s'ha generat una connexió WMS amb el servidor de l'ICC [18] per obtenir, a través de la xarxa, dades en format ràster, com les Ortofotos a diferents escales i diferents anys, o les bases topogràfiques a diferents escales, així com les cartografies geològiques en format ràster a diferents escales.

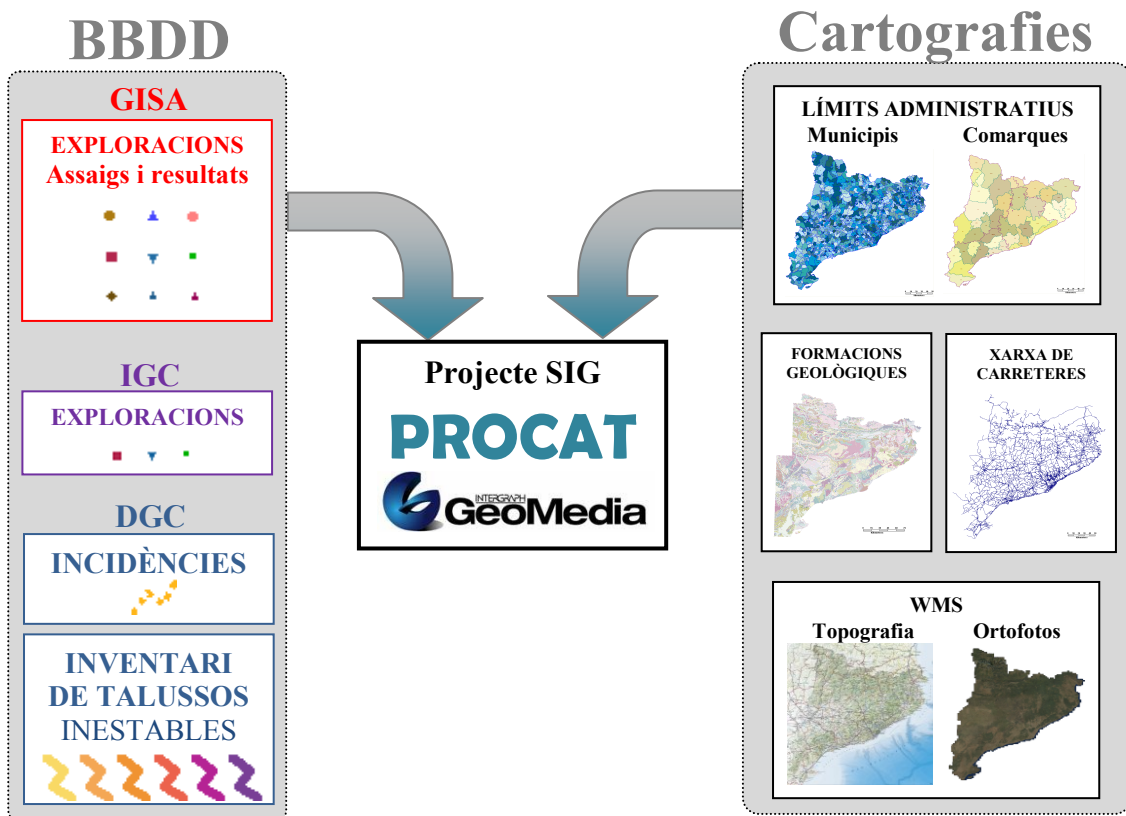


Fig. 21: Esquema de les BBDD i cartografies més importants integrades al projecte SIG.

4.1 Integració de les bases de dades.

Les BBDD que es desitgen integrar al projecte SIG tenen algunes diferències importants que impliquen un tractament específic. Per una banda la BD del DINS té una estructura més complexa que cal optimitzar, i per altra banda la BD de la DGC utilitza un sistema de referència lineal que implica la utilització de certes eines de posicionament. A continuació es du a terme el tractament i integració de les BBDD al projecte SIG.

4.1.1 Integració del DINS.

La BD del DINS es compon de 31 taules relacionades entre elles com s'ha estudiat en el segon capítol de la present tesina. L'objectiu és optimitzar aquest nombre tan elevat de taules per facilitar-ne la manipulació i la integració al projecte SIG, eliminant la majoria de variables i dades que tan sols s'utilitzen per vincular entre si les dades que de veritat pertanyen a informació de les exploracions. Per afrontar aquest problema s'ha considerat agrupar les diferents taules per conjunts de taules associades a un concepte o àmbit. Per fer-ho s'utilitzen les consultes que es poden fer des del mateix Microsoft Access. Així doncs es fan consultes sobre diferents taules agrupant-les per àmbits, de manera que en resulten noves taules que contenen les dades que es volen transmetre al projecte SIG.

Estudiant la BD s'observa que es poden fer **6 grups conceptuals d'informació agrupant diferents taules mitjançant consultes** que es descriuen a continuació i es mostren agrupades a l'esquema de la Fig. 22 de la següent pàgina.

- C1:** Exploracions (coordenades, tipologia, projecte associat, nivell freàtic..)
- C2:** Contactes (amb la testificació de sondeigs o cales)
- C3:** Assaig in situ (amb els assaigs in situ realitzats i els resultats obtinguts)
- C4:** Assaig de laboratori (amb els assaigs realitzats i els resultats obtinguts)
- C5:** Piezòmetres (amb els piezòmetres instal·lats i mesures fetes)
- C6:** Assaig de bombament (amb la tipologia d'assaigs i resultats obtinguts)

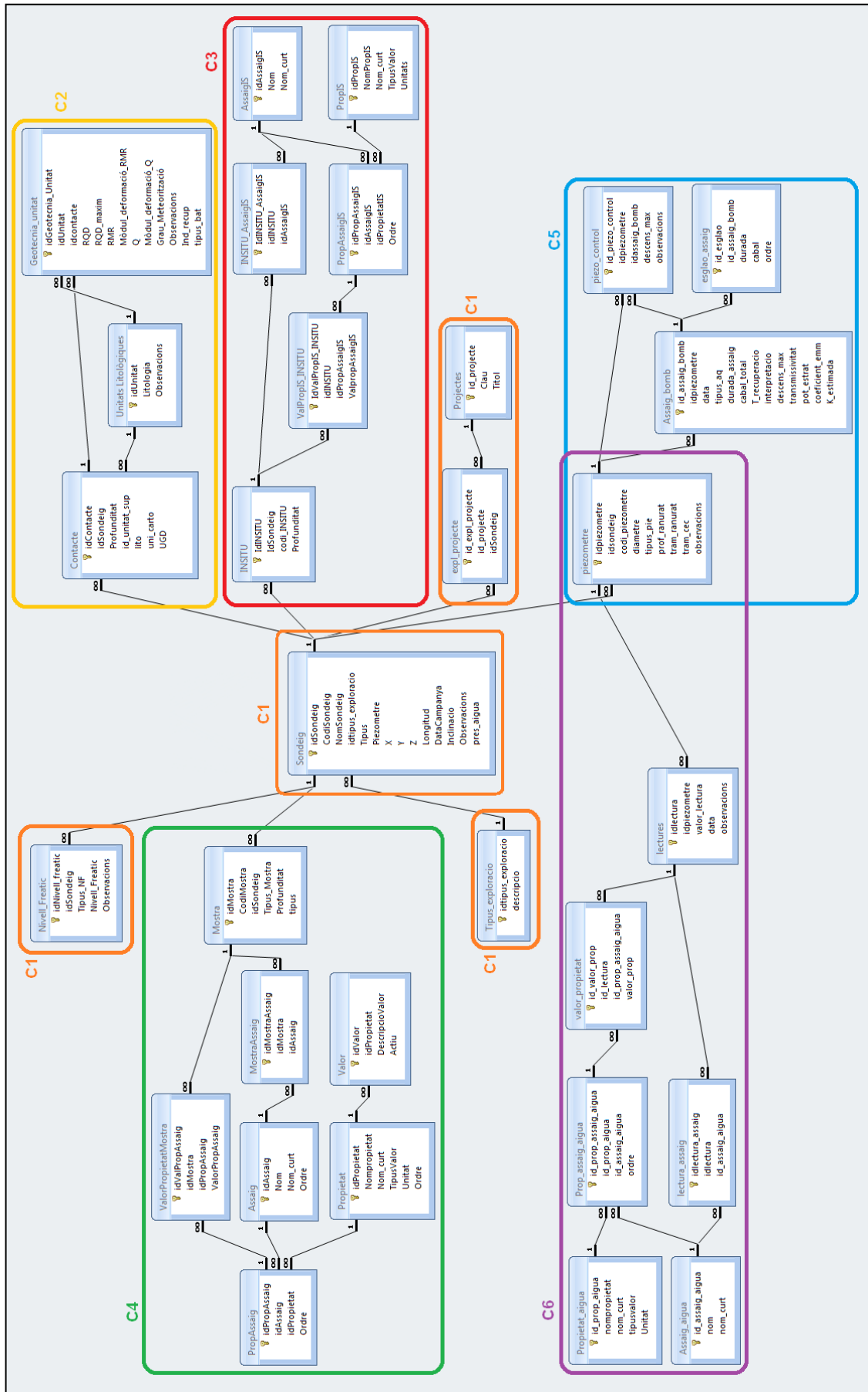


Fig. 22: Consultes realitzades sobre la BD del DINS agrupades en sis grups C1 a C6.

A continuació s'especifica el procés de realització de les 6 consultes que generen la nova estructura del DINS, agafant consulta per consulta quines taules i quins camps d'aquestes es seleccionen.

Les 6 taules resultants tenen una clau primària que identifica de forma unívoca cada un dels seus elements. A més, cada un d'aquest elements conté una clau secundària en un camp que assigna cada element a l'exploració a la qual pertany, de manera que totes les taules es poden vincular per un únic camp que és el del codi de l'exploració.

Consulta 1: Exploracions (taula mare o principal).

D'aquestes 31 taules n'hi ha una que és la taula principal o mare, anomenada *Sondeig*, on es registren cada una de les exploracions amb una clau primària que la identifica de forma unívoca i on es registren les coordenades de l'exploració i la tipologia d'aquesta. Mitjançant una consulta que pregunta a quatre taules, s'extreu la informació desitjada i s'afegeix la clau i el títol del projecte prescindint de les codificacions intermediàries, així com la descripció del tipus d'exploració (sondeig, cala, estació geomecànica, etc.). A la Fig 23 es mostren les taules sobre les que treballa aquesta consulta número 1 i els camps que s'han sol·licitat.

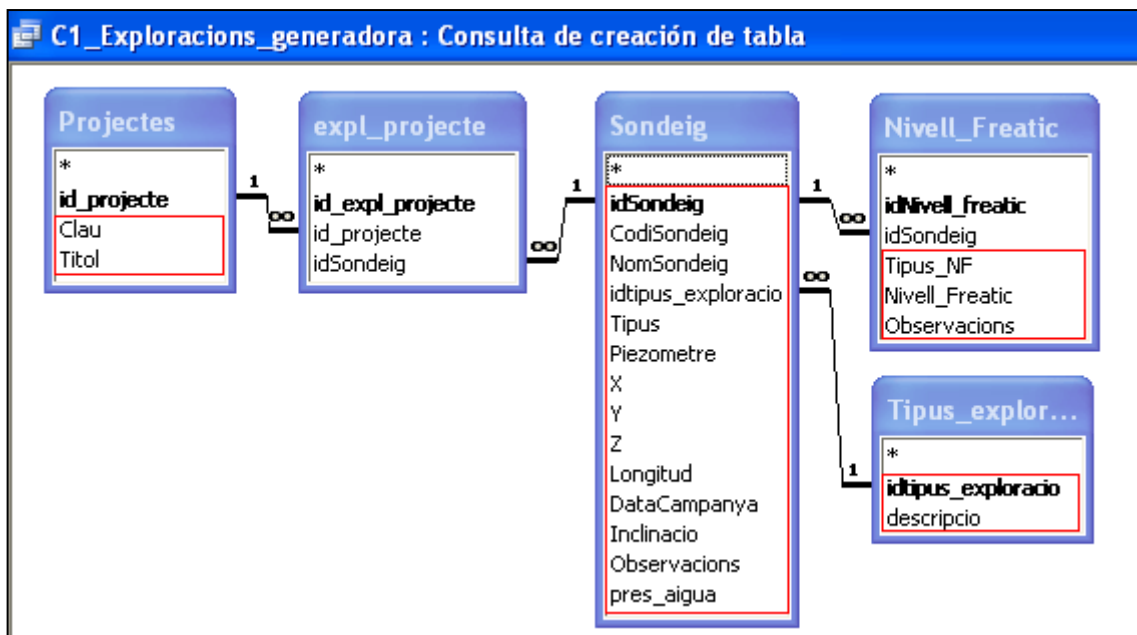


Fig. 23: Tria dels camps de les taules de la Consulta 1, Exploracions, a partir de les taules originals. Les claus primàries apareixen en negreta.

A l'executar la consulta es genera una nova taula anomenada C1_Exploracions que conté totes les dades requerides de cada exploració sintetitzant el que es trobava en 5 taules diferents en una de sola. Aquesta taula serà la nova taula mare, de manera que les altres cinc consultes es vincularan a aquesta per identificar i georeferenciar els seus elements mitjançant el camp *idSondeig* que precisament és la clau primària d'aquesta consulta, i per tant l'identificador únic de cada una de les exploracions registrades.

Consulta 2: Contactes observats a les exploracions.

La consulta número dos anomenada C2_Contactes, és on es troba la testificació dels sondeigs o cales, és a dir, a les profunditats a les que s'ha trobat un canvi de material i quin material és. Un dels camps més interessants d'exploració de la BD del DINS és la de poder anar atribuint característiques geomecàniques a una unitat geotècnica concreta. Aquest procés es pot du a terme a petit escala on la identificació de les unitats es pugui fer mitjançant un criteri únic, però a gran escala o a escala de tot Catalunya com treballa aquest projecte és més difícil d'aconseguir. En qualsevol cas, el fet de donar un tractament mitjançant eines SIG a les dades permetrà assignar resultats a Formacions Geològiques i fer un tractament semblant tot i que cal tenir en compte el caràcter tridimensional de les dades.

Per generar aquesta consulta es pren el camp *idContacte* de la taula *Contacte* com a clau primària, de manera que serà l'identificador primari i únic de cada un dels elements de la consulta. A més es pren també el camp *idSondeig* que és el que permet vincular tots els elements de la Consulta 2 a l'exploració a la que pertanyen registrada a la Consulta 1. A partir d'aquí es sol·liciten tots aquells camps que donen informació de la fondària a la que es troben els canvis de materials i totes aquelles dades sobre els materials obtingudes durant l'execució de l'exploració. A la Fig. 24 es mostren les taules requerides per fer la consulta i els camps sol·licitats marcats.

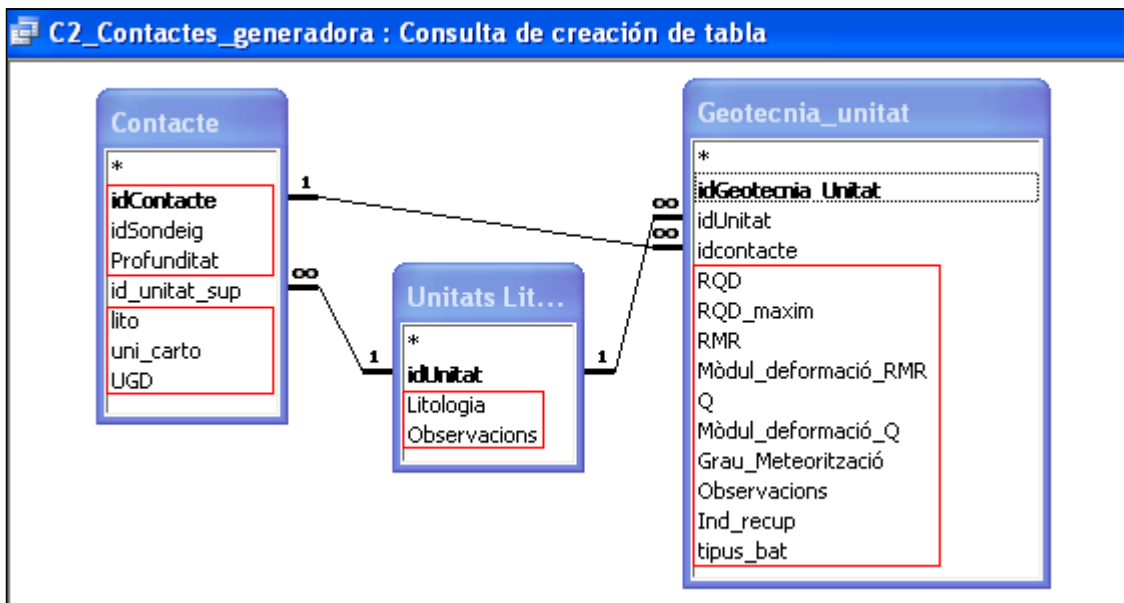


Fig. 24: Tria dels camps de les taules de la Consulta 2, Contactes, a partir de les taules originals. Les claus primàries apareixen en negreta.

A l'executar la consulta es genera una nova taula anomenada C2_Contactes que conté les dades d'interès, que estaven en tres taules diferents, en una de sola.

Consulta 3: Assaig in situ realitzats.

La consulta número 3, anomenada C3_Assaigs_INSITU, és on es troba tota la informació referent als assaigs in situ realitzats a les exploracions, on majoritàriament es troben assaigs SPT en sondeigs i Vane Test. Una altra vegada s'utilitza el sistema de generar una consulta per evitar els camps intermediaris entre les dades registrades i es seleccionen només els camps d'interès.

Cada un dels assaigs in situ té com a clau primària el camp *IdIN SITU_Assaig* que identifica de forma única cada un dels elements de la nova consulta. A més també es sol·licita el camp *IdSondeig* amb el que es vincularà cada un dels elements amb la consulta mare C1_Exploracions per tal d'assignar-la a l'exploració corresponent georreferenciant-la. A la Fig.25 es mostren les taules requerides i els camps sol·licitats a la consulta.

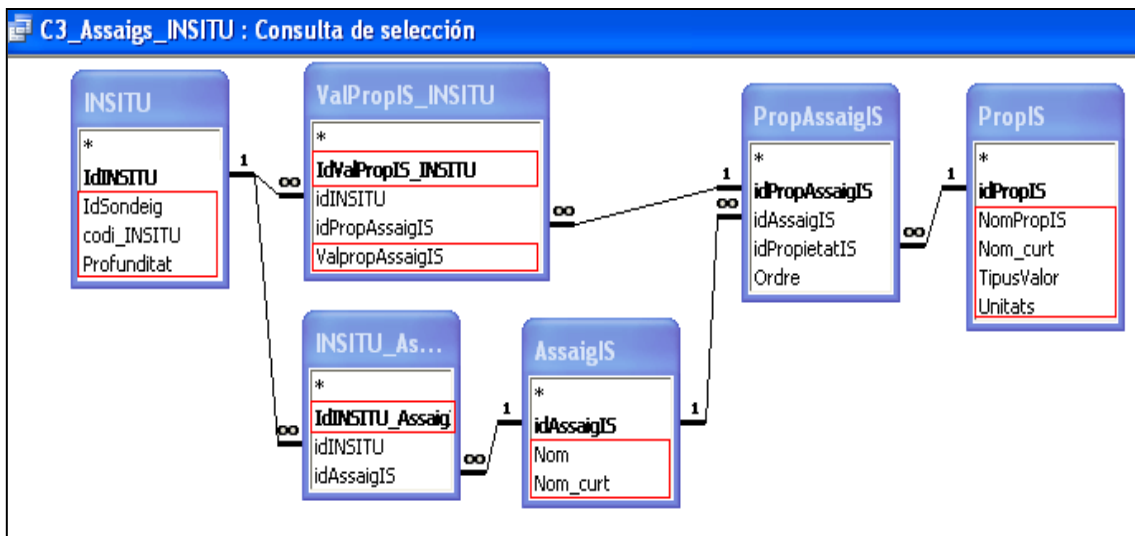


Fig. 25: Tria dels camps de les taules de la Consulta 3, Assaigs_IN SITU, a partir de les taules originals. Les claus primàries apareixen en negreta.

A l'executar la consulta es genera una nova taula que conté les dades rellevants referents als assaigs in situ realitzats a les exploracions registrades a la BD DINS, de manera que es sintetitza la informació emmagatzemada en 6 taules diferents en una de sola anomenada C2_Assaigs_IN SITU.

Consulta 4: Mostres preses i assaigs de laboratori realitzats amb els resultats.

La consulta número 4, anomenada C4_Assaigs_Mostres_LAB, és on es troben les dades referents a les mostres de diferents tipologies extretes en sondeigs o cales. A més de les mostres que es prenen també es registra quins assaigs de laboratori s'han realitzat sobre les mostres i els resultats obtinguts. La majoria d'aquests són granulometries i límits d'Atterberg així com resistències a compressió simple tant de sòls com de roques, tot i que es poden trobar una gran varietat d'assaigs que es realitzen per caracteritzar el terreny, com humitat, densitat, contingut de matèria orgànica, o de sulfats solubles, guixos, agressivitat dels sòls al formigó i totes aquelles que estan citades a l'annex numero 1 de la present tesina on s'especifica tots aquells camps pels quals la BD DINS està preparada per registrar. A la següent Fig. 26 es mostren les taules requerides i els camps sol·licitats per generar la nova consulta.

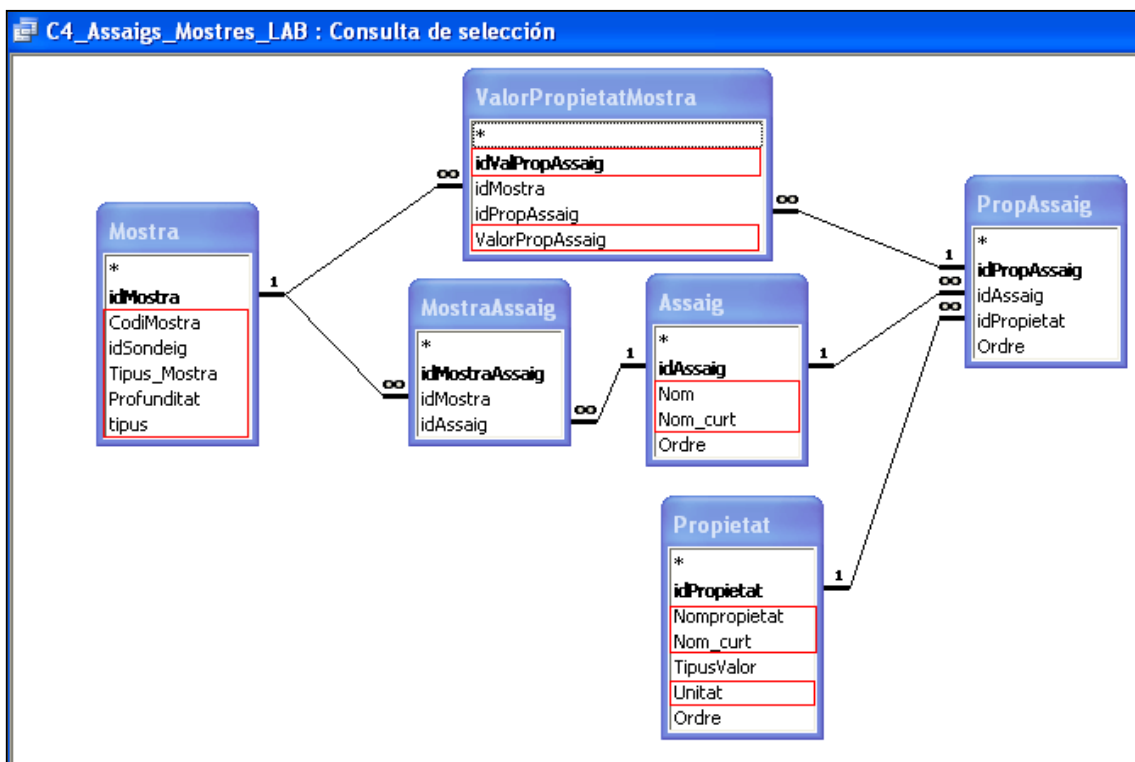


Fig. 26: Tria dels camps de les taules de la Consulta 4, Assaigs_Mostres_LAB, a partir de les taules originals. Les claus primàries apareixen en negreta.

A l'executar la consulta es genera una nova taula amb el nom de C4_Assaigs_Mostres_LAB que conté les dades d'interès referents als assaigs de laboratori i les mostres preses prescindint dels camps intermediaris entre les dades registrades. Una altra vegada, utilitzant aquest sistema de consultes s'aconsegueix sintetitzar en una sola taula el que està registrat en 6 taules a la BD DINS.

Consulta 5: Piezòmetres instal·lats, lectures fetes i assaigs de mostres d'aigua.

La consulta número 5, anomenada C5_Piezometres_Assaig_aigua, és on es troba la informació referent als piezòmetres instal·lats en sondeigs, la seva tipologia, la posició, longitud i tipologia del tram ranurat. També es registren les diferents lectures al llarg del temps que s'han pres i les mostres d'aigua i els assaigs de laboratori que se'ls hi ha realitzat amb els resultats obtinguts. La majoria dels assaigs que es realitzen sobre les mostres d'aigua són d'agressivitat de l'aigua al formigó.

Aquesta consulta pren com a clau primària que identifica de forma unívoca cada un dels elements, el camp *id_valor_prop* i també sol·licita el camp *id_sondeig* amb el que es vincularan cada un dels elements registrats a la consulta amb la consulta mare que permetrà associar el registre a una exploració i la seva corresponent georeferenciació. A la Fig. 27 es mostren les taules requerides i els camps seleccionats per generar la consulta.

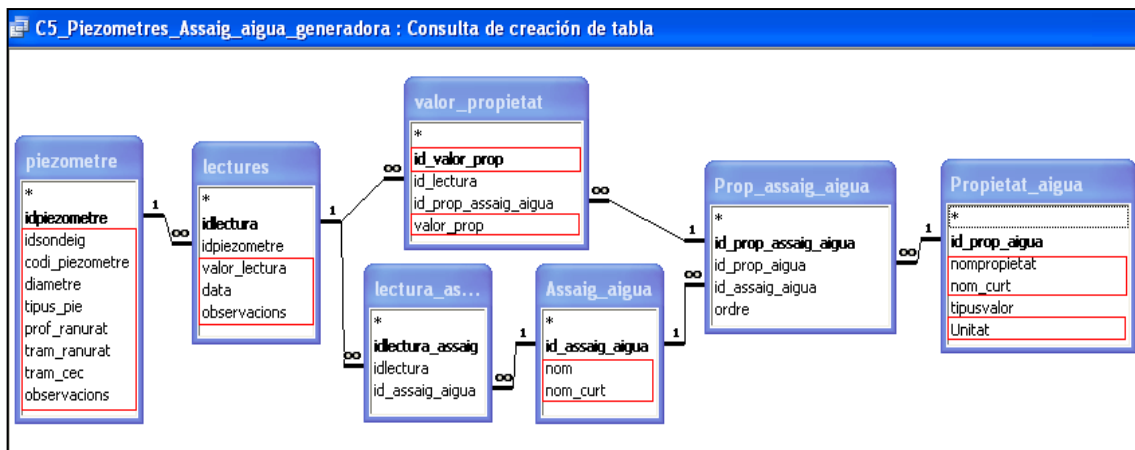


Fig. 27: Tria dels camps de les taules de la Consulta 5, Piezòmetres_Assaig_aigua, a partir de les taules originals. Les claus primàries apareixen en negreta.

A l'executar la consulta es genera una nova taula anomenada C5_Piezometres_Assaig_aigua que conté totes les dades d'interès altra vegada prescindint dels camps intermediaris entre aquests, sintetitzant la informació que es troba dispersada en 7 taules en tan sols una.

Consulta 6: Assaigs de bombament realitzats.

La consulta número 6, anomenada C6_Assaigs_bombament, és on es troba tota la informació referent als diferents tipus d'assaigs de bombament que es realitzen a l'interior de sondeigs per obtenir paràmetres del comportament hidràulic del terreny. Els assaigs més utilitzats són l'assaig de bombament Lefranc o Lugeon, i es registren els cabals i els temps associats, el temps de recuperació, la potència de l'estrat, el diàmetre, així com les interpretacions i càlculs de transmissivitat.

Aquesta consulta pren de clau primària el camp *idpiezometre* que identifica de manera unívoca cada un dels elements de la consulta i també es sol·licita el camp *idsondeig* que permetrà vincular cada un dels elements amb la seva exploració corresponent de la consulta mare, permetent la seva localització. A la Fig. 28 es mostren les taules requerides i els camps seleccionats per generar la consulta.

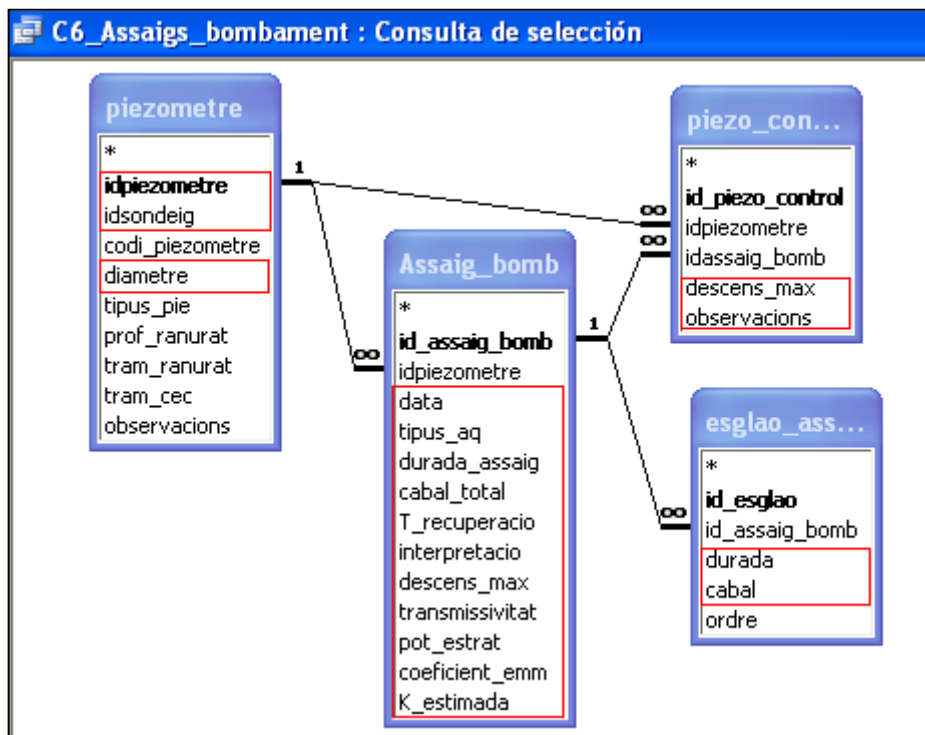


Fig. 28: Tria dels camps de les taules de la Consulta 6, Assaig_bombament, a partir de les taules originals. Les claus primàries apareixen en negreta.

A l'executar la consulta es genera una nova taula anomenada C6_Assaigs_bombament, on es troben les dades d'interès prescindint dels camps intermediaris. A més, s'agrupa la informació rellevant en una sola taula provinent de 4 taules diferents.

En aquest punt, la BD del DINS s'ha simplificat de 31 taules a tan sols 6, fet que permetrà la seva integració al projecte SIG de manera més senzilla. A la següent Fig. 29 es mostra l'estructura final de la síntesi de les taules que contenen la totalitat de la informació de la BD del DINS.

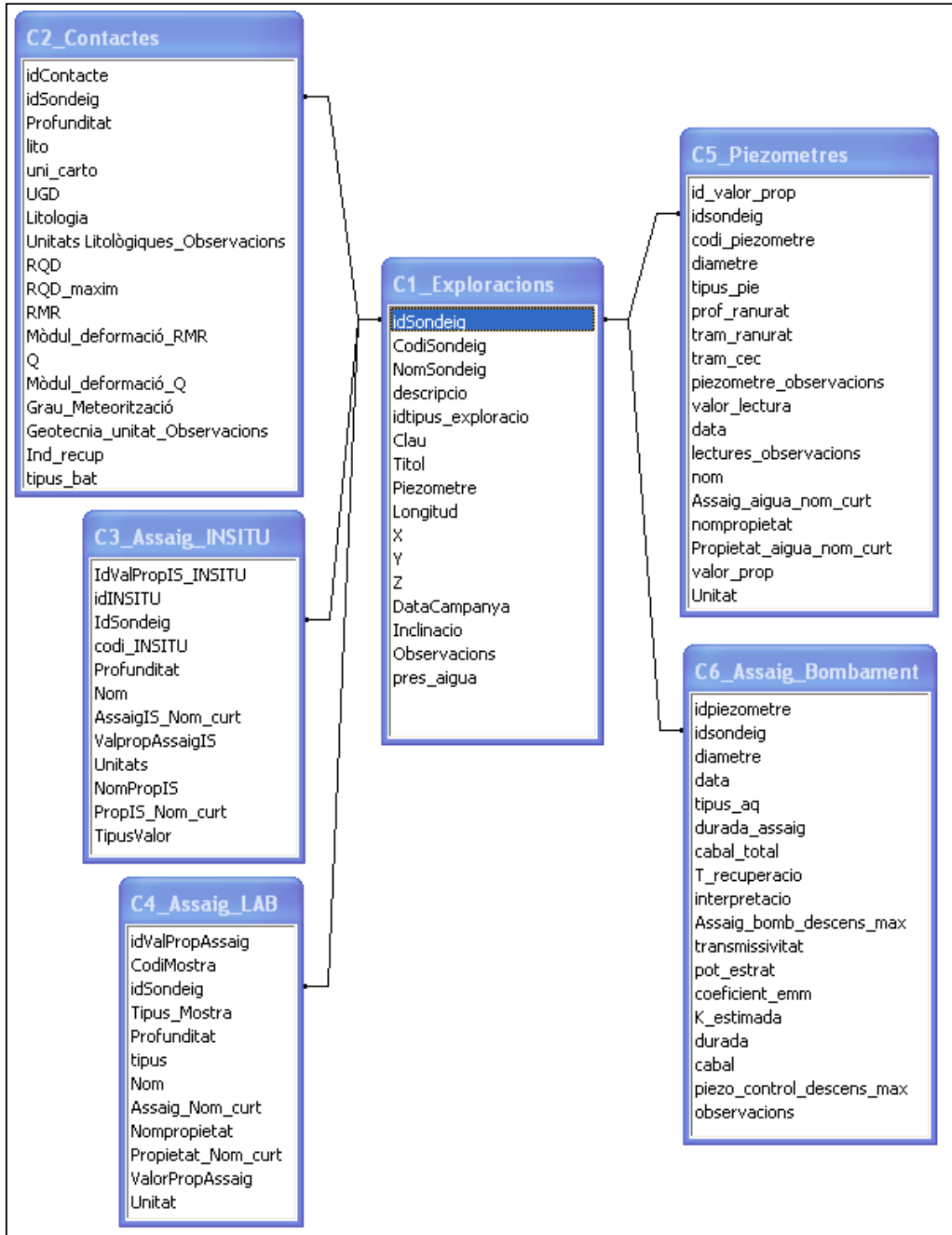


Fig. 29: Estructura final de les consultes en sis taules relacionades, que sintetitzen les 31 taules inicials de la BD del DINS.

Una vegada reorganitzada la BD del DINS, comença el procés d'integració de les BBDD en el projecte SIG, de manera que cal començar a treballar amb el programa GeoMedia Professional. Aquest programa utilitza les dades emmagatzemades en una ubicació dins de l'ordinador o en xarxa, i necessita en primera instància conèixer on estan les dades que es volen utilitzar. Normalment les eines SIG anomenen la ubicació de les dades de treball com *connexió* o *magatzem*.

Per fer la primera connexió s'obre un nou projecte SIG en blanc amb el GeoMedia Professional. Cal obrir el desplegable anomenat *Almacén* o *Warehouse* des de la barra d'eines superior, i es selecciona *Conexiones* o *Connections*, obrint la finestra que es mostra a la Fig 30, on es mostraran totes les connexions que es vagin assignant del projecte. L'objectiu és que totes les connexions siguin properes en ubicació i segueixen l'estructura definida en el capítol 3 de la present tesina. Des de la finestra esmentada de connexions es demana fer-ne una de nova des de *Nuevo*.

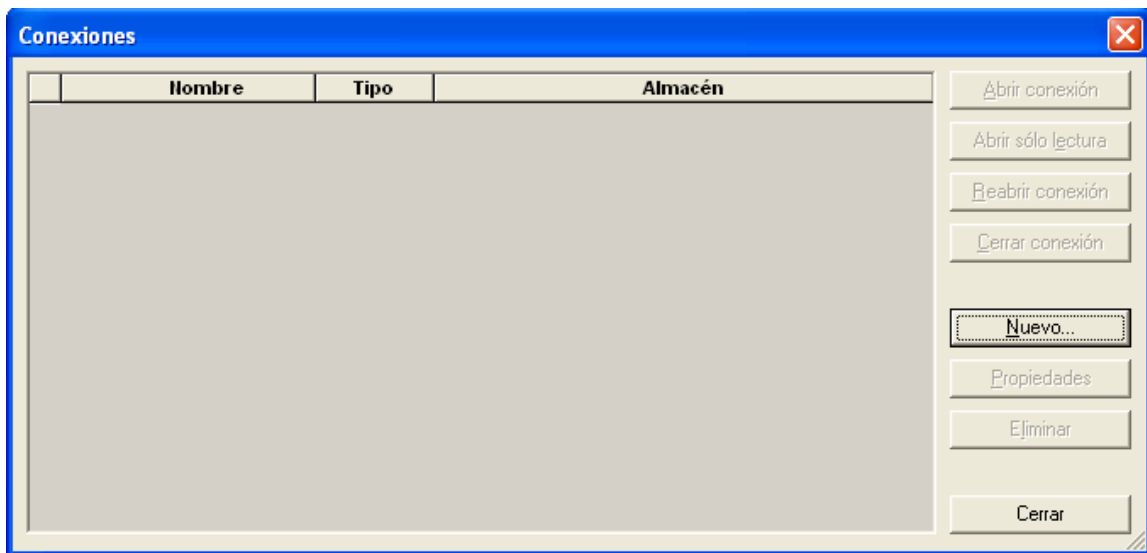


Fig. 30: Finestra de connexions a les dades del projecte SIG.

Al sol·licitar fer una connexió nova el programa ens demana quina tipologia de connexió volem definir en funció del format de les dades. En aquest cas es pot triar entre una BD Access des de la que es pot consultar i modificar les dades o una BD Access només de lectura que impedeix modificar les dades de la BD original. Es selecciona el tipus de connexió que en aquest cas serà de lectura i modificació de les dades, el nom que se li vol donar, que és DINS, i la ubicació de les dades com es mostra a la Fig. 31 següent.

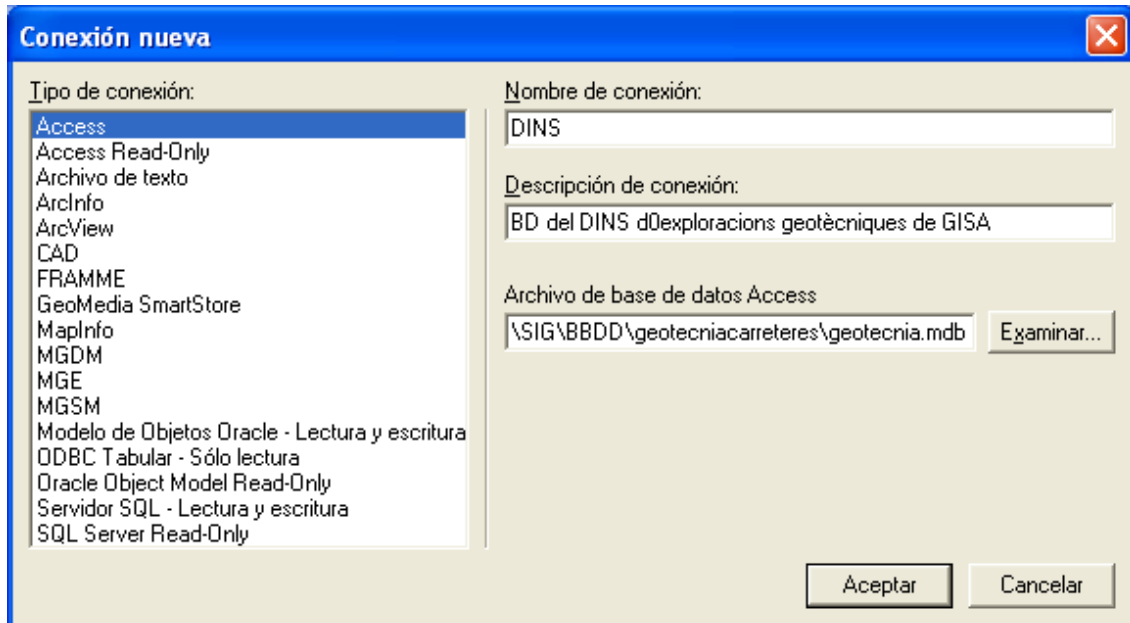


Fig. 31: Finestra de nova connexió a la BD DINS del projecte SIG.

Una vegada està feta la connexió a la BD ja es té ple accés des del GeoMedia Professional a totes les taules que conté la BD. El següent pas és generar des del mateix GeoMedia les relacions entre les 6 taules que contenen tota la informació. Per fer-ho s'utilitza l'opció *Relaciones* del menú *Anàlisis*. Des d'aquesta finestra (Fig. 32) es seleccionen les taules que es volen relacionar i amb quin camp que com ja s'ha dit és l'*idSondeig*. També es tria el tipus de relació, obligant que tots els elements de la taula C2_Contactes tinguin una relació amb un element de la taula C1_Exploracions. El resultat és una consulta de GeoMedia que s'anomena DINS_Contactes.

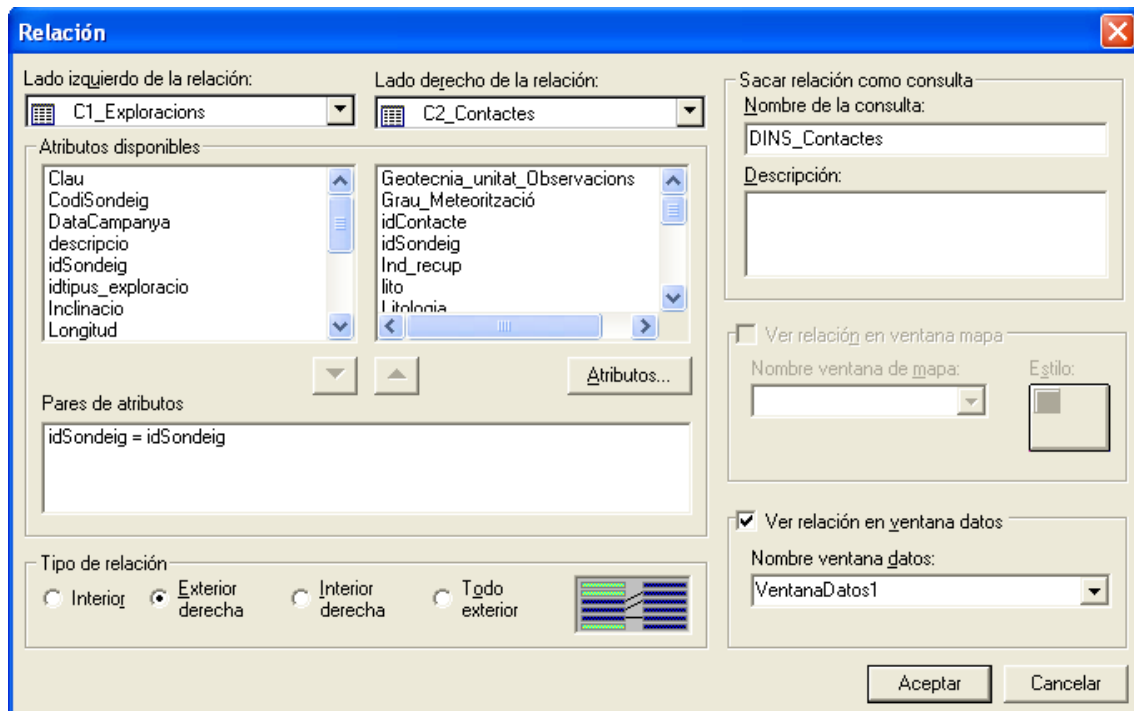


Fig. 32 Finestra de noves relacions entre taules des del GeoMedia.

Es repeteix el mateix procés per les altres consultes, aconseguint així 5 consultes que vinculen les dades de la BD DINS a la taula mare d'exploracions.

Amb l'objectiu de georeferenciar en un sistema de coordenades concret i representar les exploracions registrades de la taula mare C1_Exploracions es du a terme el procés de *geocodificació* com es mostra a la Fig. 33, que no és altra cosa que definir quins camps (amb coordenades XY) d'aquesta taula s'han d'utilitzar per georeferenciar els elements de la BD i amb quin sistema de referència. En aquest cas, serà la projecció UTM fus 31 amb els sistema de referència ED50, fins que no arribi l'onada de conversió de dades al nou sistema europeu ETRS89.

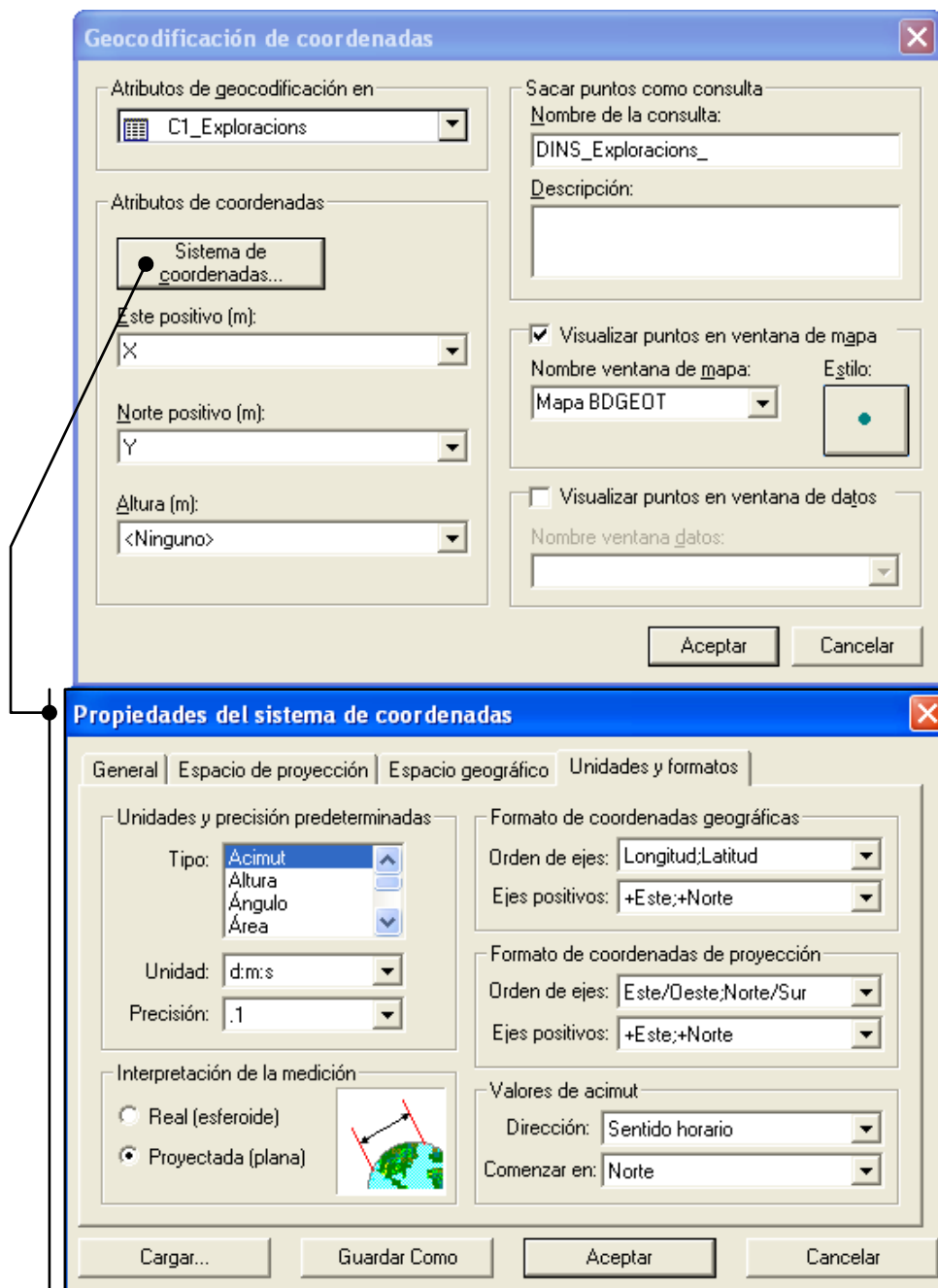


Fig. 33: Geocodificació de les coordenades i definició del sistema de referència.

El fet de tenir els elements de les BD georeferenciats ens permet fer un tractament espacial de les dades per obtenir-ne noves relacions, entre elles mateixes i amb altres fonts d'informació i cartografies.

En aquest punt ja es pot consultar la BD DINS per atributs i per propietats topològiques espacials des del GeoMedia. Al tenir georeferenciades les exploracions ja es poden visualitzar les dades de les exploracions sobre el mapa (la taula C1_Exploracions ja es troba com una consulta del propi GeoMedia).

Per tal de millora la representació gràfica de les exploracions es pot classificar els elements en funció d'un camp de la taula com es mostra a la Fig. 34. En aquest cas, el millor és seleccionar el camp on es descriu la tipologia de l'exploració, de manera que s'assigna una icona diferent a les exploracions en funció de si són cales, estacions geomecàniques, sondeig, etc... Per facilitar les tasques d'ara en endavant es generen i es guarden tipologies d'icones per ser utilitzades sempre que faci falta.

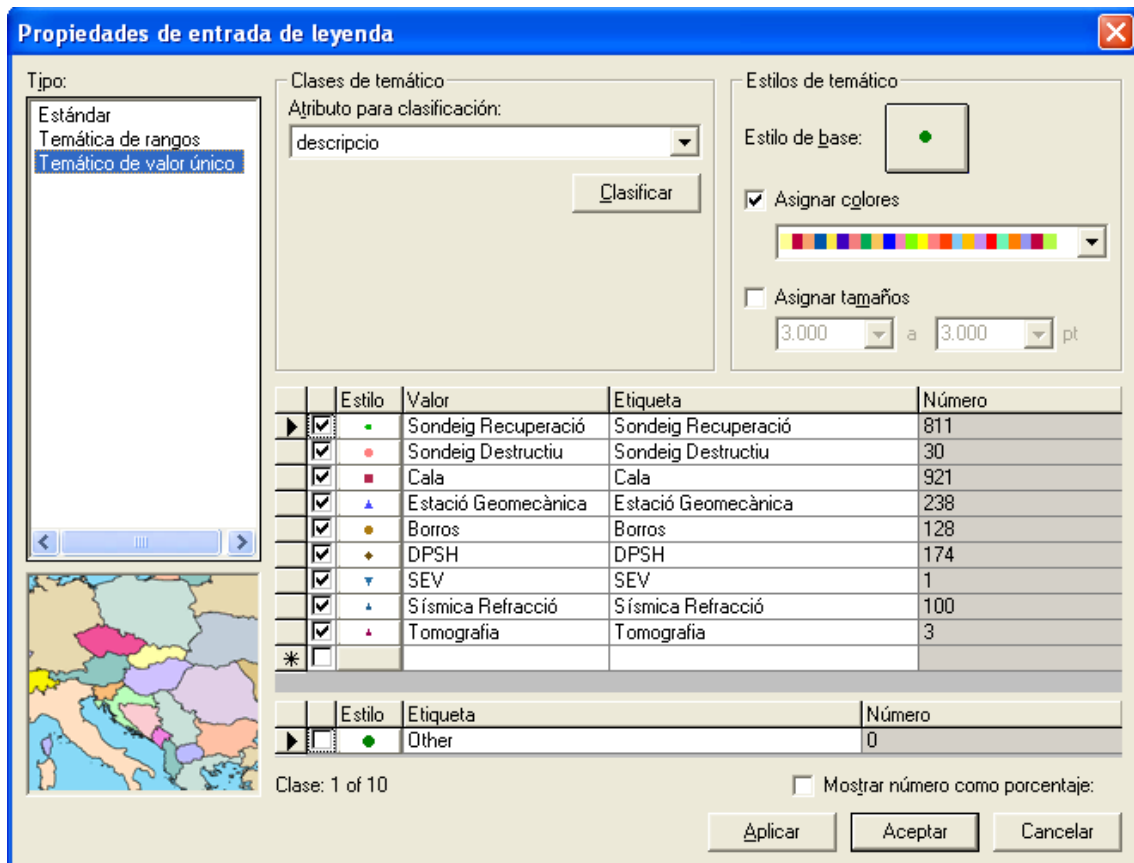


Fig. 34: Propietats de la visualització de les exploracions en funció de la seva tipologia.

Així doncs, si s'augmenta una zona per observar les exploracions que hi ha registrades, com es mostra a la Fig. 35, es poden observar les diferents tipologies d'exploració simbolitzades amb diferents icones, com es marca a la llegenda del costat esquerre.

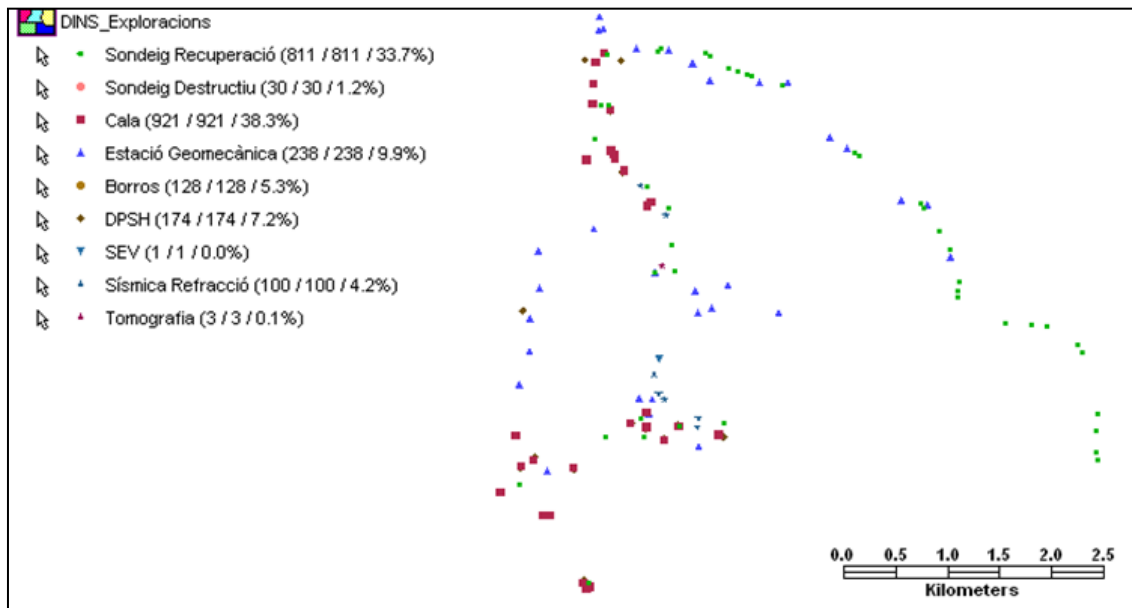


Fig. 35: Representació de les exploracions amb simbologies en funció de la tipologia.

En aquest punt queda integrada la BD del DINS en el projecte SIG i està preparada per rebre consultes tant d'atributs com espacials. El fet de modificar l'arxiu de BD Access que es troba dins de la carpeta de BBDD seguint l'estructura plantejada del projecte, farà que en iniciar el projecte es tornin a generar totes les relacions i representacions necessàries deixant les dades completament actualitzades de forma automàtica. A la Figura 36 es mostren els registres de la BD DINS integrats al projecte SIG sobre la imatge de satèl·lit de Catalunya.

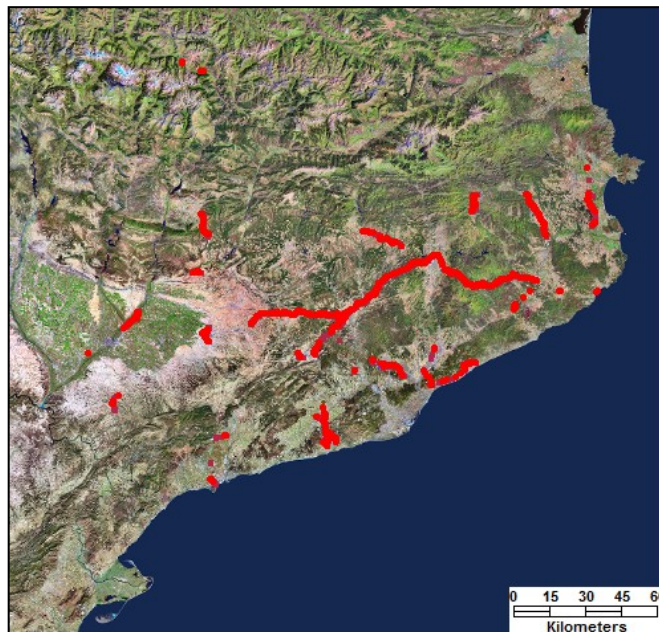


Fig. 36: Registres de la BD DINS integrada al projecte SIG sobre la imatge satèl·lit de Catalunya.

4.1.2 Integració de l'inventari de talussos i incidències de la DGC.

Les BBDD de la DGC es caracteritzen pel sistema de referència que utilitzen, que com s'ha comentat a l'estudi d'aquestes, **es basa en un sistema lineal de referència (SLR)** que enlloc de registrar coordenades en un espai cartesià (X,Y), registren el nom del segment el que pertany l'element i les distàncies inicials i finals com seria un tram de la C-17 del pK 35+450 al pK 35+780.

Aquest sistema té molt sentit quan amb el que es treballa són elements lineals com la xarxa de carreteres de Catalunya que la DGC gestiona. En aquest sentit, per du a terme al integració de les BBDD de la DGC caldrà primer de tot, integrar la xarxa de carreteres en format vectorial i que contingui tota la informació dels noms dels segments i del quilometratge amb els pK de les vies. **Aquest arxiu s'anomena GRAF de carreteres**, i des de principi del 2012 és públic i es pot descarregar des de diferents pàgines web de l'administració, com ara des de www.gencat.cat [19] a l'apartat de Dades Obertes.

Així doncs, el primer dels passos és generar una nova connexió de forma anàloga a la BD el DINS, però obrint la carpeta on es troba el GRAF de carreteres en format vectorial i les taules que l'acompanyen. Aquesta connexió és identificada pel Geomedia com del tipus ArcView, ja que el que s'obre és un arxiu vectorial amb diverses capes d'informació vinculades a taules de dades dels segments i dels punts que es representen. S'ha de mantenir la mentalitat de que s'està carregant un sistema de referència que s'utilitzarà per posicionar elements de les BBDD i per generar consultes en funció dels elements viaris, de manera que és molt important no perdre dades en aquest procés.

A la carpeta GRAF podem trobar diferents tipologies d'arxius. Per una banda trobem arxius vectorials de CAD (amb extensió d'Autocad .dwg), també trobem arxius vectorials en format SIG (format obert shapefile que té diferents extensions: .shp, .shx i la seva base de dades associada .dbf, entre d'alters). Hi ha diferents arxius associats a tres arxius de segments de vies, un arxiu amb els nodes que defineixen l'inici i el final dels segments, i un arxiu de punts on es troben tots els punts quilomètrics de la xarxa viària.

Aquest sistema d'arxius **permet conèixer el sentit de les vies i els canvis de sentit que es poden realitzar a cada node**, de manera que es pot programar el que s'anomena com **routing**, que és el sistema de processament de rutes de navegació que s'utilitza per obtenir rutes òptimes entre punts a través dels diferents camins possibles com fa el Google Maps o qualsevol navegador GPS.

Amb l'objectiu de treballar de forma còmoda es representa en el mapa només una de les diferents capes, que en aquest cas es selecciona la capa ARCS, on es troben superposats els dos nivells de vies i conté la informació sobre el nom de la via. A més també es poden representar els punts quilomètrics per facilitar la localització de trams de carreteres.

A la següent Figura 37 es mostra l'aspecte de la xarxa de carreteres que s'ha carregat al projecte SIG i que s'utilitzarà tant per referenciar les BBDD de la DGC com per generar consultes en funció d'una via concreta o d'una zona propera a una via.

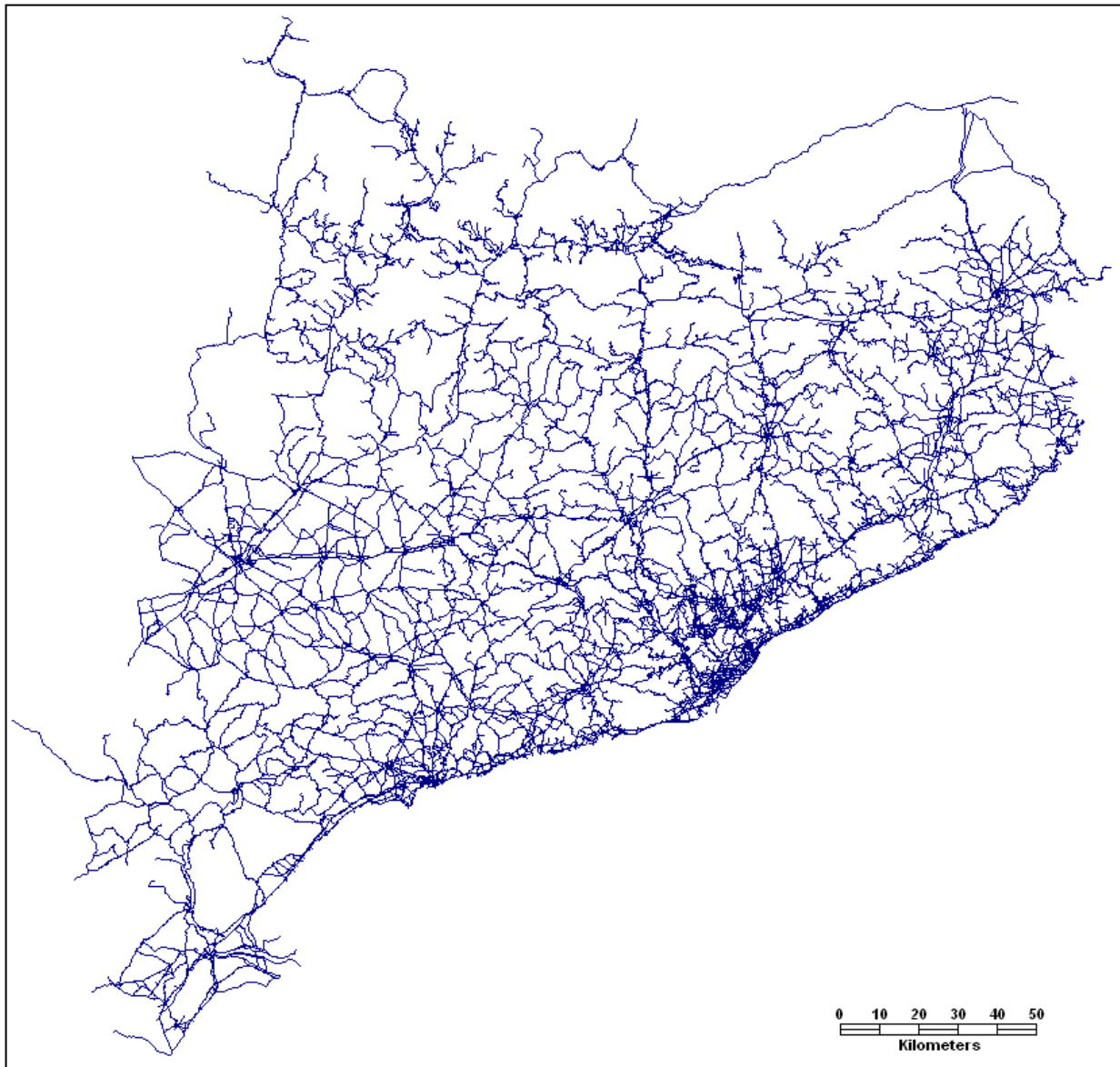


Fig. 37: Representació de la xarxa viària catalana (GRAF) carregada al projecte SIG.

Amb l'objectiu de carregar les BBDD de la DGC de carreteres al projecte SIG es fa una nova connexió a la carpeta on es troben les BBDD i es procedeix a fer la geocodificació dels elements que conté. En aquest cas no es fa una geocodificació amb coordenades X i Y com s'ha dut a terme amb la BD del DINS, si no que cal fer el que s'anomena **segmentació dinàmica**, que no és altra cosa que referenciar els elements de la BD amb un SLR com és el GRAF de carreteres en aquest cas. Per fer-ho es sol·licita la funció *Segmentación Dinámica* que es troba al menú *Análisis*. S'obre la finestra corresponent que es mostra a la Fig. 38 on cal seleccionar quina capa s'utilitza de sistema de referència, que en aquest cas és la capa GRAF_ARCS i definir les seves propietats que en concret són els camps de mesura inicial i final.

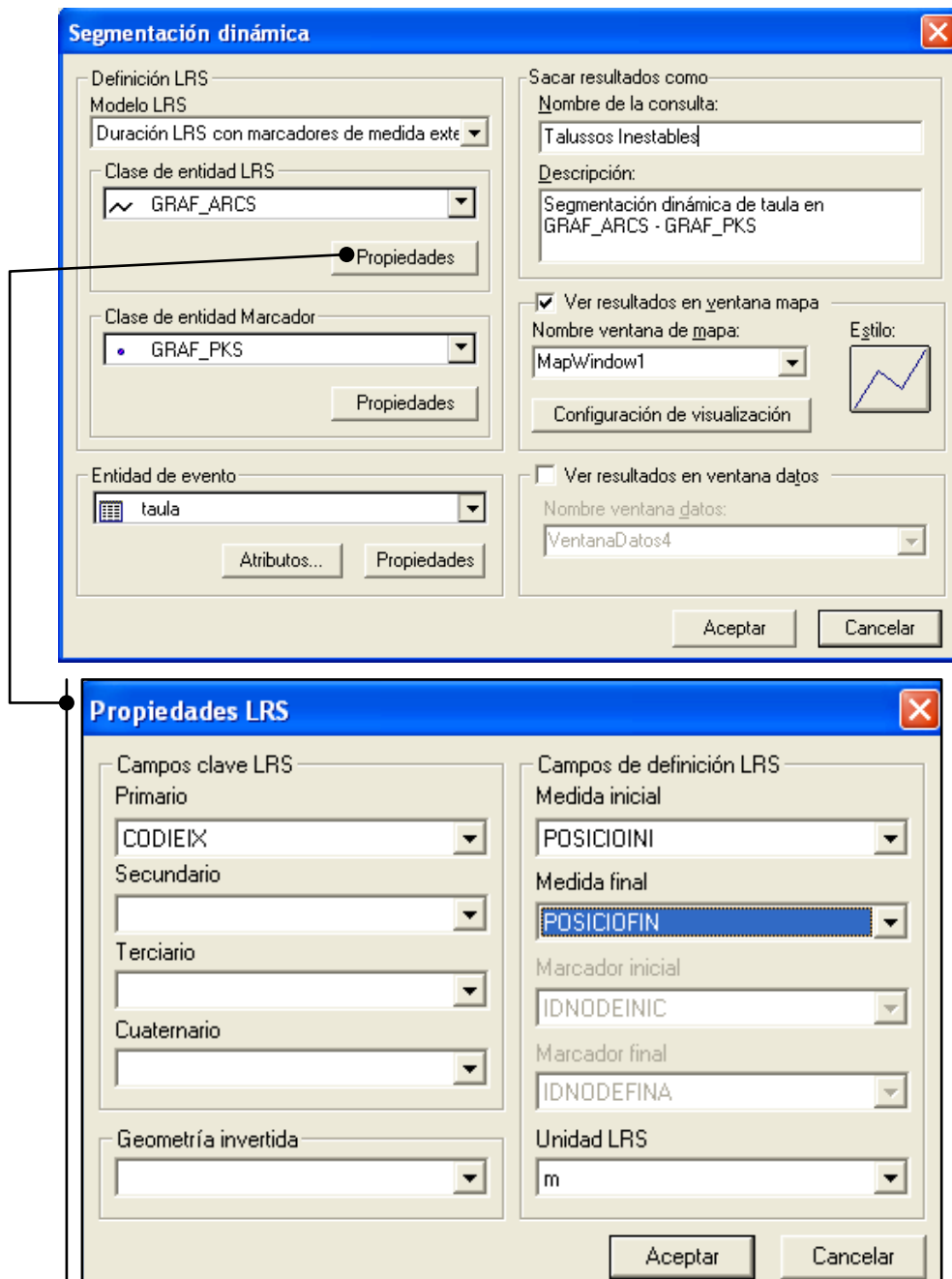


Fig. 38: Finestres de caracterització de la segmentació dinàmica.

També cal definir la classe d'entitat que s'utilitzarà de marcador, que seran les unitats amb les que el sistema localitzarà els elements (Fig. 39). En aquest cas seran els valors dels punts quilomètrics i es mesurarà la seva posició.

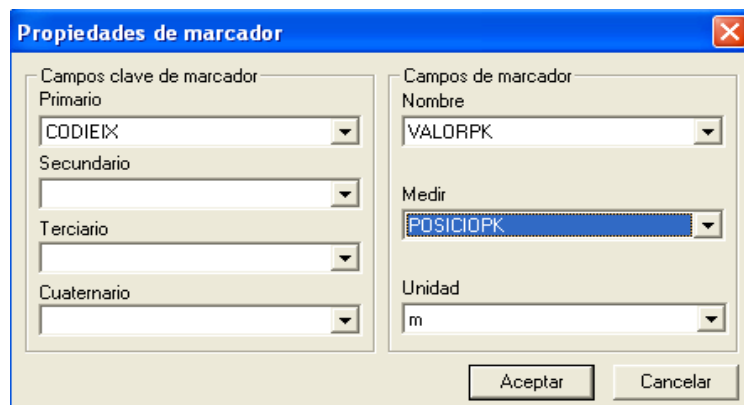


Fig. 39: Finestres de caracterització dels marcadors de la segmentació dinàmica.

Un cop s'ha definit bé quin és el sistema de referència que s'utilitzarà per fer la segmentació dinàmica cal indicar quins elements es volen referenciar i en quins camps es troba la informació necessària per fer-ho, que a la finestra de caracterització de la segmentació dinàmica s'anomena *entidad de evento*. Caldrà repetir aquesta acció per les dues BBDD de la DGC, una vegada per la taula on es registren les incidències notificades pel SCT, i una altra vegada per l'inventari de talussos inestables. A la Fig. 40 es mostra la finestra i els camps que es seleccionen per referenciar els elements registrats a la BD d'incidències. És important notar que són de tipus lineal.

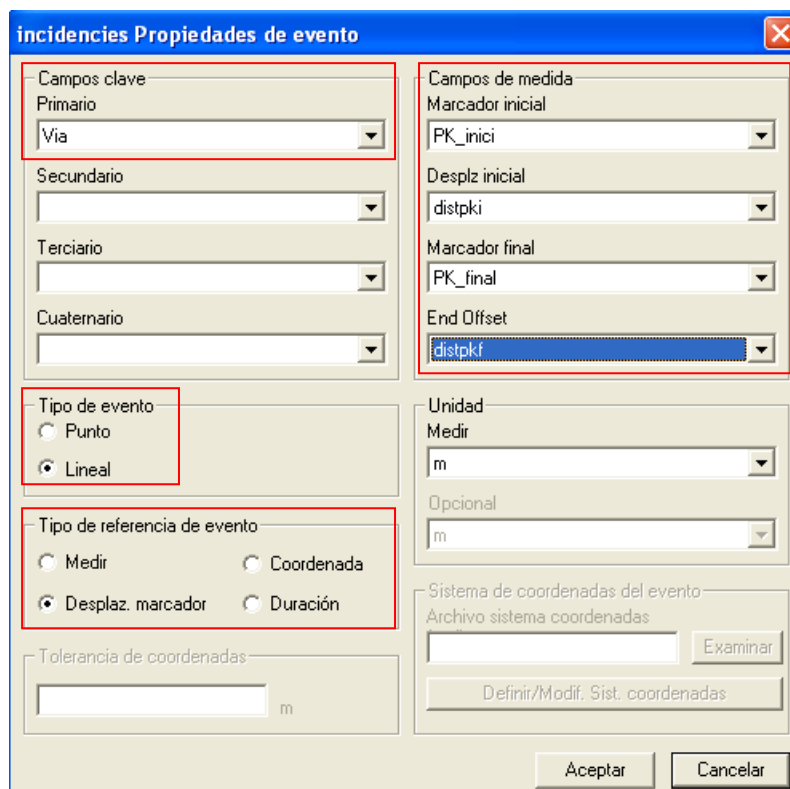


Fig. 40: Finestres de caracterització de la segmentació dinàmica.

Un cop realitzada l'operació de segmentació dinàmica de les dues BBDD de la DGC, aquestes ja apareixen com a consultes del propi GeoMedia professional, i tan sols canviant un dels arxius d'origen, sigui el GRAF de carreteres o les BBDD, el projecte actualitzarà les dades cada vegada que l'obrim de nou.

Per representar les dades en el mapa es torna a utilitzar la funció *agregar entradas de leyenda* del menú *Leyenda*, i seleccionem les consultes obtingudes amb la segmentació dinàmica. Podem fer un tractament similar al que s'ha fet amb la BD del DINS per representar les incidències amb un color i trama determinats i l'inventari de talussos amb diferents colors en funció d'un dels paràmetres registrats. En concret es decideix utilitzar el paràmetre SD (susceptibilitat de "deslizamineto") per generar una escala de colors amb la qual a simple vista es pot observar quins talussos inventariats tenen una major o menor susceptibilitat a la inestabilitat. Per fer-ho es torna a utilitzar la funció *Propiedades de entrada de leyenda* clicant sobre la capa que ja està carregada a la llegenda i es selecciona l'opció de representació *Temática de valor único* seleccionant el camp on es registra el paràmetre SD i classificant els valors que es troben registrats en ell.

Per facilitar la consulta de les BBDD de la DGC es considera oportú ajuntar-les en una sola capa mitjançant la funció *Unión* del menú *Análisis*, i seleccionant les dues consultes per fer-ne una amb el nom Tal Inestables + Incidències. Així doncs, el resultat final de la representació de l'inventari de talussos i de les incidències és el que es mostra a la Fig. 41 següent.

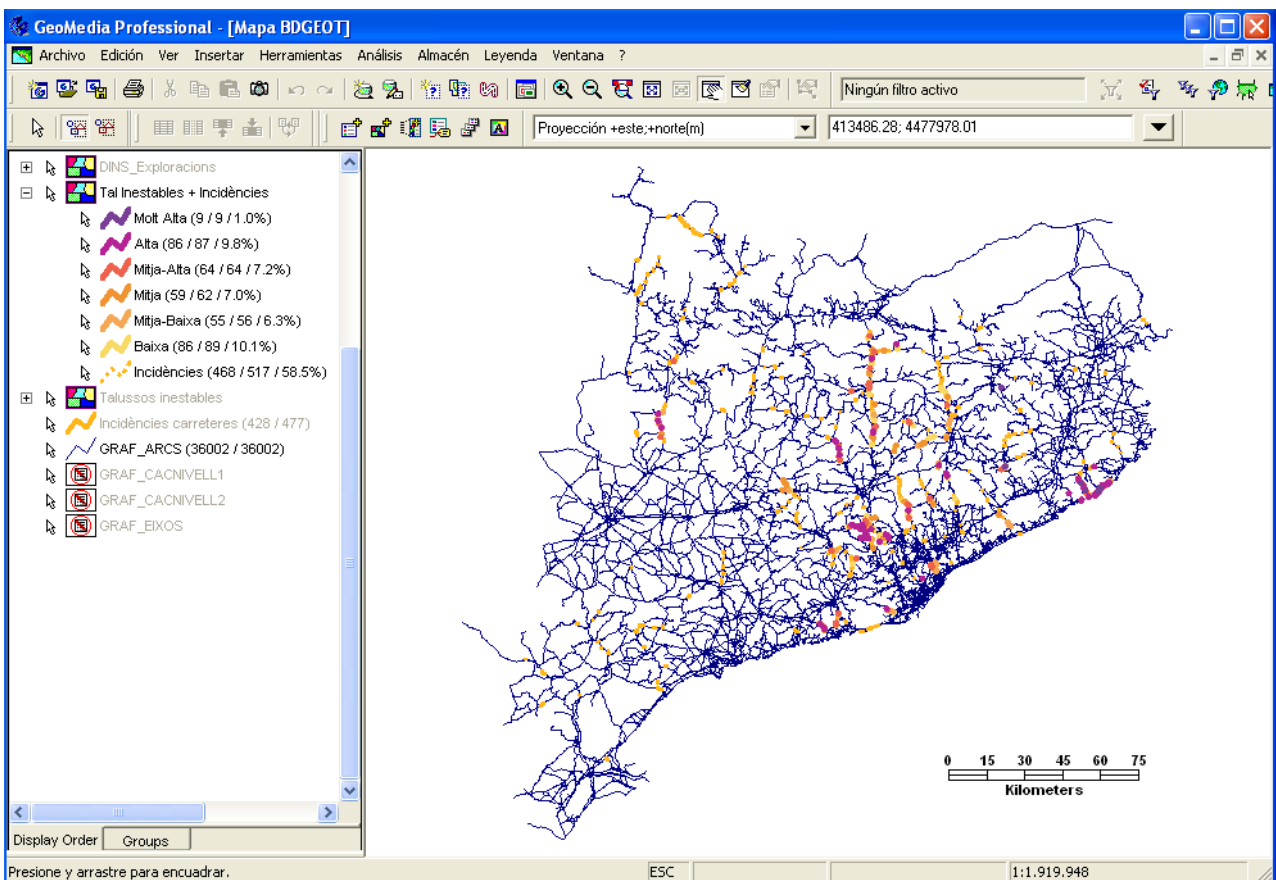


Fig. 41: Representació al mapa de les BBDD de la DGC integrades al projecte SIG.

En aquest punt, les diferents BBDD i la xarxa de carreteres estan integrades en un mateix projecte SIG amb totes les dades associades a elles. Així doncs, ja es podria fer l'estudi de l'explotació de les BBDD mitjançant eines SIG i generar consultes en funció de l'espai o en funció dels atributs de qualsevol de les BBDD i de la xarxa viària. Tot i això, es vol alimentar amb més capes d'informació el projecte per assolir els objectius de cerca i consulta en funció dels Municipis o les Formacions Geològiques a les que pertanyen les dades registrades a les diferents BBDD.

Per aquest motiu, els següents punts del present capítol s'enfoquen a la integració al projecte SIG de més cartografies i dades associades, així com connexions via Internet a servidors que divulguen tot tipus de dades espacials.

4.2 Nova informació de consulta que s'incorpora al projecte SIG.

4.2.1 Cartografia d'ordenació del territori.

Amb l'objectiu de poder cercar exploracions contingudes en municipis concrets, com figura a les ordres d'estudi d'un projecte, cal integrar al projecte SIG una capa amb la cartografia dels límits administratius de Catalunya.

En una base de dades relacional caldria que cada una de les exploracions enregistrades tingués un camp on definir a quin municipi es localitza. Però aquesta informació no ha estat registrada a les BBDD. Els softwares SIG permeten crear informació espacial i utilitzar la relació topològica d'inclusió per discernir a quin municipi pertany cada exploració.

Així doncs la cartografia referent a l'ordenació del territori ha de tenir un format concret per poder interactuar amb les BBDD de les exploracions. Cal que estigui en format vectorial i definint els elements amb polígons associats a les taules que continguin les dades de cada element. Des dels serveis de distribució de dades de l'ICC es poden descarregar diferents cartografies i en diferents formats, així com des de la pàgina web de la Generalitat de Catalunya, que té un ampli apartat dedicat a Dades Obertes de Catalunya, on es poden trobar tot tipus de cartografies i dades espacials en diferents formats.

Una de les cartografies disponibles és l'anomenada Límits Administratius o Base Municipal, on es troben tres capes corresponents a la cartografia de Municipis, Comarques i Províncies de Catalunya, així com les taules de dades associades a cada un dels elements on es troben els noms de cada regió, l'àrea, el perímetre i altres dades.

Per treballar millor amb les dades i la cartografia que es desitja integrar al projecte, és recomanable transformar les dades al format *SmartStore* de GeoMedia. El format *SmartStore* permet optimitzar el nombre d'arxius associats a una cartografia i millorar el rendiment de les consultes. Per fer la transformació dels arxius s'utilitza un programa complementari que s'instal·la juntament amb el GeoMedia, específic per

aquesta funció, anomenat *Publicar en almacén SmartStore de GeoMeida*. L'objectiu d'aquest procés és passar d'un nombre elevat d'arxius que són els que es poden descarregar des de la web de la Generalitat de Catalunya, on trobem arxius tipus shapefiles, arxius vectorials DWG i arxius de bases de dades associades als arxius, a tan sols 4 arxius que contenen la mateixa informació, com es mostra a la Fig. 42 següent.

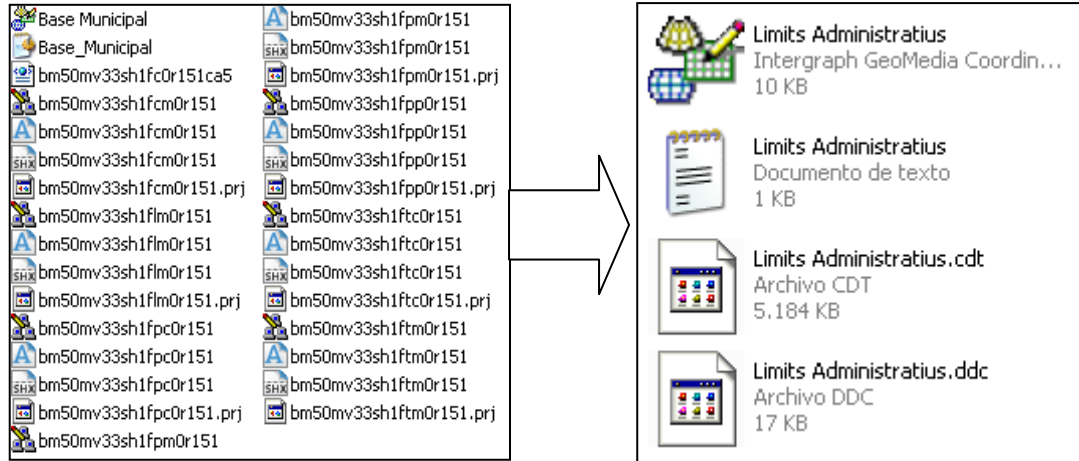


Fig. 42: Objectiu de la transformació de les dades descarregades al format SmartStore.

Per fer-ho s'utilitza el programa de publicació de dades del propi GeoMedia que es troba a la carpeta d'utilitats del mateix programa, des d'on s'indica on es troben les dades i en quin sistema de referència es volen utilitzar. A la Fig. 43 es mostra l'aparença del programa de transformació de les dades i s'observa que permet transformar totes les dades o només aquells camps que siguin d'interès.

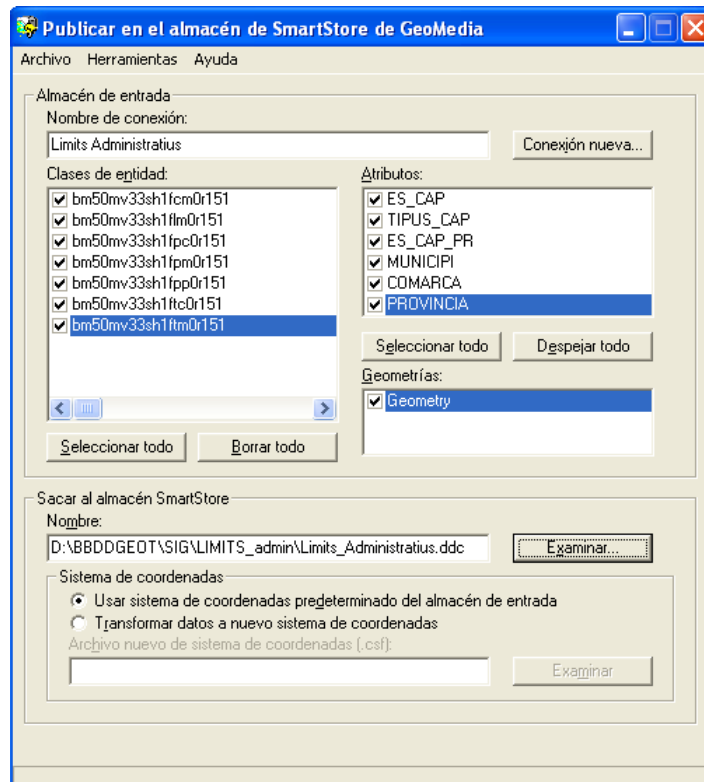


Fig. 43: Transformació de les dades descarregades al format SmartStore.

Un cop feta la transformació a SmartStore de GeoMedia, les dades ja estan a punt per ser carregades des del projecte SIG. Des del GeoMedia es genera una nova connexió de forma anàloga a les anteriors, des del menú *Almacén* a la funció *Conexiones*, aquesta vegada indicant que la tipologia dels arxius a carregar és de GeoMedia SmartStore.

Una vegada feta la connexió, es carreguen les capes a la llegenda de forma anàloga a les anteriors vegades des del menú *Leyenda*, des de la funció *Agregar entradas de leyenda*, com s'ha fet amb les BBDD, i es classifiquen els elements pels noms des de les propietats de visualització d'aquestes capes de la llegenda. Així doncs, es poden visualitzar els municipis, comarques i províncies amb diferents colors i amb el seus noms superposats. A les Figures 44 es mostren com queden les cartografies de municipis i de comarques amb els límits de les províncies superposats, una vegada integrades al projecte SIG.

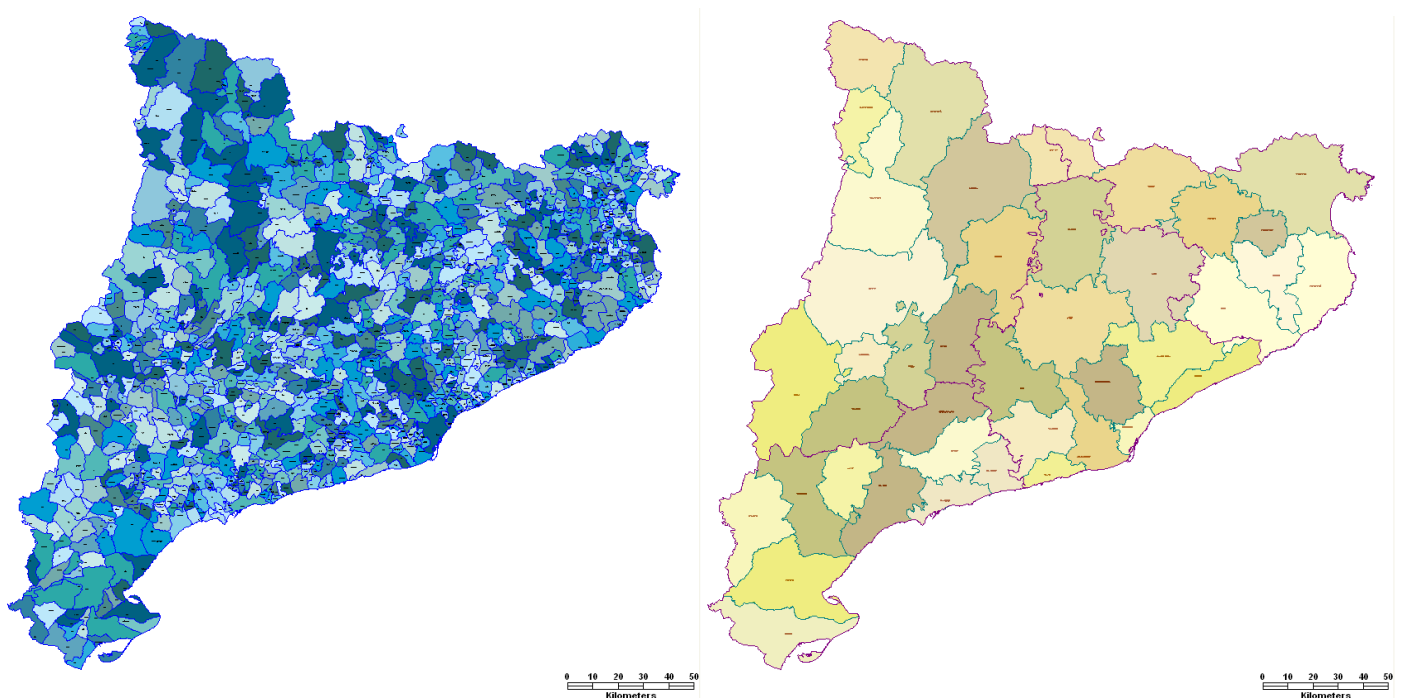


Fig. 44: Representació en vista mapa de les cartografies de límits administratius integrades al projecte. A l'esquerra: Cartografia de municipis de Catalunya. A la dreta: Cartografia de les comarques i límits de províncies de Catalunya.

En aquest punt ja es poden generar cerques en funció de la pertinença dels elements de les BBDD a les diferents cartografies, és a dir, es poden cercar les exploracions i incidències registrades que pertanyin a un conjunt de municipis o comarques d'interès. En el capítol 5 de la present tesina es desenvoluparà l'exploració dels projecte SIG mostrant com funcionen aquesta tipologia de cerques espacials.

4.2.2 Cartografia geològica.

Ja que el context del projecte és de l'àmbit de la geotècnica i del comportament del terreny, no es pot ometre una informació tan valuosa com la delimitació de les diferents formacions geològiques cartografiades a Catalunya. Qualsevol obra té el seu annex de geologia i geotècnica com s'ha esmentat en els primers capítols, on es mostra una cartografia geològica detallada de l'entorn del projecte. A una escala més global com és la 1:50000, existeix la cartografia de Formacions Geològiques feta i editada per l'Institut Geològic de Catalunya en base a la cartografia de camp i a cartografies anteriors de l'Institut Geològic i Miner d'Espanya (IGME). Aquesta cartografia també és pública i es pot consultar i descarregar tant des dels diferents sistemes de l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) com des de l'Institut Geològic de Catalunya (IGC).

L'objectiu de la integració de la cartografia de formacions geològiques al projecte SIG és la de poder realitzar cerques en funció del tipus de material, buscar totes aquelles exploracions fetes en una mateixa formació geològica o creuar les incidències registrades amb les formacions geològiques per observar quines són aquelles formacions que presenten un comportament més advers o més mal enfocat tècnicament.

Un dels conflictes que comporten les diferents fonts d'informació que ofereixen la cartografia geològica, és que no està disponible la cartografia sencera de Catalunya en un únic arxiu, de manera que cal descarregar més de 80 fulls per separat i fer un tractament per aconseguir ajuntar tots els fulls en una única cartografia. Hi ha tècniques com el *Merge* per realitzar aquest tipus d'operacions, tot i que sempre comporten cert grau d'errors en els contactes entre els diferents fulls, ja que es formen uns polígons d'àrea infinitesimal anomenats *Slivers*.

Per evitar tot aquest tractament de les dades i els errors que es generen, es va sol·licitar al mateix IGC una còpia de la cartografia de formacions geològiques a escala 1:50000 de tot Catalunya en un únic arxiu, o conjunt d'arxius, que permetés la fàcil integració d'aquesta informació al projecte SIG.

L'IGC va respondre formalment i va enviar un CD amb els arxius requerits en format *export*, que és un format típicament utilitzat per a la transferència d'arxius, tant vectorials com ràster, entre diferents sistemes de tractament de dades espacials.

Des del programa ArcGis s'ha utilitzat l'eina de l'ArcToolBox per transformar totes les capes contingudes a l'arxiu export facilitat per l'IGC, a capes de cobertures en format shapefiles. Posteriorment, s'han transformat les cobertures shapefile i les taules de bases de dades associades, al format SmartStore de GeoMedia Professional de forma anàloga a la cartografia de límits administratius. El procediment seguit es mostra a l'esquema de la Fig. 45. Aquesta seqüència de transformació de dades, s'ha de fer respectant totes les dades contingudes a l'arxiu *export* inicial cedit per l'IGC per aconseguir conservar tota la informació al llarg de la transformació.

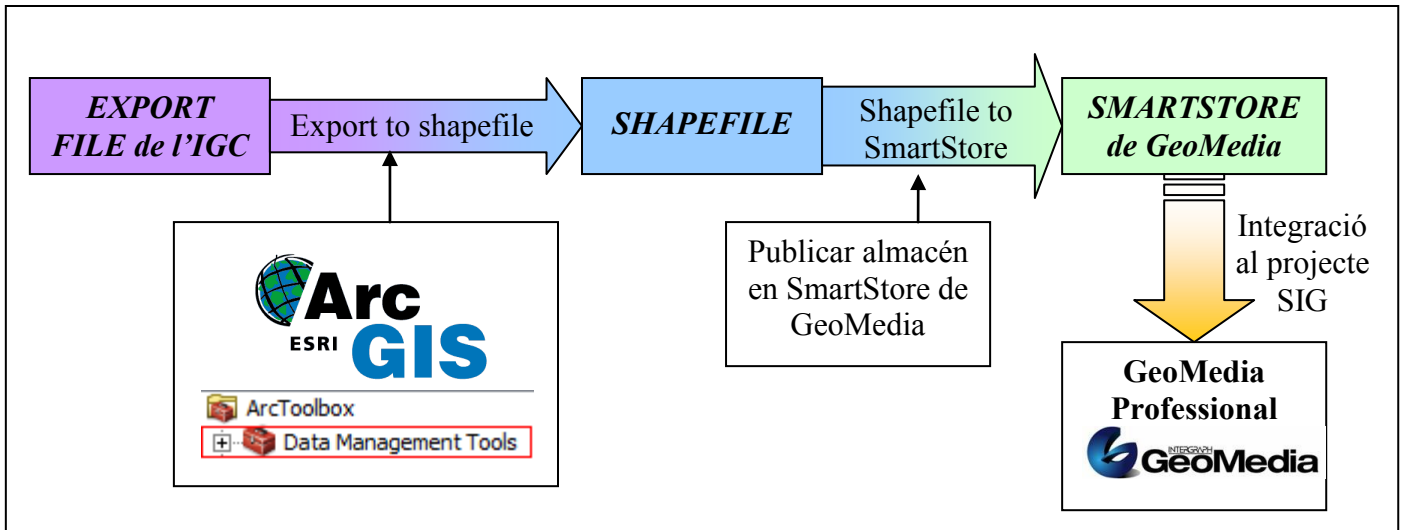


Fig. 45: Esquema de tractament de la cartografia de formacions geològiques 1:50000 cedida per l'IGC en format export, transformada a shapefile mitjançant l'ArcGIS i publicada en SmartStore per ser integrada al projecte SIG de GeoMedia.

Les dades transformades contenen una capa primordial de polígons que defineixen les diferents formacions geològiques cartografiades de Catalunya escala 1:50000. Per altra banda hi ha capes en format vectorial que defineixen elements de geologia estructural com falles, plecs i discordances. A més a més hi ha arxius de bases de dades associades a tots els elements citats que registren informació com l'epígraf de cada formació geològica o una breu descripció d'aquesta, així com l'edat, l'era i l'època de cada una d'aquestes.

Una vegada s'ha transformat la cartografia al format SmartStore, es procedeix com en els altres casos a generar una nova connexió a la carpeta on es guarden els arxius de la cartografia geològica i es sol·licita una nova entrada de llegenda per mostrar les dades en el mapa del projecte SIG.

Com en els altres casos es tracta la visualització de les dades per fer-les més entenedores. En aquest sentit es decideix fer una classificació dels polígons que defineixen les diferents formacions geològiques en funció del seu epígraf.

Amb la cartografia de formacions geològiques carregada al projecte SIG es poden fer tot tipus de consultes, tant per atributs com espacials, d'especial interès degut a la tipologia de dades que contenen les BBDD tant de GISA com de la DGC. Es poden fer cerques tant d'exploracions com d'incidències, filtrant formacions geològiques d'interès, tot i que cal tenir en compte que la cartografia dóna informació en superfície però no en profunditat. En el capítol 5 següent de la present tesina es desenvoluparà l'explotació del projecte SIG i de la interacció de les dades procedents de diferents fonts per obtenir informació com podria ser-ho un histograma amb les formacions geològiques que més incidències pateixen, o obtenir un llistat ràpid de les diferents formacions geològiques que travessa una nova carretera i quines exploracions i incidències es coneixen.

A la Fig. 46 es mostra l'aspecte de la cartografia de formacions geològiques a escala 1:50000 cedida per l'IGC i carregada al projecte SIG després de patir un procés de transformació per treballar en un format òptim.

Els colors que adopten les diferents formacions geològiques no són els que s'utilitzen típicament per a la representació de formacions geològiques, que en principi associen els colors a les diferents edats dels materials. Tot i que es podria fer, l'objectiu d'aquest procés no és generar una representació de cartografia geològica per publicar, sinó que és tan sols per veure a simple vista les diferents unitats a grans trets a escala d'un projecte o actuació d'obra civil, ja que la informació sobre el material i la descripció d'aquest està continguda a les dades de cada polígon i són de fàcil accés. Si el que es desitja és consultar les cartografies clàssiques en format ràster de formacions geològiques a escala 1:250.000 o 1:50000, aquestes es carregaran al projecte mitjançant una connexió en xarxa amb l'ICC com es desenvolupa al següent apartat.

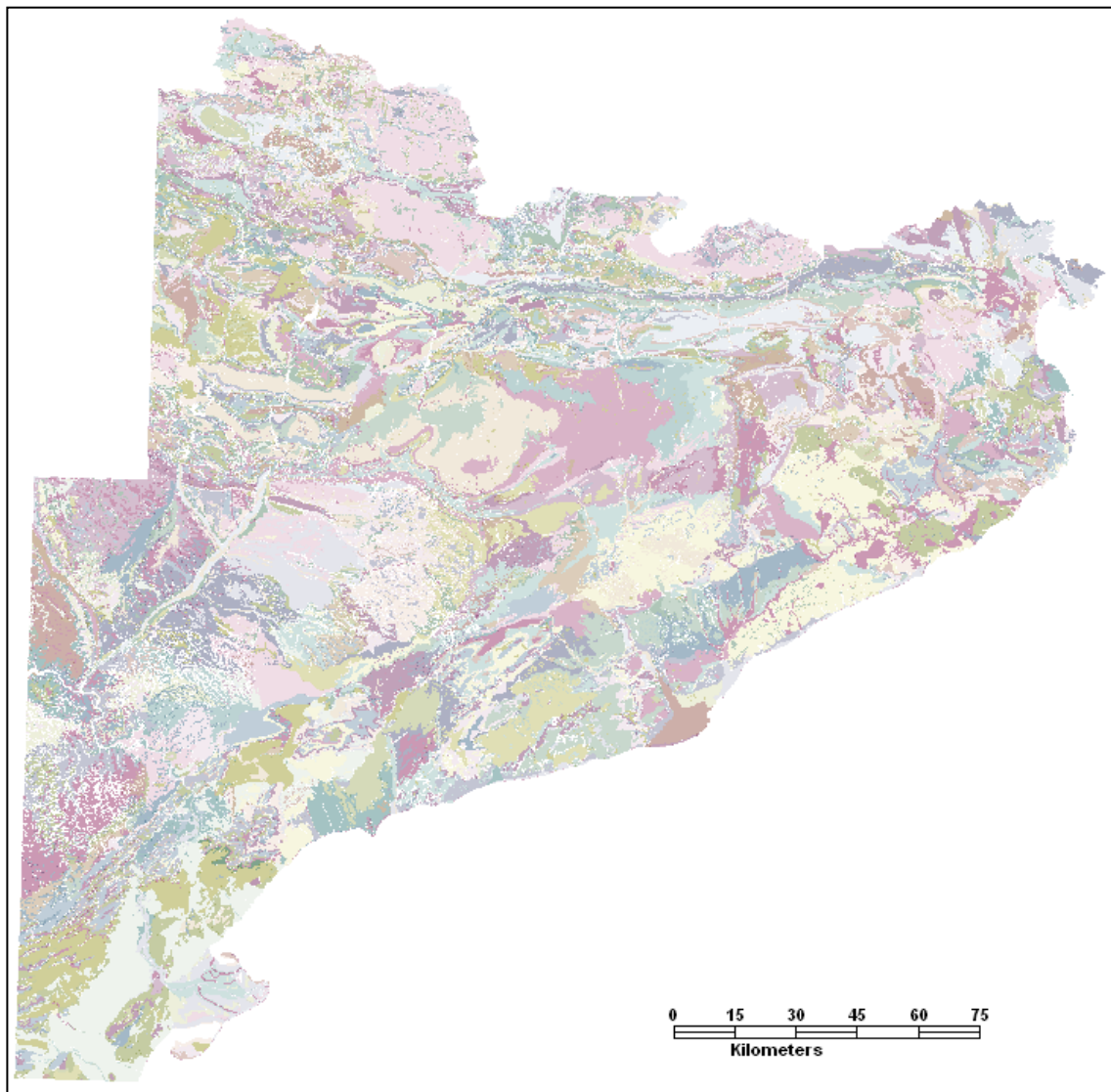


Fig. 46: Cartografia de formacions geològiques a escala 1:50000 en format vectorial cedida per l'IGC.

4.2.3 Serveis OGC.

Amb l'objectiu de tenir accés a tot tipus de cartografies i dades penjades a la xarxa, es desitja generar una connexió als servidors de l'ICC. Abans per això, cal fer referència a aquest sistema d'adquisició i manipulació de dades via Internet.

L'Open Geospatial Consortium (OGC), és un organisme internacional format per 437 companyies, agències governamentals i universitats que es dedica a homogeneïtzar i establir un conjunt de condicions per tots aquells organismes que generen, mantenen i comparteixen dades espacials del territori en qualsevol àmbit científic i de l'administració.

Diferents organismes mantenen en servidors públics tot tipus de cartografies i capes d'informació espacial que es poden sol·licitar des de qualsevol programa SIG o des d'aplicatius web amb un navegador qualsevol.

La primera categoria i més important són els Web Map Service (WMS), que són connexions a capes que poden ser carregades i visualitzades des d'un software SIG i que permeten generar consultes a partir d'elles. En aquesta categoria es troben la majoria de cartografies d'interès pel present projecte, com ortofotos a diferents escales i de diferents anys, cartografies topogràfiques i geològiques a diferents escales, cartografies de riscos geològics, d'aqüífers, i un llarg ventall de cartografies.

Un WMS és una interfície capaç de rebre una petició, engegar un procés i retornar els resultats mitjançant Internet amb protocols de la xarxa com HTTP, FTP o SMTP. Funciona exactament igual que una pàgina web, on un client o usuari sol·licita una informació i rep una resposta. S'anomena Web Service Client (WSC) a aquell que fa una petició o sol·licitud d'informació, i qui dona la resposta s'anomena Web Service Servidor (WSS). El llenguatge de comunicació entre el WSC i el WSS és el Simple Object Access Protocol (SOAP) que és una codificació basada en XML. A la Fig. 47 següent es mostra un esquema del funcionament entre els diferents elements participants.

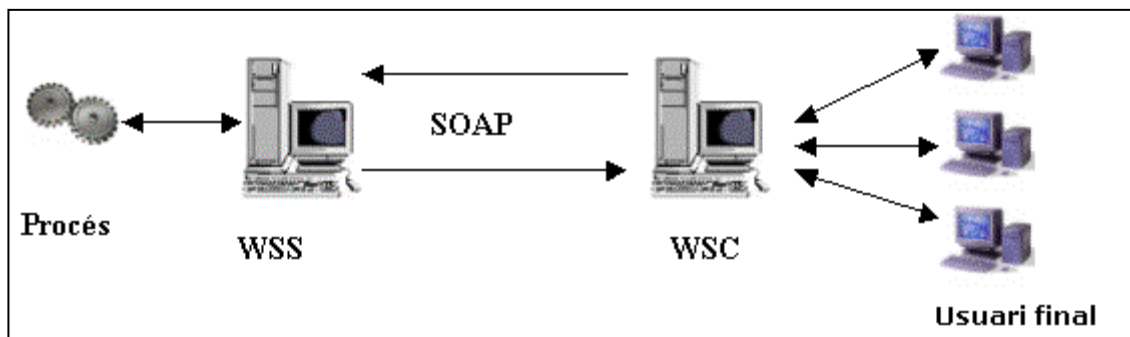


Fig. 47: Esquema de funcionament dels serveis de dades via Internet.

Avui en dia existeixen Web Service que es dediquen a vendre o llogar serveis per emmagatzemar, oferir i processar geoprocessos amb la finalitat d'obtenir beneficis, mentre que els OGC Services no.

Es pot entendre doncs que els OGC Service són la integració de les diverses especificacions OGC dedicades a realitzar diferents geoprocessos. Entre aquests processos podem trobar els Web Map Service, que són els que s'utilitzaran en el present projecte, però existeixen altres processos com els Web Feature Service (WFS) que és un pas més dels WMS, de manera que permet editar o fer cerques geogràfiques sobre les dades ofertes en WMS, sempre utilitzant els servidors aliens per processar les consultes.

En el marc de les Infraestructures de Dades Espacials (IDE), cal fixar-se amb les Infraestructures de Dades Espacials de Catalunya (IDEC), on l'evolució creixent dels últims anys de serveis WMS ha assolit, avui en dia, 178 proveïdors diferents de dades amb 481 serveis WMS amb un total de més de 7000 capes accessibles mitjançant aquest sistema de consulta de dades espacials. A la següent Fig. 48, extreta de la presentació sobre l'evolució de les IDE, feta per l'ICC a les segones Jornades Ibèriques d'Infraestructures Espacials [20], es mostra l'evolució creixent del nombre de proveïdors i dels serveis WMS dels últims anys.

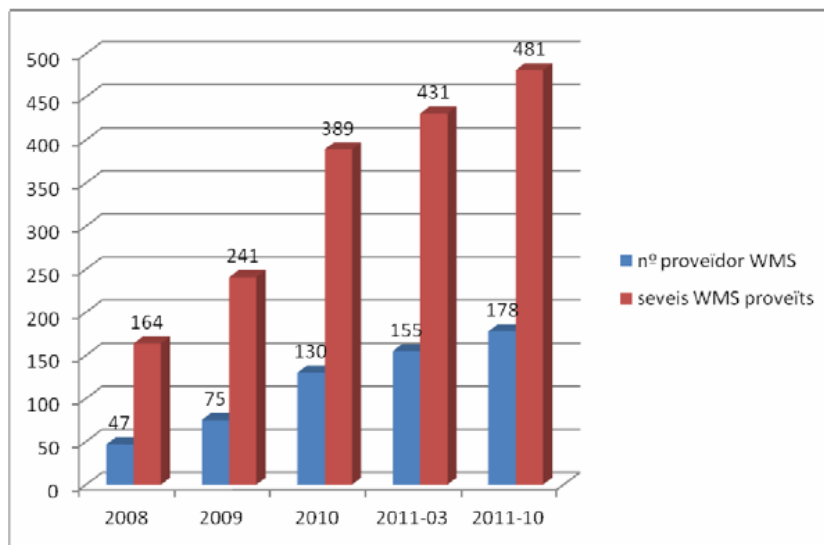


Fig. 48: Evolució dels serveis WMS els últims anys. (Gràfica extreta de la presentació de l'ICC sobre l'evolució de les IDE a les segones JIIDE del 2011).

A Catalunya es pot buscar tota la informació referent a les Infraestructures de Dades Espacials des de la pàgina web de l'IDEC, on es poden visualitzar les capes de dades que generen diferents organismes sobre el territori català. Per altra banda es pot accedir al Geoíndex de la pàgina web de l'IGC on també es troben tot tipus de cartografies i dades espacials que es publiquen i es comparteixen, a les quals es pot accedir mitjançant WMS. **De fet, un del objectius del projecte en el que està immers la present tesina, és el de poder intercanviar tota la informació amb l'IGC i penjar totes les dades recopilades en un portal web, donant ple accés mitjançant WMS a tots aquells ciutadans i professionals que ho desitgin.**

Amb l'objectiu de connectar-se a aquests serveis oferts per l'ICC, tan sols cal generar una nova connexió, però en aquest cas la tipologia dels arxius és un WMS, de manera que, en lloc d'una ubicació dins de l'ordinador, a la finestra de connexió es demana una direcció URL com es mostra a la Fig. 49 següent. La direcció introduïda és un WMS de l'ICC on es troben Ortofotos de Catalunya a diferents escales i de diferents anys, així com cartografies topogràfiques i geològiques a diferents escales i altres imatges interessants com imatges satèl·lit amb el canal d'infrarojos.

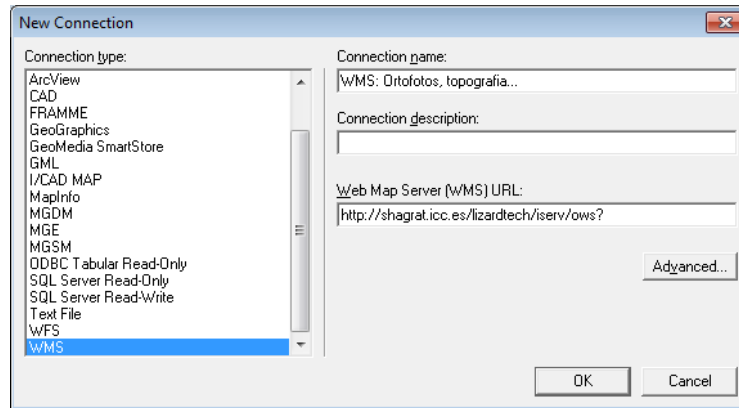


Fig. 49: Finestra de nova connexió del GeoMedia per fer la connexió a un WMS.

Un cop feta la connexió, ja es pot anar a *Leyenda, Agregar nueva entrada de leyenda*, i des de la pestanya de la nova connexió al WMS de l'ICC feta es pot demanar qualsevol de les cartografies o imatges de la finestra que es mostra a la següent Fig. 50.

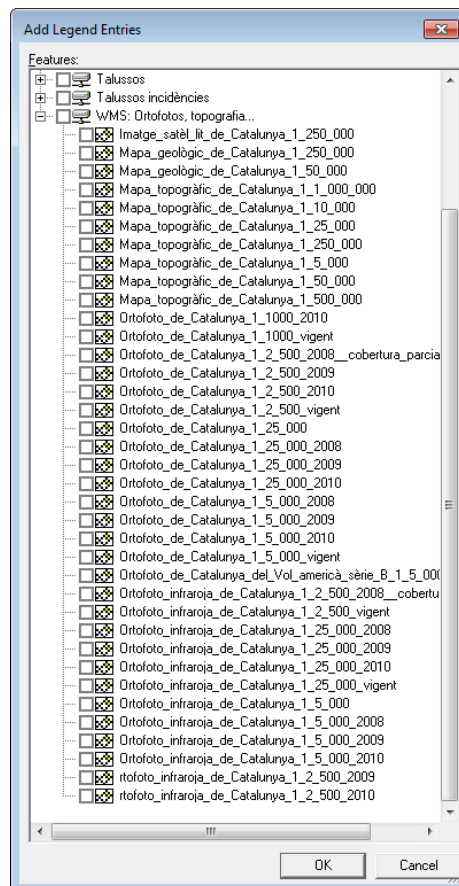


Fig. 50: Finestra de càrrega de capes oferides pel WMS de l'ICC.

4.2.4 Ortofotos.

La utilització de les ortofotos permet fer una millor idea de l'entorn en el que s'està treballant, així com corroborar la posició d'elements, siguin exploracions o incidències. Els arxius que s'utilitzen, a diferència dels utilitzats fins ara en el projecte, són ràster.

A diferència dels arxius vectorials utilitzats fins ara, els arxius ràsters contenen informació (en aquest cas referent a un color), a cada una de les cel·les en les que es divideix la imatge (píxels) que controlen la resolució d'aquesta.

La càrrega de les ortofotos es pot realitzar a partir d'arxius descarregats d'Internet del mateix ICC o d'altres fonts, o bé mitjançant la connexió WMS feta a l'apartat anterior. La utilització del WMS permet no haver de tenir totes les ortofotos a totes les escales i diferents anys emmagatzemades al propi ordinador, de manera que simplifica molt les tasques de gestió i manteniment d'aquestes dades.

Així doncs, la càrrega d'ortofotos mitjançant el WMS és tan senzilla com obrir una nova capa de la llegenda i seleccionar del llistat de la Fig. XX anterior, quina ortofoto, a quina escala i quin any es desitja i immediatament es visualitzarà. Tot depèn de la qualitat de la connexió a Internet que es tingui, però en general, l'OGC, estableix que en un 90% dels casos es trigui menys de 3 segons en carregar les imatges donada una resolució estàndard. Per facilitar la càrrega s'ha creat un subgrup a la llegenda amb les ortofotos vigents a diferents escales. A la següent Fig 51 es mostra una superposició de la xarxa de carreteres (GRAF), de l'inventari de talussos inestables i incidències, amb una ortofoto vigent de l'eix de Berga i la plana de Vic.

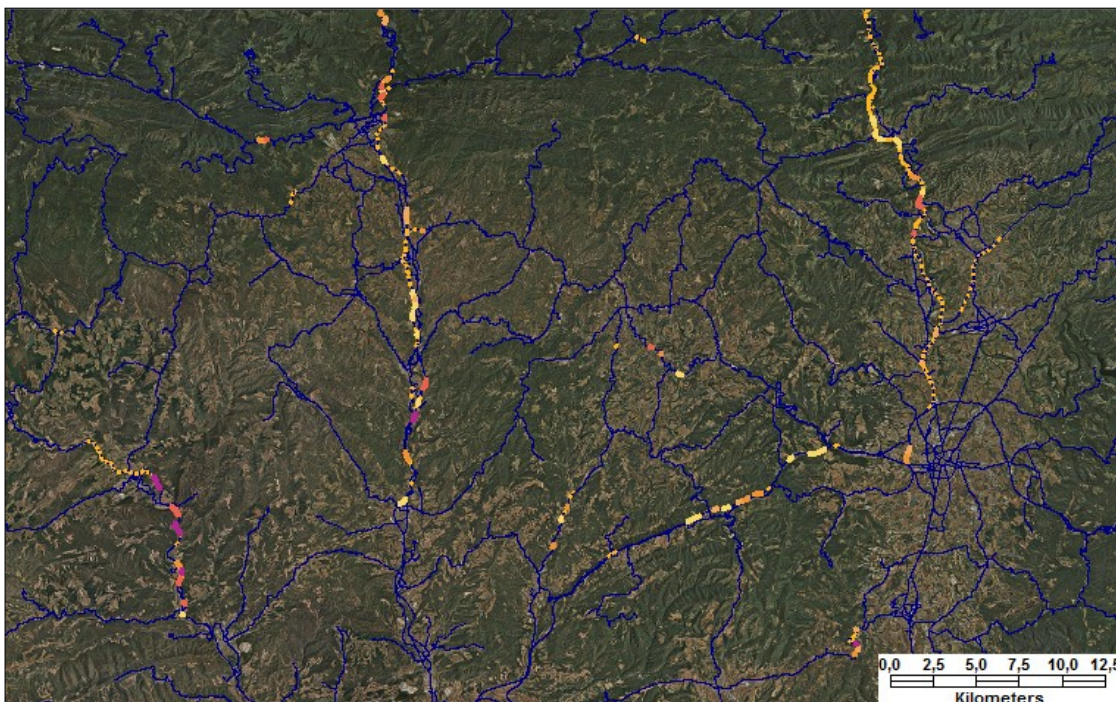


Fig. 51: Ortofoto amb la xarxa de carreteres i les BBDD de talussos inestables i incidències de la DGC superposades.

4.2.5 Cartografies topogràfiques.

La utilització de la cartografia topogràfica també permet fer-se una millor idea de l'entorn i del relleu d'una zona d'estudi o d'actuació en la que s'està treballant, així com corroborar la posició d'elements, siguin exploracions o incidències. Els arxius que s'utilitzen són ràster com les ortofotos.

La càrrega d'aquest arxiu també es pot fer descarregant-los o obtenint-los d'altres fonts, o bé mitjançant la connexió WMS de manera anàloga a la càrrega de les ortofotos. Així doncs, és tan senzill com obrir una nova entrada de llegenda i seleccionar l'escala de la cartografia topogràfica desitjada de la connexió WMS generada anteriorment. A la següent Fig. 52 es mostra la mateixa zona de la Fig. 51 anterior, en aquest cas amb la cartografia topogràfica carregada i amb la xarxa de carreteres i les BBDD de la DGC superposades. I a la Fig. 53 es mostra un detall de Borgonyà on es mostra la cartografia topogràfica a escala 1:5000.

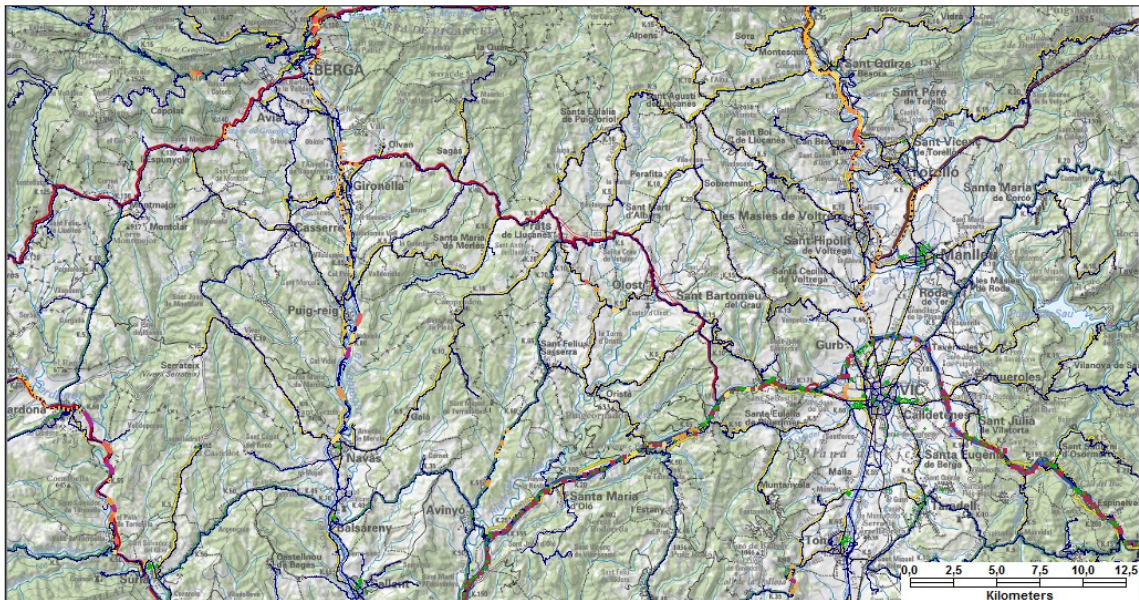


Fig. 52: Cartografia topogràfica a escala 1:250000 de l'eix de Berga i de la plana de Vic amb la xarxa viària i les BBDD de la DGC superposades.

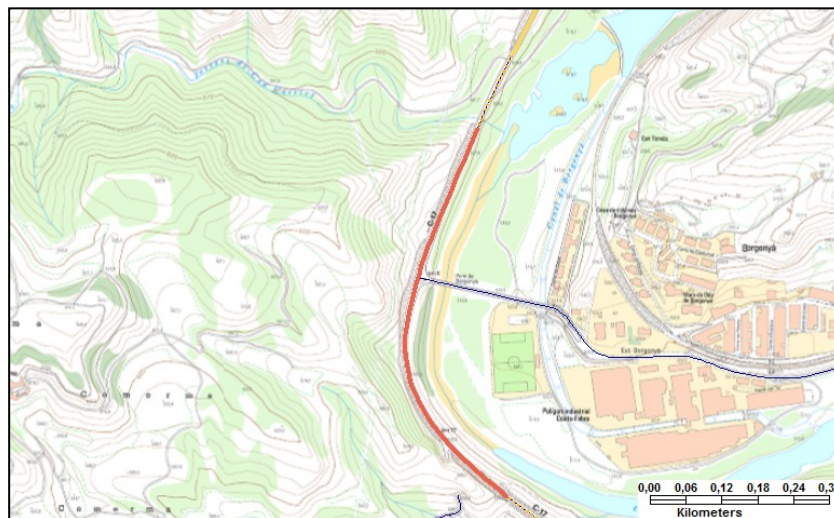


Fig. 53: Cartografia topogràfica a l'oest de Borgonyà a escala 1:5000.

4.2.6 Càrrega d'arxius en format DXF.

Per utilitzar la geometria de noves actuacions en el territori es contempla la possibilitat de carregar en el projecte SIG capes en format DXF procedent d'Autocad o altres softwares, per tal de cercar dades en funció de la ubicació, orientació i longitud de les diferents alternatives que s'estudiïn. Com en els altres casos, cal començar generant una connexió que especifiqui el format CAD dels arxius amb els que es vol interactuar. Anàlogament a les altres connexions es va al menú desplegable *Almacén* i es selecciona *Conexiones*, des d'on es genera la nova connexió a arxiu de tipus CAD.

A diferència de les altres capes que carreguen per ser visualitzades al projecte SIG des del menú *Leyenda*, per visualitzar els arxius CAD cal anar al menú desplegable *Herramientas* i seleccionar *Visualizar archivos CAD*. Com es mostra a la Fig. 54 següent, apareix la finestra que permet seleccionar diferents formats d'arxius CAD, seleccionar la carpeta a la que es guarden els arxius, i marcar aquells que es desitgin visualitzar a la vista mapa del projecte. Un punt molt important és el de seleccionar correctament el sistema de referència a utilitzar per representar l'arxiu, que en general serà l'ED50 en UTM en el fus 31 com la resta del projecte.

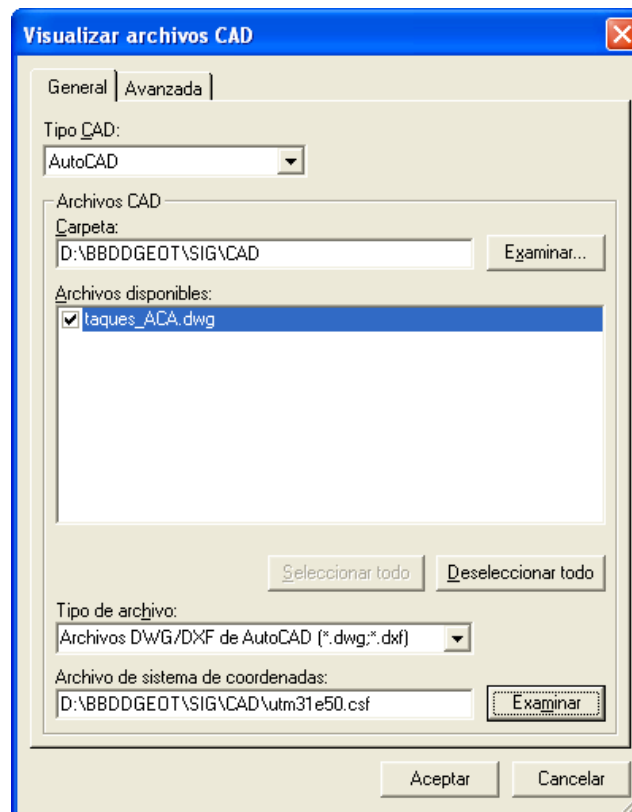


Fig. 54: Finestra de càrrega per a visualitzar arxius CAD.

Una tipologia típica d'arxiu CAD a carregar poden ser els plànols de qualsevol tipus d'actuacions o els coneguts Plans d'Espais Fluvials (PEF) que genera l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) i que condiciona la traça i el dimensionament de les infraestructures.

Com a exemple, a la següent Fig. 55 es mostra un detall d'un arxiu en format vectorial DXF carregat, referent a la Planificació d'Espais Fluvials (PEF) del riu Ter que estableix l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA), on es delimiten les planes d'inundació associades al cabal d'avinguda estimat per un període de retorn de 100 anys i la plana d'inundació associada al cabal d'avinguda aproximat per un període de retorn de 500 anys.

Com s'ha fet amb les BBDD i altres arxius, es poden modificar les propietats de visualització de la capa i classificar els elements en funció d'algun camp. En aquest cas s'ha seleccionat un camp on es definia si les línies estan associades al Q100 o al Q500, de manera que s'ha representat en taronja els límits de la plana d'inundació associada al Q100 i en blau l'associada al Q500, superposant-ho a l'ortofoto de la zona.

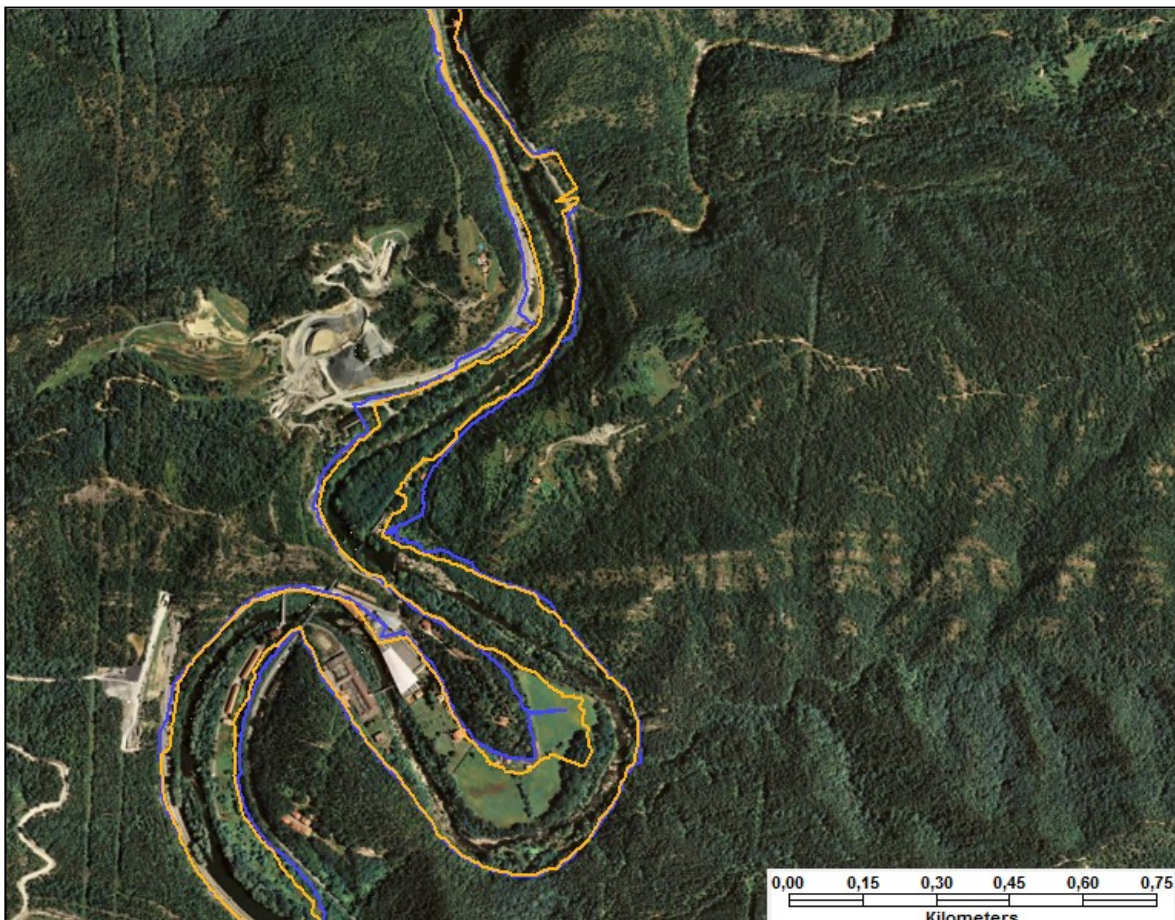


Fig. 55: Arxiu CAD referent al PEF del riu Ter amb els límits de les planes d'inundació associades al Q100 (en taronja) i al Q500 (en blau) superposats a l'ortofoto de la zona.

A l'hora de representar actuacions d'obra civil, també es poden classificar els elements en funció d'algun camp per facilitar la visualització d'aquests. Sempre cal tenir en compte el sistema de referència que es vulgui utilitzar, que per defecte s'ha configurat l'ED50 en UTM al fus 31.

4.2.7 Càrrega de la BD d'exploracions de l'IGC.

Com s'ha comentat ens alguns punts de la tesina, l'Institut Geològic de Catalunya genera, publica, divulga i manté una gran quantitat de dades del territori català, la majoria associades a àmbits del coneixement de la geologia. A part de les clàssiques cartografies geològiques o la cartografia geològica en format vectorial que s'ha integrat en el projecte SIG, l'IGC també ofereix una gran varietat de cartografies i dades espacials com la cartografia de riscos geològics, de deformació del terreny, de mesures sísmiques, de geotèrnia o informació nivològica.

A la vegada que es desenvolupava el projecte SIG de la present tesina, l'IGC va fer pública la seva BD d'exploracions en un dels visors del Geoíndex de la pàgina web de l'IGC. Aquesta BD engloba dades d'exploracions procedents tant d'estudis realitzats pel mateix IGC, com dades d'exploracions associades a obra pública del Ministeri de Foment, a exploracions associades a habitatges encomanades per l'INCASOL, així com exploracions realitzades per Municipis o per les Diputacions. Totes aquestes fonts d'informació d'exploracions geotècniques realitzades són complementàries a les registrades a la BD DINS de GISA.

Amb l'objectiu de compartir totes les BBDD i de fer-les públiques en un visor de l'IGC, es va acordar traspassar-se part de la informació registrada a les BBDD de cada ens, en concret, les dades referents a la localització de les prospeccions i el projecte al que estan associades per poder trobar fàcilment els registres i la documentació que les acompanyen. A la Taula 6 següent es mostren els camps de les BBDD que s'han compartit en primera instància per poder conèixer la localització de les prospeccions realitzades per cada organisme.

idCodi_explor	Coord_X	Coord_Y	Coord_Z	Long	Tipus_explor	Codi_Projecte	Ens
15124	407.587,5	4.617.675	452	17,5	Sondeig	EI-VB-XXXXX	GISA

Taula 6 Consulta amb els camps per la transferència entre GISA i l'IGC.

Així doncs, de manera immediata, es va procedir a generar les consultes de les diferents BBDD, i tant GISA com l'IGC s'han transferit les dades definides a la Taula 6 associades a les exploracions del terreny registrades a la BBDD respectives.

Un dels aspectes més interessants a desenvolupar amb l'IGC, és la publicació de la localització de les prospeccions realitzades per GISA al portal web de l'IGC, a l'apartat GeoÍndex, on avui en dia ja es poden consultar les prospeccions realitzades per encàrrec de l'IGC.

A llarg termini seria interessant poder fusionar les dues BBDD en una de sola, però les estructures i sistemes d'aquestes són tant diferents que suposa un gran projecte de replantejament dels sistemes actuals.

Tot i que en primera instància la transferència d'informació està associada només al posicionament de les exploracions, ja és molt, ja que coneixent l'existència d'una exploració i quin organisme en té les dades del registre i dels assaigs corresponents, aquesta es pot sol·licitar.

L'enriquiment de les BBDD dels dos organismes amb la transferència de dades i amb les línies futures d'actuació és innegable. Malgrat que encara falten moltes exploracions ja realitzades per obra civil catalana, que depèn de GISA, l'aspecte de Catalunya amb les exploracions de les dues BBDD millora notablement.

Per tal de poder transferir a l'IGC les dades que es van acordar, es va generar una setena consulta que completa les 6 realitzades anteriorment per optimitzar la BD del DINS. Des del Microsoft Access es va fer doncs la consulta anomenada C7_Exploracions GISA per IGC on es troben totes les dades requerides.

Per altra banda, per integrar les exploracions de l'IGC al projecte SIG es va geocodificar la taula amb la que es van transferir les dades. Per detectar errors i identificar possibles exploracions repetides a les BBDD, es va generar un *buffer*, o zona d'influència, de 20 metres, al voltant de les exploracions cedides per l'IGC i es va cercar en elles exploracions de la BD del DINS de GISA. Amb aquest sistema es van trobar tan sols dues exploracions repetides a les BBDD de GISA i de l'IGC. A la Fig. 56 es mostren les zones d'influència generades al voltant de les exploracions de l'IGC marcades en blau, i les exploracions repetides de GISA en vermell.

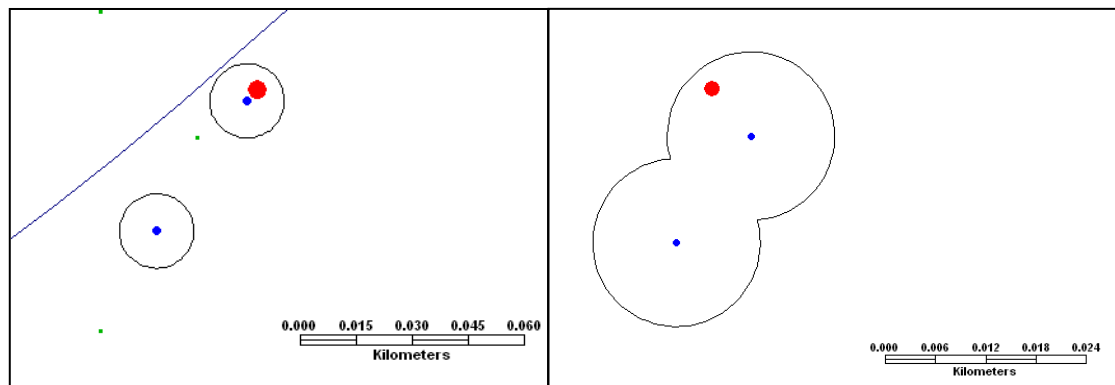


Fig. 56: Zones d'influència a 20m de les exploracions de l'IGC (en blau) i intersecció d'aquesta amb les exploracions de GISA per buscar repeticions (en vermell).

Aquestes repeticions es van confirmar al veure que corresponien al mateix projecte i amb el mateix nom d'exploració. La diferència en el posicionament és degut a possibles errors de presa de la mesura o errors posteriors a l'introduir les dades a les corresponents BBDD.

L'aspecte de les diferents BBDD ja carregades al projecte amb la visualització en mapa d'aquestes, és la que es pot observar a la Fig. 57 següent. En escales de taronges i liles es mostra la BD de la DGC corresponent a l'inventari de talussos inestables i d'incidències registrades pel SCT, i en colors verd i altres, en funció de la tipologia de l'exploració, es mostren les BBDD d'exploracions del terreny tant de GISA com de l'IGC. A primera vista queda palès que tot el projecte està en fase de desenvolupament i d'alimentació, sobretot pel que fa a la BD DINS.

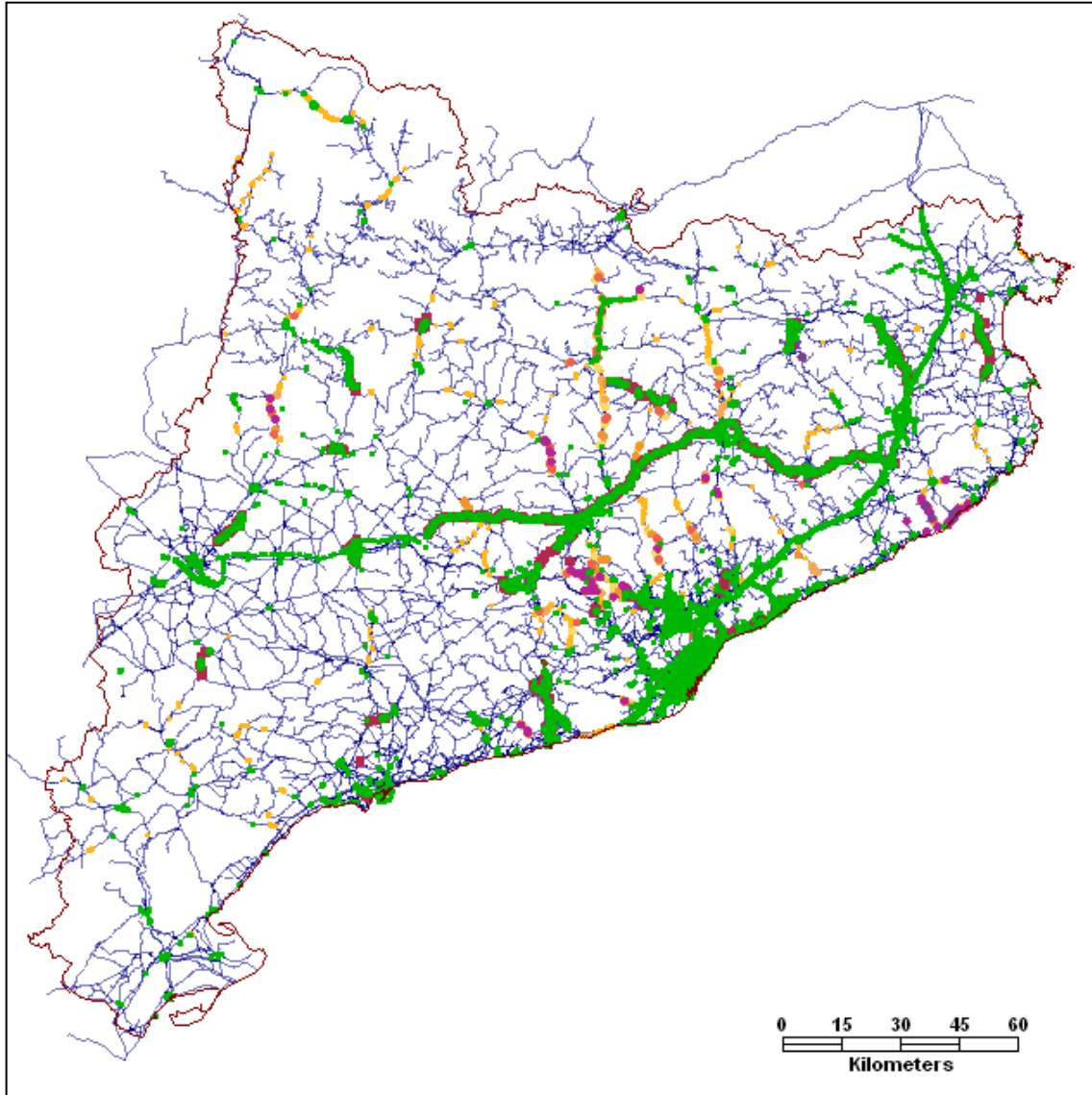


Fig. 57: Visualització del les BBDD carregades de GISA, DGC i de l'IGC sobre la xarxa de carreteres de Catalunya.

La versatilitat de les eines SIG permeten anar incorporant noves BBDD i tot tipus de cartografies, realitzant un tractament espacial del contingut de les BBDD treient-ne el màxim profit.

4.2.8 Càrrega de les conques hidrogràfiques de Catalunya.

Un dels punts dels projectes d'obra civil on cal posar una especial atenció és en les obres de drenatge tant transversals com longitudinals. A grans trets, cal distingir entre les conques internes de Catalunya, de les quals en té les competències l'ACA, i les conques que desaigüen a l'Ebre, que són competència de la Confederació Hidrogràfica de l'Ebre. Aquesta cartografia s'integra pel seu interès però no es desenvoluparà la seva explotació ja que, entesos els mecanismes de consulta, es pot explotar anàlogament a la resta de cartografies vectorials integrades al projecte.

Des de la pàgina web de la Generalitat de Catalunya es pot accedir a l'apartat de dades Obertes de d'on es poden descarregar una gran quantitat de dades espacials de Catalunya en diversos formats. Un d'ells és la cartografia en format vectorial de les diferents conques hidrogràfiques de Catalunya. Així doncs, vist l'interès per conèixer les conques que travessen les actuacions d'obra civil, també s'ha carregat aquesta cartografia al projecte SIG. S'han convertit totes les dades al format SmartStore de GeoMedia i s'ha generat una nova connexió anomenada Conques Hidrogràfiques. Finalment s'han representat en diferents colors i les dades associades a cada element estan a plena disposició de l'usuari. A la següent Fig. 58 es mostra l'aspecte de la cartografia de conques hidrogràfiques carregada al projecte SIG.

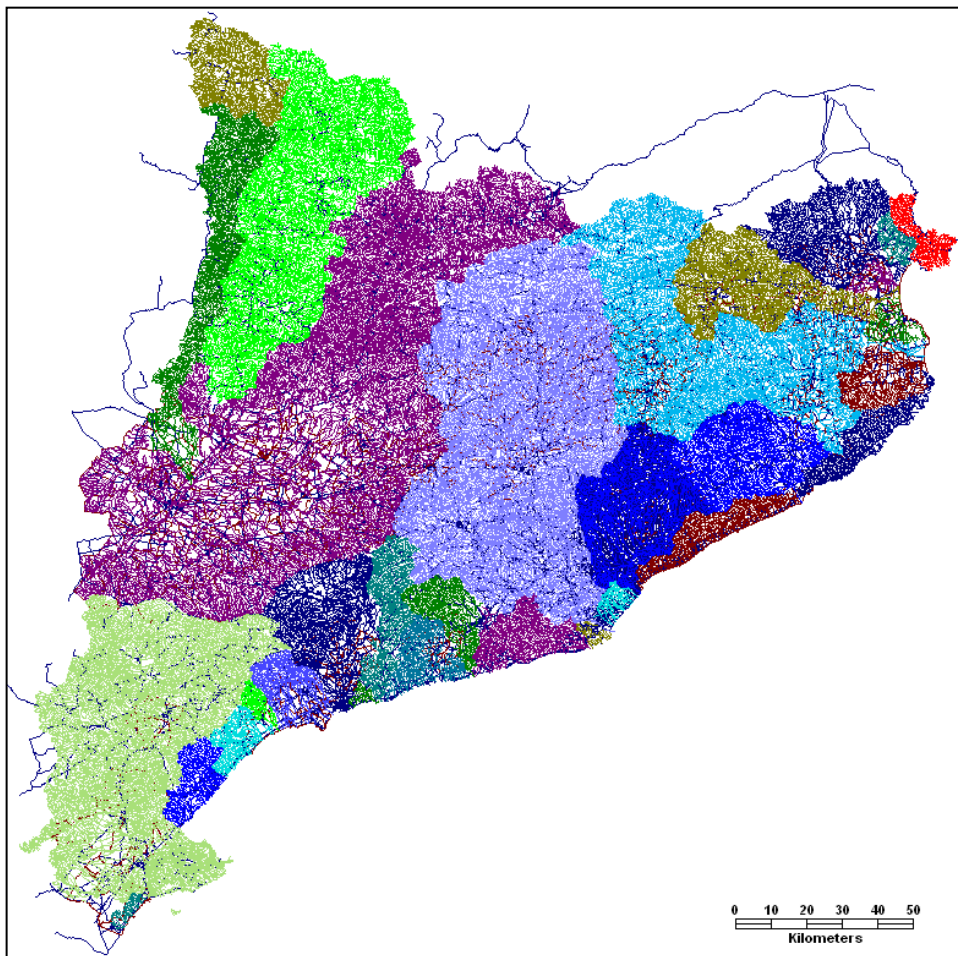


Fig. 58: Visualització de les conques hidrogràfiques de Catalunya carregades al projecte SIG.

4.3. Organització de les BBDD i cartografies carregades a la llegenda del projecte.

Amb l'objectiu de facilitar l'accés a les diferents BBDD i cartografies carregades al projecte, s'ha considerat adient generar dos grups conceptuais mitjançant la llegenda secundària del GeoMedia. El GeoMedia permet treballar amb dues llegendes diferents, l'anomenada *Display Order*, amb la que es defineix l'ordre de superposició de les diferents capes a l'hora de ser visualitzades, i la llegenda *Groups*, que permet ajuntar les capes en diferents grups en funció de criteris organitzatius conceptuals.

Així doncs, s'han classificat les diferents capes carregades en dos grups (Fig. 59). **El primer grup està destinat a les BBDD** integrades al projecte SIG. Per facilitar els processos de cerca, s'han ajuntat les capes referents a les incidències i als talussos inestables inventariats, així com les capes d'exploracions de la BD de GISA i les de la BD de l'IGC. Per fer-ho s'ha utilitzat la funció *Agregació* del menú desplegable *Anàlisis* del GeoMedia. D'aquesta manera, al generar les consultes es buscarà sobre aquestes capes unificades i en lloc de generar quatre consultes se'n generaran dues. També s'ha generat un subgrup amb les BBDD originals per separat.

El segon grup engloba les diferents cartografies carregades, on es poden trobar subgrups per cada tipologia de cartografia. Hi ha un subgrup per les capes associades a les cartografies de límits administratius com la de municipis o la de comarques, un subgrup per les cartografies de formacions geològiques en format ràster i vectorial, un subgrup amb les cartografies topogràfiques a diferents escales, un subgrup per les ortofotos a diferents escales, i un subgrup per la xarxa de carreteres.

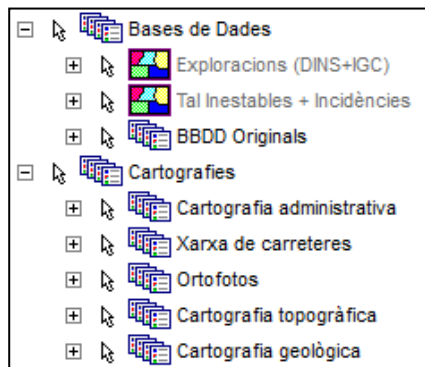


Fig. 59: Visualització de la llegenda per grups de les capes carregades al projecte SIG.

Tant la cartografia de municipis, com la de comarques, com la de formacions geològiques, si es despleguen, es poden observar tots els elements continguts en elles. En el cas de les capes associades a les BBDD, el que s'observa al desplegar-les no són tots els elements continguts en elles, sinó la classificació que s'ha dut a terme a l'hora d'integrar-les per generar una visualització que identifiqui els elements en funció d'alguna de les seves característiques.

Al desplegar la capa associada als talussos inestables i les incidències es mostra l'escala de colors en funció del paràmetre SD. De la mateixa manera, al desplegar la capa associada a les exploracions tant de GISA com de l'IGC, es mostra la classificació feta en funció de la tipologia de les exploracions, com es pot observar a la Fig. 60 següent, on es despleguen tots els subgrups de la llegenda.

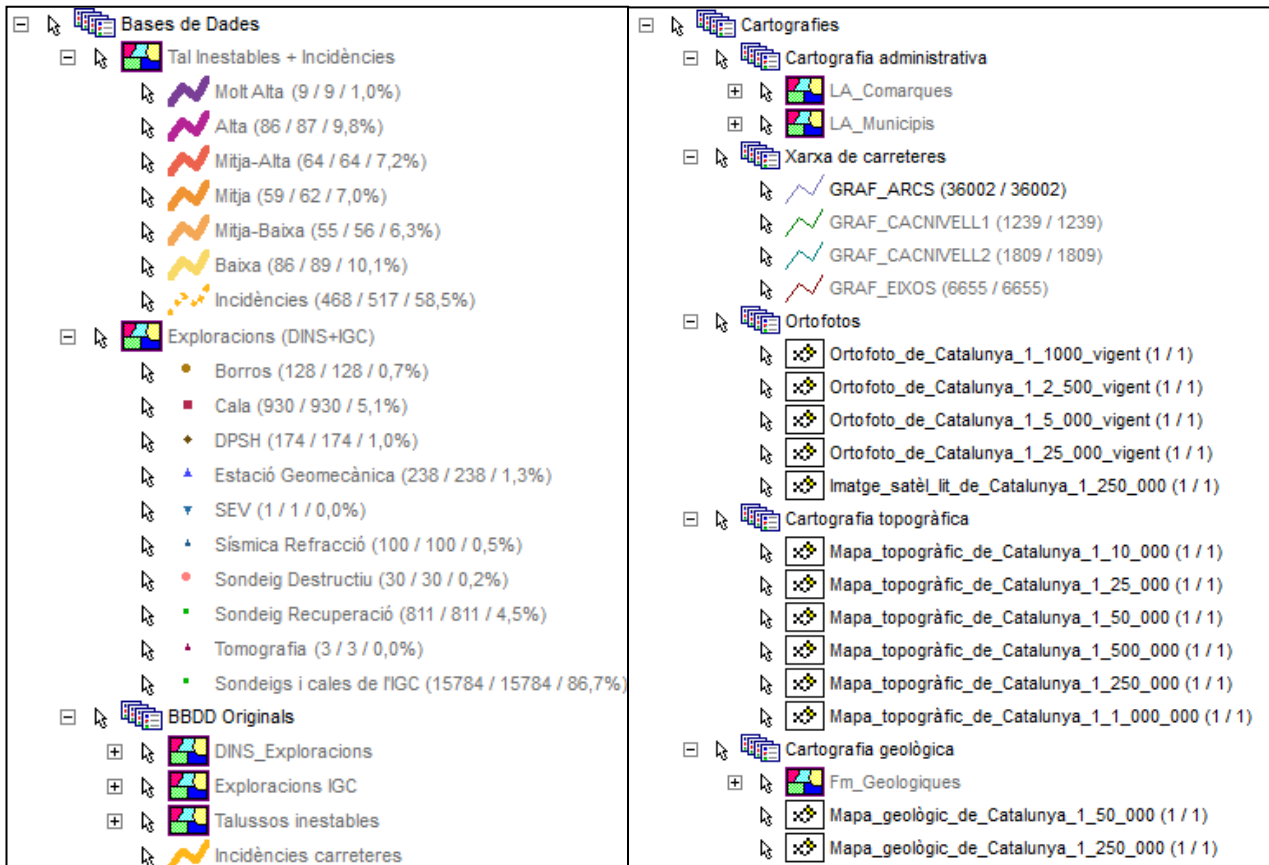


Fig. 60: Visualització de la llegenda per grups desplegada de les capes carregades al projecte SIG.

A la finestra de connexions que es mostra a la Fig. 61, on es troben totes les direccions i ubicacions dels diferents magatzems de les dades que utilitza el projecte, es poden observar les diferents entrades d'informació que s'utilitzaran per obtenir una nova gestió de la informació de forma global.

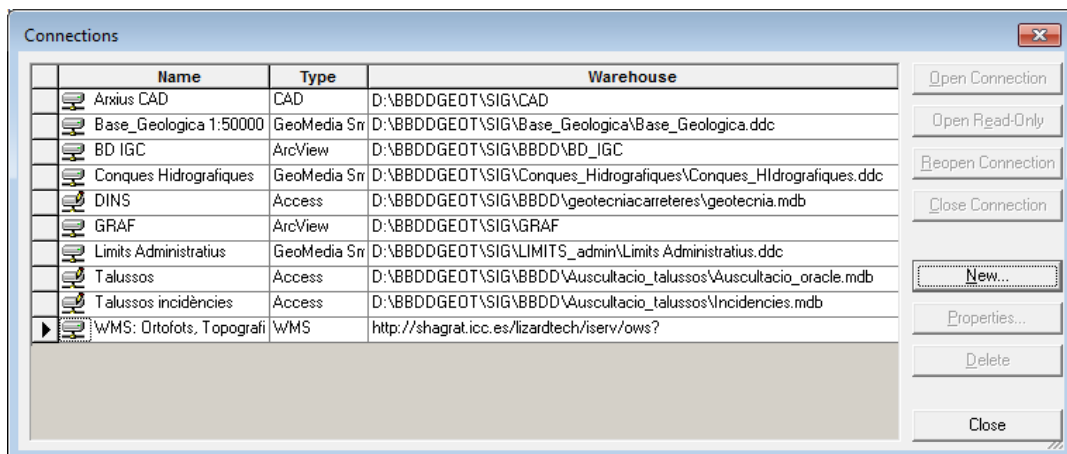


Fig. 61: Finestra de connexions als magatzems de dades del projecte SIG elaborat.

El projecte SIG desenvolupat absorbeix informació de moltes fonts diferents, i en conjunt, engloba una gran quantitat de dades que cal saber com consultar i obtenir. En el següent capítol 5 de la present tesina es desenvoluparan els sistemes de consulta necessaris per explotar el potencial del projecte, però cal tenir clar quines dades s'han introduït i mantenir una bona organització per generar consultes eficients.

5. Explotació i aplicacions.

En aquest capítol es pretén desenvolupar l'explotació del projecte SIG que s'ha anat alimentant amb moltes fonts diferents de cartografies i de BBDD per poder satisfer les preguntes dels diferents gestors de la informació.

En primera instància es generaran consultes per atributs com es feia amb el sistema anterior del DINS i es treballarà amb les dues BBDD que són l'eix central de la present tesina. A continuació s'explotarà el potencial real de les eines SIG mitjançant algunes consultes topològiques entre les BBDD i les cartografies integrades al projecte per mostrar una pinzellada del potencial de l'eina. En tot moment cal tenir present que la intenció és només mostrar quines són les capacitats de l'eina, i cal que l'usuari final conegui els mecanismes de generació de consultes per poder desenvolupar per si sol les consultes que satisfacin les seves necessitats. En qualsevol cas es generaran aquelles consultes que, d'acord amb els tècnics de GISA i de la DGC, són les més freqüents o de major interès, i aquestes es deixaran configurades per la seva explotació.

A l'esquema de la Fig. 62 següent es mostra una síntesi de les diferents branques de consultes configurades en el projecte, sigui en funció dels atributs dels elements sobre els que es realitzi la consulta, o sigui en funció de propietats topològiques com la inclusió o pertinença a un conjunt com els municipis, les formacions geològiques, o bé la proximitat a una carretera o nova actuació.

A la Fig. 62 es mostren les consultes més freqüents sobre les dades que conté el projecte SIG. Per una banda s'observa com les consultes per atributs consten de seleccionar la BD sobre la que es vol generar la consulta i definir filtres que limiten els elements en funció de la informació registrada als seus camps.

Per altra banda es troben les consultes espacials més freqüents que depenen d'un recinte espacial delimitat per un o més municipis, una o més formacions geològiques o bé una àrea d'influència (búffer) a partir d'una carretera o d'un talús. Així doncs les consultes espacials configurades comencen fent una consulta que defineixi la regió que es vol utilitzar i automàticament s'obtenen les consultes associades a aquesta regió que mostren les exploracions de les diferents BBDD i les incidències i talussos inventariats de la DGC.

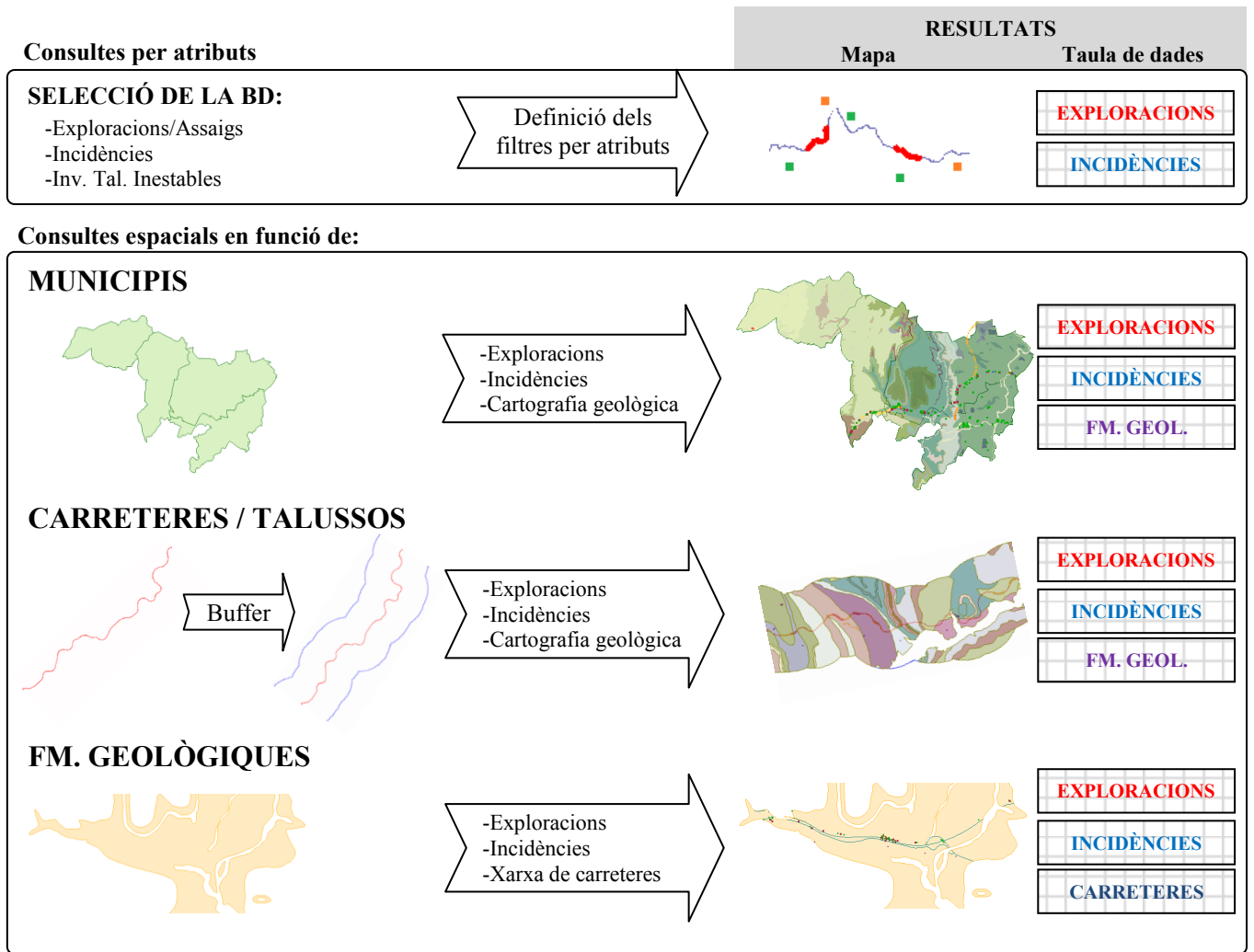


Fig. 62: Sistemes de consulta més freqüents del projecte SIG.

5.1 Cerques per atributs sobre els elements de les BBDD.

Les consultes en funció dels atributs, típiques de les BBDD relacionals, són aquelles que ja es podien du a terme amb el sistema anterior de consulta del DINS mitjançant l'aplicatiu del DINS, que permetia fer tot tipus de consultes per atributs i extreure els resultats amb un full de càlcul Excel. Les consultes per atributs es ceneixen a seleccionar un camp i aplicar-li un filtre que controla si busquem elements iguals a cert paràmetre o nom, o més grans o més petits que un valor determinat. Així doncs, en els següents apartats es mostra com generar aquest tipus de consultes des del projecte SIG desenvolupat.

5.1.1 Cerques de reconeixements geotècnics

Fins ara, totes les consultes que es podien generar sobre la BD del DINS de GISA eren consultes per atributs, i en aquest apartat es pretén mostrar que aquestes

consultes es poden seguir generant des del projecte SIG, tot i que l'usuari pot decidir fer-les des de l'antic aplicatiu del DINS. L'únic que cal tenir en compte és quina taula o capa conté la informació desitjada. Cada una de les 6 consultes fetes per optimitzar la BD del DINS permet respondre a un conjunt de preguntes, un exemple és el següent llistat que mostra algunes preguntes freqüents per a cada consulta

- C1: Quin sondeig és? A quin projecte pertany? Quina profunditat té?
- C2: Quins materials i quins gruixos troba?
- C3: Quins resultats in situ es van obtenir?
- C4: Es van treure mostres? Quins assaig es van realitzar? Quins resultats es van obtenir?
- C5: Es va instal·lar piezòmetre? Lectures?
- C6: S'han fet assaigs de bombament? Quins resultats es van obtenir?

Totes les dades que es troben a la C1_Exploracions es poden consultar directament clicant a sobre d'una exploració, ja que s'obre una finestra on es mostren totes les dades de l'exploració registrades a la C1:Exploracions, que és la consulta que s'utilitza per representar les dades. A la Fig. 63 es mostra la finestra que s'obre al clicar sobre una exploració i les dades que recull.

Una de les dades més importants que conté la BD del DINS sobre cada exploració feta, és **la clau del projecte a la que està associat**, de manera que si es desitja accedir als registres originals i als assaigs realitzats, així com a les interpretacions fetes dels resultats, mitjançant la clau es pot accedir al projecte sencer, i en concret, a l'annex de Geologia i Geotècnia d'aquest.

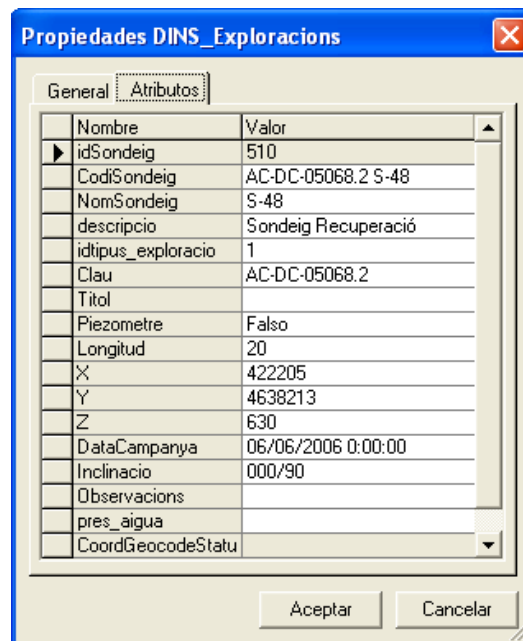


Fig. 63: Finestra d'informació que s'obre al clicar sobre una exploració.

Quan l'objectiu és generar una consulta per atributs sobre la BD del DINS cal anar al menú *Anàlisi* i seleccionar *Consulta de Atributos*, apareixent la finestra que es mostra a la següent Fig. 64, on cal seleccionar les entitats sobre la que es desitja realitzar la consulta i cal definir el filtre de la consulta.

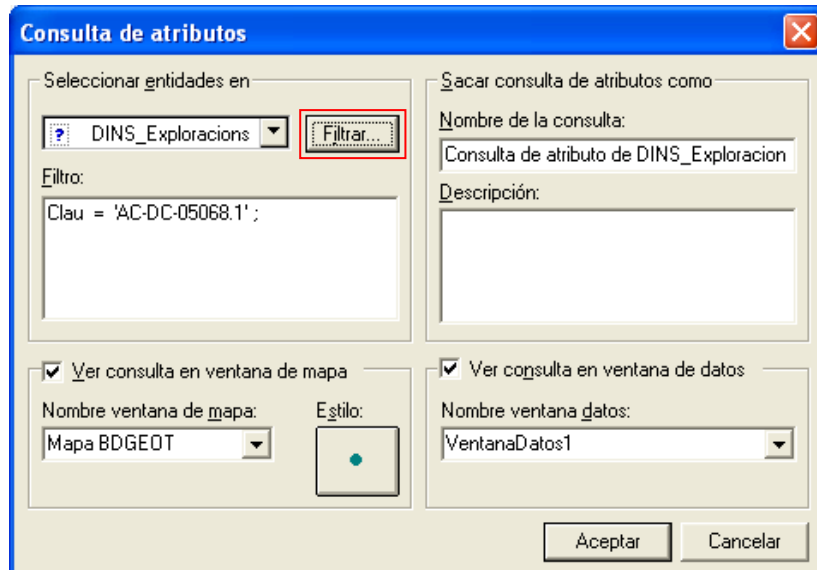


Fig. 64: Finestra de generació de consultes per atributs.

Per generar una consulta com per exemple, **cercar totes les exploracions corresponents a un projecte concret**, es selecciona la capa on es troben les dades de la C1_Exploracions que s'anomena DINS_Exploracions i es genera un filtre que en aquest cas es pot fer sobre el camp on es registra la clau del projecte. A la següent Fig. 65 es mostra el quadre de diàleg per generar els filtres mitjançant llenguatge SQL, però la interfície permet generar tot tipus de consultes amb un nivell molt baix d'aquest llenguatge. A la finestra corresponent es selecciona quin camp es vol filtrar que s'anomena atribut, quina operació es desitja utilitzar i el valor del camp. En aquest exemple es selecciona la Clau dels projectes com atributs a filtrar, l'operador igual i finalment el codi del projecte del qual es vol realitzar la cerca.

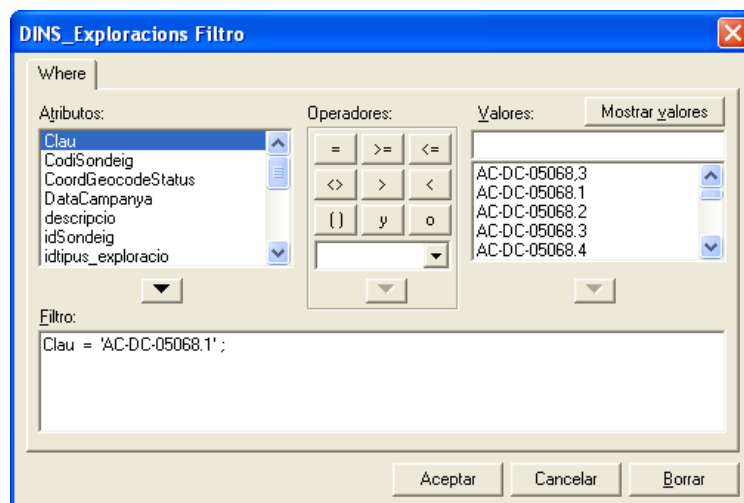


Fig. 65: Finestra de generació dels filtres de les consultes per atributs.

Una diferència important amb l'aplicatiu DINS anterior, és que els sistemes de consulta en el DINS estan completament predeterminats i no permetien **fer superposicions de filtres**. Per exemple, en el cas que ens ocupa, a més a més de cercar les exploracions associades al projecte amb la clau que correspongui, es poden filtrar a la vegada aquelles exploracions que són sondeig a recuperació i que assoleixin una profunditat major als 10 metres com es mostra a la finestra de generació de filtres de la Fig. 66.

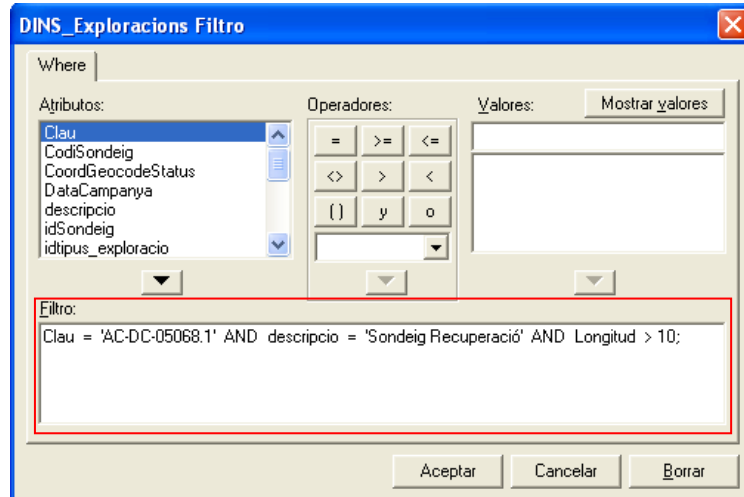


Fig. 66: Finestra de generació dels filtres de les consultes per atributs imposant diferents condicions simultàniament.

Totes les dades amb les que es treballa en el projecte SIG **poden ser visualitzades des de la vista mapa o com a finestra de taula de dades**. En aquest sentit, al generar la consulta com es mostra a la Fig. 67, es demana com es desitja mostrar els resultats, si a la *ventana de mapa* o a la *ventana de dades* o a ambdós. A la mateixa finestra mostrada abans doncs, es defineix el nom de la consulta i el títol de la finestra de dades si es desitja.

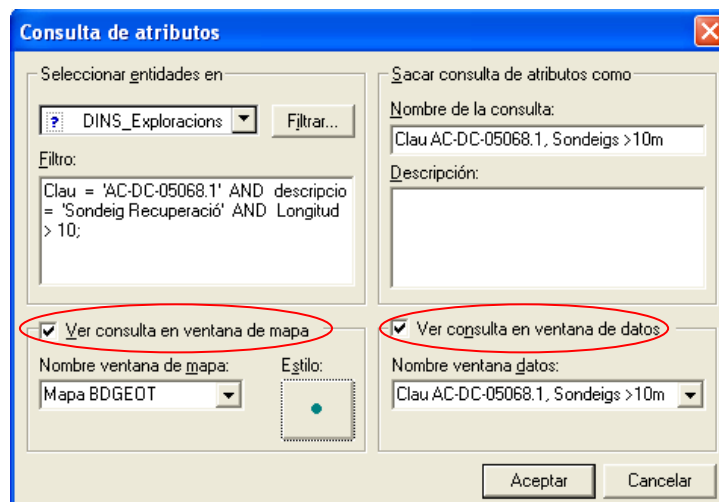


Fig. 67: Finestra de generació de consultes per atributs.

Així doncs, al acceptar es genera una nova capa a la llegenda que es visualitza immediatament, i una taula de dades. Per visualitzar taules de dades o el mapa es selecciona des del menú desplegable *Ventana* des d'on es pot obrir el mapa o qualsevol

taula de dades que es sol·liciti. Des de la vista de mapa (Fig. 68) es pot fer una ampliació a la capa clicant amb el botó dret sobre la consulta a la llegenda, seleccionant *Ajustar por entrada de leyenda*. També es pot treballar la visualització de les dades com s'ha fet anteriorment.

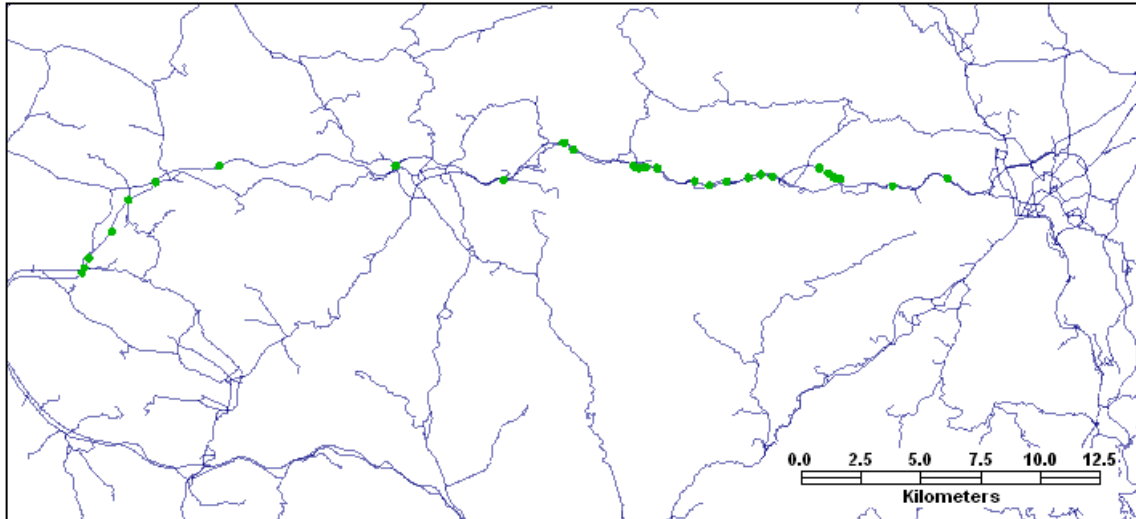


Fig. 68: Visualització des del mapa dels resultats obtinguts per la consulta per atributs generada.

Com que en aquest cas s'ha filtrat per tipus d'exploració, tot són sondeigs, però es pot fer una **classificació de colors i mida de diàmetre en funció de la profunditat de les exploracions**. De manera que es pot seleccionar una escala de blau a vermell i uns diàmetres de 5 a 8 punts per representar les exploracions obtingudes a la consulta per atributs realitzada com es mostra la Fig. 69. Aquests sistemes d'edició de les representacions són els que permeten als SIG generar mapes que expliquin molta informació de manera ràpida i senzilla.

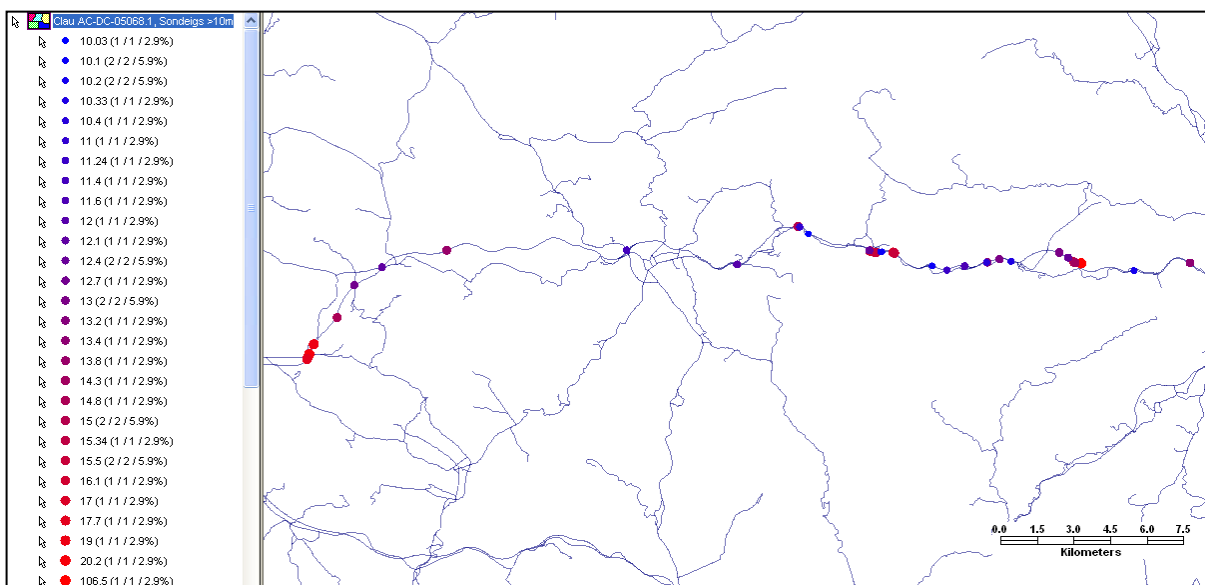


Fig. 69: Visualització des del mapa dels resultats obtinguts amb la consulta per atributs generada amb els elements representats de diferent color i diàmetre en funció de la profunditat de l'exploració.

Per generar aquest tipus de visualitzacions tan sols cal clicar amb el botó secundari del ratolí sobre la capa i seleccionar *Propiedades de visualización* apareixent la finestra que es mostra a la següent Fig. 70, des d'on es poden classificar els elements en funció d'un camp, assignar una escala de colors i de diàmetres.

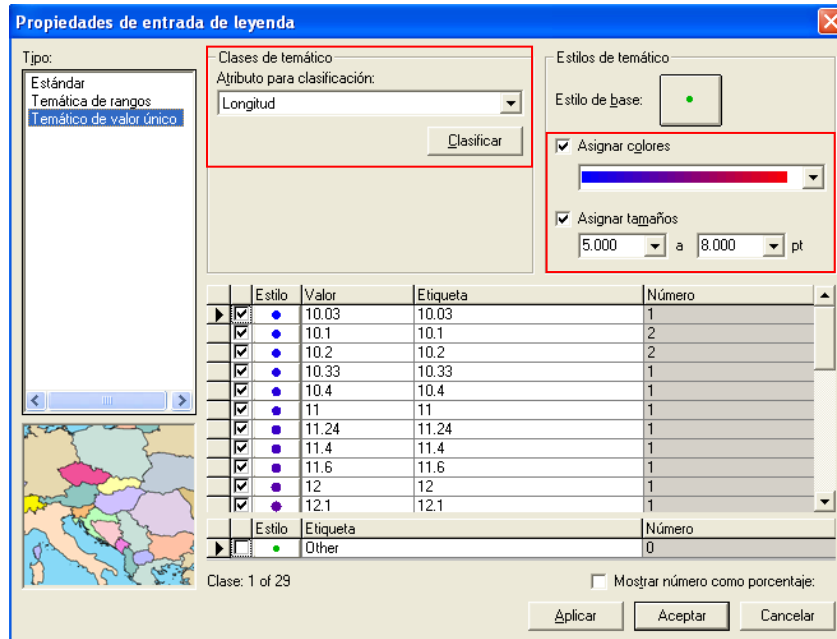


Fig. 70: Finestra d'edició de les propietats de visualització de la capa de resultats.

De la mateixa consulta, se'n poden **visualitzar els resultats en forma de taula de dades** que es pot exportar a Microsoft Excel o Microsoft Word. Des del menú desplegable *Ventana* es selecciona la finestra si existeix o es sol·licita si no apareix, de manera que cal seleccionar *Nueva Ventana de Datos*, des d'on es pot fer la petició en format de taula de dades de qualsevol de les consultes, BBDD, cartografies o qualsevol element integrat al projecte SIG. Des de la finestra que apareix es pot accedir a la primera de les branques que són les consultes del propi projecte, on es troba la consulta generada per atributs que s'ha anomenat "Clau AC-DC-05068.1, Sondeigs > 10m". En obrir-la es mostra la taula de dades que es pot observar a la Fig. 71 següent, des d'on es poden ocultar columnes i obtenir tots els camps de les dades obtingudes amb la consulta.

idSondeig	CodiSondeig	NomSondeig	descripcio	idtipus_exploracio	Clau	Títol	Piezometre	Longitud	DataCampanya	Inclinacio	Observacions
277	AC-DC-05068.1 SE	SE 124,1C	Sondeig Recuperaci 1		AC-DC-05068.1		Falso	14.3	14/03/2006 0:00:00	000/90	
347	AC-DC-05068.1 SE	SE 103,6	Sondeig Recuperaci 1		AC-DC-05068.1		Falso	11.4	20/02/2006 0:00:00	000/90	
351	AC-DC-05068.1 SE	SE 111,8	Sondeig Recuperaci 1		AC-DC-05068.1		Falso	15	16/02/2006 0:00:00	000/90	
353	AC-DC-05068.1 SE	SE 111,9	Sondeig Recuperaci 1		AC-DC-05068.1		Falso	11	16/02/2006 0:00:00	000/90	
355	AC-DC-05068.1 SE	SE 115,0	Sondeig Recuperaci 1		AC-DC-05068.1		Falso	12.4	15/02/2006 0:00:00		
356	AC-DC-05068.1 SE	SE 115,1	Sondeig Recuperaci 1		AC-DC-05068.1		Falso	16.1	15/02/2006 0:00:00	000/90	
357	AC-DC-05068.1 SE	SE 115,3	Sondeig Recuperaci 1		AC-DC-05068.1		Falso	15.5	01/03/2006 0:00:00	000/90	
358	AC-DC-05068.1 SE	SE 115,5A	Sondeig Recuperaci 1		AC-DC-05068.1		Falso	10.2	14/02/2006 0:00:00	000/90	
359	AC-DC-05068.1 SE	SE 115,5B	Sondeig Recuperaci 1		AC-DC-05068.1		Falso	10.1	14/02/2006 0:00:00	000/90	
360	AC-DC-05068.1 SE	SE 116,0	Sondeig Recuperaci 1		AC-DC-05068.1		Falso	17	10/02/2006 0:00:00	000/90	
361	AC-DC-05068.1 SE	SE 116,1	Sondeig Recuperaci 1		AC-DC-05068.1		Falso	15.5	02/03/2006 0:00:00	000/90	

Fig. 71: Finestra de taula de dades dels resultats obtinguts de la consulta per atributs.

La consulta d'exemple anterior és sobre les dades que es troben a la C1_Exploracions, que al projecte SIG s'anomena DINS_Exploracions, però es pot fer el mateix procediment de consulta sobre qualsevol de les altres taules de dades que contenen tota la informació de la BD DINS de GISA.

Les taules de consultes en el projecte SIG s'anomenen:

DINS_Exploracions;
DINS_Contactes;
DINS_Assaigs_IN SITU;
DINS_Assaigs_LAB;
DINS_Piezometres_Assaigs_aigua;
DINS_Assaig_Bombament;

Totes elles estan vinculades pel camp idSondeig, que relaciona cada un dels elements registrats a totes les taules amb l'exploració de la que depèn de la primera taula DINS_Exploracions. De fet, totes les consultes contenen la informació de la taula DINS_Exploracions a més de la informació que li pertocui referent als assaigs in situ, de laboratori, als contactes, als piezòmetres o als assaigs de bombament.

Així doncs, si es desitja fer una consulta amb l'objectiu de conèixer quins assaigs in situ s'han realitzat i quins resultats s'han obtingut, es tan senzill com generar una consulta com l'anterior, per atributs, però sobre la taula DINS_Assaig_IN SITU. **Per exemple, es podria fer la mateixa consulta anterior però sobre la taula d'assaig in situ i filtrant per assaigs SPT (Standard Penetration Test), com es mostra a la finestra de generació de consultes per atributs de la Fig. 72 següent.**

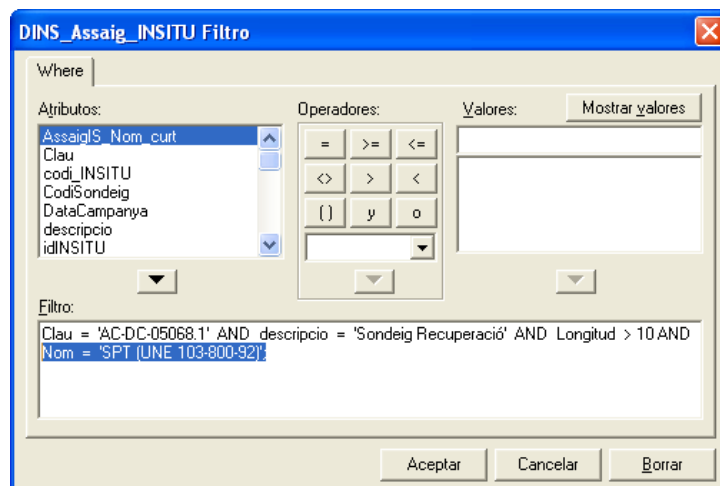


Fig. 72: Finestra de generació de filtres on s'ha afegit un criteri per assaig in situ.

En acceptar, es poden visualitzar els resultats en format de taula de dades com es mostra a la Fig. 73 següent, des d'on es poden conèixer i exportar els resultats dels assaigs consultats. En concret, s'han consultat els resultats de l'assaig SPT del qual en podem conèixer el valor de l' N_{30} de l'SPT, o la descripció dels quatre trams de colpeix.

SPT de les exploracions filtrades							
idIISITU	IdSondeigt	codi_IISITU	Profunditat	lloc	ValpropAssaigs	llocPropIS	PropIS_lloc_curt
158	277	SE124,1C/D23/SPT	2.3	SPT (LINE 103-800-92)	18	Resistència a la penetració estàndard	N SPT
160	277	SE124,1C/D41/SPT	4.1	SPT (LINE 103-800-92)	72	Resistència a la penetració estàndard	N SPT
158	277	SE124,1C/D23/SPT	2.3	SPT (LINE 103-800-92)	3/5/13/24	Descripció SPT	Descr. SPT
160	277	SE124,1C/D41/SPT	4.1	SPT (LINE 103-800-92)	41/35/37/50	Descripció SPT	Descr. SPT

Fig. 73: Finestra de taula de dades dels resultats de la consulta d'assaig in situ.

Anàlogament, es poden generar consultes per atributs sobre qualsevol de les capes anomenades DINS que contenen tota la informació de la BD DINS de GISA sobre les exploracions i els assaigs tant in situ com de laboratori o hidràulics realitzats. A més a més de poder generar les mateixes consultes que es podien generar amb l'antecedent aplicatiu DINS, es poden superposar restriccions a l'hora de generar els filtres i es poden millorar les visualitzacions dels resultats per fer-los més entenedors i amb major càrrega d'informació.

Com a línia futura de desenvolupament del projecte, es podria fer un salt qualitatiu important adquirint els paquets d'expansió de GeoMedia 3D que faciliten la representació i la manipulació de les dades tridimensionalment.

5.1.2 Cerques de talussos inestables inventariats i d'incidències

Algunes de les preguntes més freqüents que es poden respondre amb les dades registrades a les BBDD de la DGC, referent a incidències provocades per moviments de massa de vessant i sobre talussos inestables inventariats, són:

On? A quina via?

Quan va ocórrer? Durant quan de temps va estar la via tallada?

Quina longitud va afectar? Quina superfície va afectar? Quina orientació i inclinació té el talús?

S'han realitzat mesures preventives o correctores? Quines?

Quin RMR es va assignar a l'aflorament?

A més de totes aquelles dades registrades que es poden visualitzar en forma de taula de dades i filtrar com es desitgi.

La manera més ràpida d'obtenir informació és clicant a sobre de qualsevol de les incidències o dels talussos inestables inventariats, apareixen una finestra amb les dades que es tenen registrades sobre aquell element com es mostra a la Fig. 74.

Com que s'han ajuntat les dues capes que contenen la informació procedent de les dues BBDD de la DGC, apareix la mateixa finestra amb els mateixos camps, tot i que, en funció de si es tracta d'una incidència o d'un talús inventariat, es trobaran uns camps informats o uns altres. Per distingir correctament aquestes dues tipologies d'elements només cal fixar-se en el camp CODIFICACIÓ, que registra un codi pels talussos inestables inventariats, i en canvi, es deixa en blanc per a les incidències. A més

a més, la representació és diferent, ja que les incidències són totes del mateix color i amb línia discontinua, mentre que els talussos inventariats prenen diferents colors en funció del seu índex SD i sempre es representen en línia contínua.

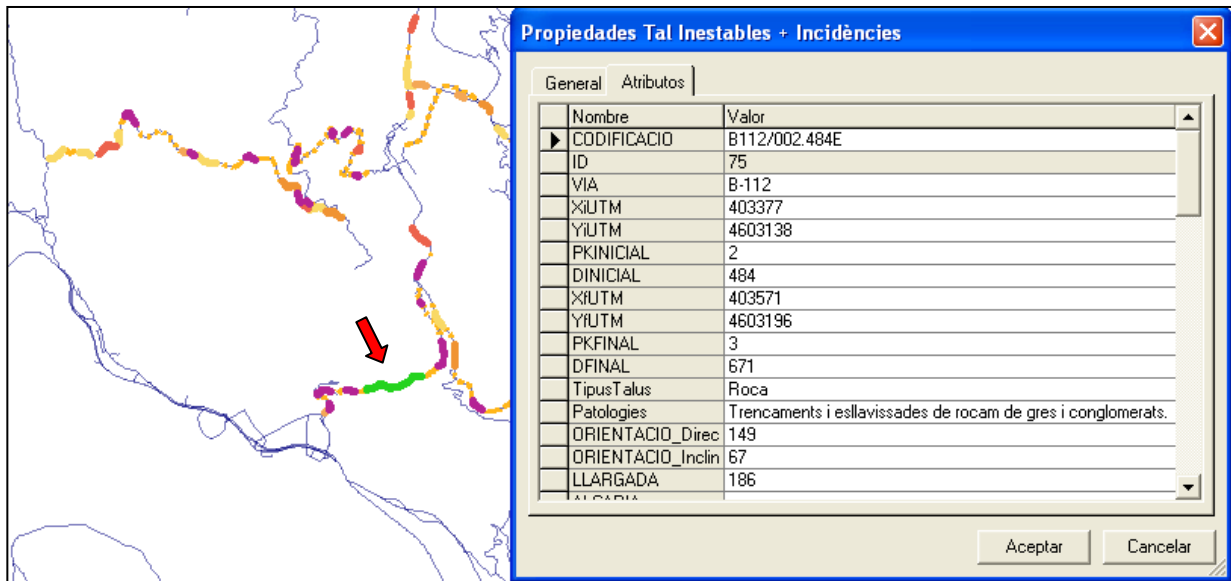


Fig. 74: Finestra d'atributs d'un talús inestable inventariat de la BD de la DGC.

Anàlogament al que s'ha vist amb la BD del DINS de GISA, es pot consultar qualsevol dada de les BBDD de la DGC mitjançant consultes per atributs. La metodologia és la mateixa, cal anar al menú desplegable *Anàlisis* i seleccionar *Consulta por Atributos*.

Primer de tot cal seleccionar la capa on es desitja realitzar la consulta, que en aquest cas és més senzill, ja que totes les dades es troben agrupades en una sola consulta anomenada *Tal.Inestables + Incidències*, i tot seguit es defineix el filtre per realitzar la consulta. Per exemple, es pot generar una consulta que cerqui aquells trams de carreteres que més incidències pateixin, o cercar incidències a una via concreta, o bé fer una cerca d'aquells talussos inestables inventariats que tinguin les condicions més desfavorables possibles per decidir criteris d'actuació.

Així doncs es realitza una nova consulta per atributs i es selecciona la capa que conté les dues BBDD de la DGC. Com en altres consultes, es sol·liciten els resultats visualitzats al mapa i en format de taula de dades, com es mostra a la finestra amb la que es genera la consulta de la Fig. 75.

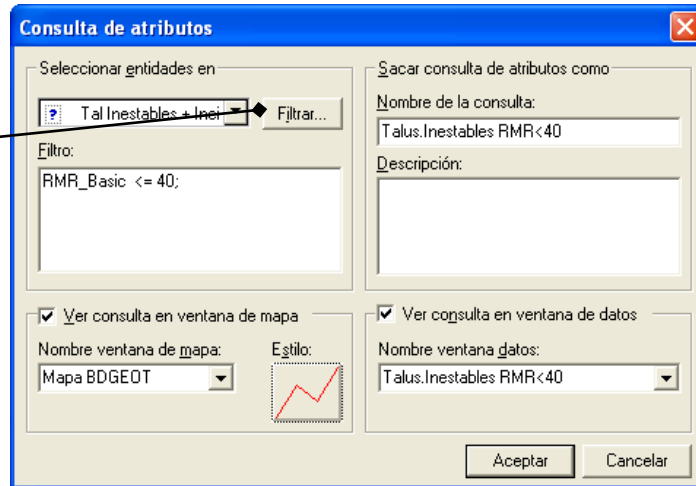


Fig. 75: Consulta per atributs sobre a BD de Talussos inestables de la DGC.

En el següent pas es defineix el filtre com es mostra a la Fig. 76 següent, on es realitza precisament l'últim exemple citat, en el que el filtre imposat cerca aquells talussos amb un valor de l'índex geomecànic RMR menor o igual de 40.

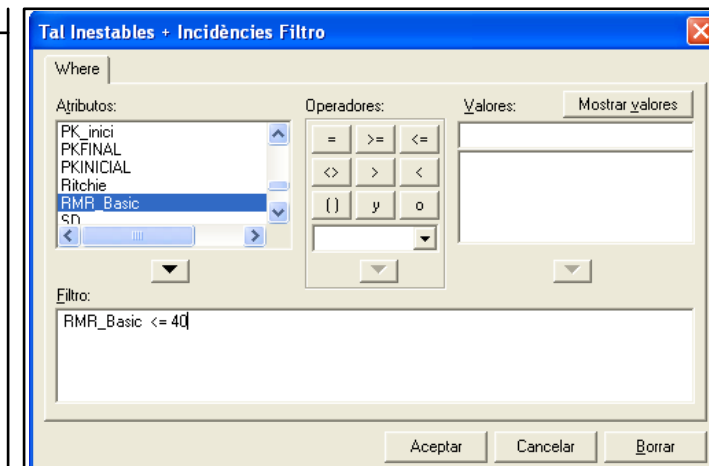


Fig. 76: Consulta per atributs sobre a BD de Talussos inestables de la DGC.

A la taula de dades obtingues, que es mostra a la Fig. 77, es pot obtenir totes les dades referents sobre els talussos, com la via, els punts quilomètrics afectats, i totes aquells camp registrats a la BD.

Talussos inestables RMR<40								
CODIFICACIO	ID	VIA	TipusTalus	Patologies	ORIENTACIO_Direccio	ORIENTACIO_Inclinacio	LLARGADA	RMR_Basic
C16/030.368E	125	C-16	Roca.	Despreniments i trencaments en falca de calcàries. Mov	51	68	220	40
B120/010.304D	143	B-120	Roca	Despreniments de pissarres.	142	76	76	40
C1412a/030.816E	195	C-1412a	Roca.	Desprendiments i trencaments en falca de margues, limollit	231	78	212	40
C55/058.960E	300	C-55	Roca.	Despreniments de rocam de gres i sòls (argiles, lims...)	89	67	207	40
B402/010.955E	373	B-402	Roca	Despreniments de blocs de roca. Trencament planar, roc	170	60	165	40
B402/011.180E	374	B-402	Roca	Despreniments de blocs roca amb trencament planar i vo	120/140/210	80	183	40
BP1103/004.100D	417	BP-1103	Roca i sòls	Despreniments de blocs de roca i massa de sòls.	346/14/50/26/0/10	79/70/60	422	40
G682/028.418E	456	GI-682	Roca	Despreniments de blocs de roca. Trencament en falca, r	46/162	40/80	211	40
C13/051.570D	333	C-13	Roca	Despreniments de blocs de roca i massa de sòls. Trenc	230	70	75	39
GI550/002.104D	467	GI-550	Roca i sòls	Despreniments de massa de sòls. Trencament en falca, r	212/178/184	80/85	184	39

Fig. 77: Resultats en forma de taula de la consulta per atributs sobre la BD de Talussos inestables de la DGC.

A la Fig. 78 següent es mostren els resultats obtinguts en vista mapa, on es marquen amb vermell els talussos inestables inventariats amb un RMR menor de 40, sobre la xarxa de carreteres i l'ortofoto a escala 1:25.000. Es poden utilitzar les cartografies topogràfiques i les ortofotos a diferents escales per orientar-se i localitzar els punts clarament a la zona d'estudi.

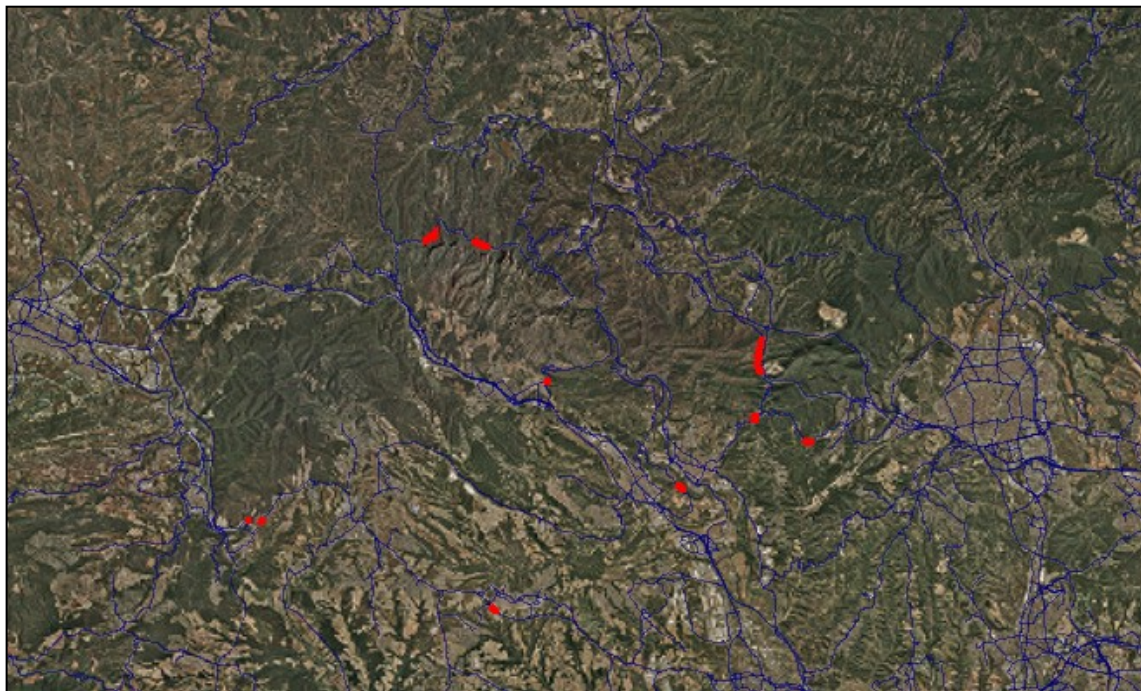


Fig. 78: Part dels resultats en vista mapa obtinguts de la consulta per atributs sobre la BD de Talussos inestables de la DGC.

5.2 Cerques topològiques d'exploracions i de talussos inestables inventariats

El gran potencial dels softwares SIG, a part de la seva capacitat per absorbir informació de moltes fonts diferents, és la capacitat per generar consultes topològiques. Com s'ha explicat amb anterioritat, les consultes topològiques són aquelles que mitjançant l'àlgebra de conjunts permeten treballar amb la posició relativa dels elements tant de les BBDD com de les cartografies. El fet de conèixer la posició, i per tant la posició relativa entre els elements, és el que permet conèixer la distàncies entre aquests, o la inclusió o pertinença d'un element dins d'un subespai o regió.

Així doncs, amb aquest sistema de consultes, es poden cercar elements registrats a les BBDD en funció de la seva posició i de la pertinença a una regió delimitada com el municipi al que pertanyen o la formació geològica a la que es troben superficialment. A la vegada també es poden realitzar cerques en funció de la distància a la que es troben els registres de les BBDD respecte una via o qualsevol element integrat al projecte com un arxiu DWG amb una nova actuació encara no construïda. A més a més, també es poden generar interseccions entre diferents fonts d'informació, com la intersecció de les incidències de la BD de la DGC amb les Formacions Geològiques a les que es troben, o les interseccions entre diferents cartografies.

En els següents apartats es descriuran algunes consultes espacials definides en funció de les necessitats més freqüents dels tècnics de GISA i de la DGC, que cerquen elements a les quatre BBDD integrades en funció d'una d'aquestes, o d'un conjunt de Municipis, o d'un conjunt de Formacions geològiques, o bé a certa distància d'una carretera. S'ha generat un grup a la llegenda per a cada tipologia de consulta ja configurada. Una cerca interessant en casos de reactivació de moviments de massa, pot ser la cerca d'exploracions geotècniques properes a una incidències actives.

5.2.1 Cerques d'exploracions properes a talussos inestables.

Quan un talús mostra senyals de deteriorament o comencen a produir-se moviments de massa, pot ser molt útil conèixer ràpidament on es troben les exploracions geotècniques més properes realitzades anteriorment i els resultats dels assaigs, tant in situ com de laboratori, així com els registres dels contactes dels material. A la Fig. 79 es mostra un talús que s'ha reactivat i del qual se'n volen conèixer les exploracions més properes.

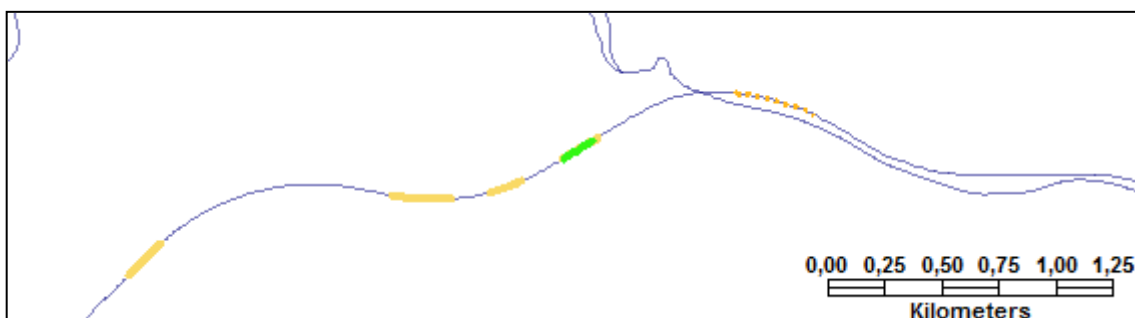


Fig. 79: Talús reactivat de la BD de la DGC a partir del qual es cerquen exploracions.

En primera instància es pot clicar sobre el talús obtenint les dades registrades a la BD de la DGC com es mostra a la Fig. 80.

Nombre	Valor
CODIFICACION	C25/172.567E
ID	276
VIA	C-25
XUTM	431301
YUTM	4643009
PKINICIAL	172
DINICIAL	567
XUFUTM	431420
YUFUTM	4643084
PKFINAL	172
DFINAL	711
TipusTalus	Roca.
Patologies	Despreniments i trencaments en falca de gresos, lutites, margues i calcàries.
ORIENTACIO_Direc	126
ORIENTACIO_Inclin	63

Fig. 80: Dades registrades del talús reactivat de la BD de la DGC.

Per facilitar els processos de consulta, s'han agrupat totes aquelles consultes en funció de la informació de la que es parteix. Si s'obre el grup de consultes associades a un talús inestable, es troben les diferents capes associades a aquesta cerca, que com es mostra a la Fig. 81 següent, consta de: una consulta per atributs on es selecciona el talús inestable; una capa que defineix una zona d'influència al voltant del talús a partir de la qual es desitja generar la consulta; la cartografia geològica dins de la zona d'influència generada; i la consulta que realment es desitja, on es troben les exploracions geotècniques contingudes a la zona d'influència. També es troba un subgrup anomenat DINS, on es troben les capes associades a cada una de les consultes de la BD DINS sobre contactes, assaigs in situ i de laboratori, piezòmetres i assaigs de bombament.

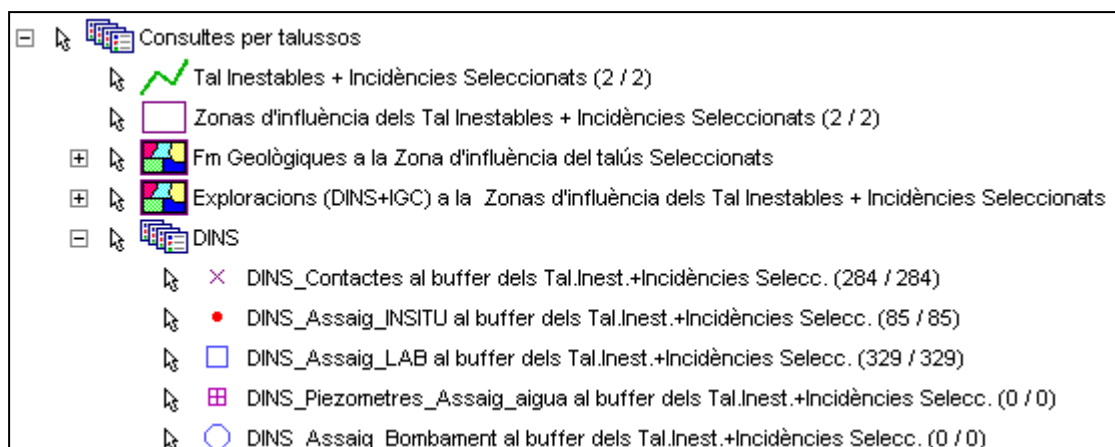


Fig. 81: Grup de consultes associades a la consulta en funció d'un talús inestable.

El procediment definit consta dels següents passos:

1. **Seleccionar el talús** amb una consulta per atributs.
2. **Generar una zona d'influència** (o buffer) al seu voltant definint la distància desitjada a partir de la qual es cercarà.
3. **Obtenir la cartografia geològica als voltants del talús**, mitjançant una consulta espacial d'intersecció.
4. **Obtenir les exploracions tant de GISA com de PIGC** dins de l'àrea d'influència definida, mitjançant una consulta espacial d'inclusió.
5. **Obtenir els assaig in situ i de laboratori, així com els contactes, els piezòmetres i els assaigs de bombament**, mitjançant consultes espacials d'inclusió.

1. Per començar cal seleccionar el talús a partir del qual es vol generar la cerca. Per fer-ho es realitza una consulta per atributs sobre la BD de la DGC i es filtra el camp que es desitgi per seleccionar el talús en concret. Aquesta consulta ja està generada, de manera que es pot anar al quadre de *Consultas* al menú desplegable *Analisis*. Des d'aquesta finestra, que es mostra a l'esquerra de la Fig 82, s'observen totes les consultes generades al projecte i que s'utilitzen per consultar les dades en funció de diferents criteris i informacions de sortida. En aquest cas es desitja entrar a les propietats de la consulta anomenada *Tal. Inestables + Incidències Seleccionats* que es mostra a la Fig. 82 des d'on es pot canviar el filtre per seleccionar qualsevol talús inventariat o incidència de les BBDD de la DGC. Es pot clicar sobre el botó de *Filtrar* i canviar-lo per seleccionar el o els elements desitjats de les BBDD de la DGC.

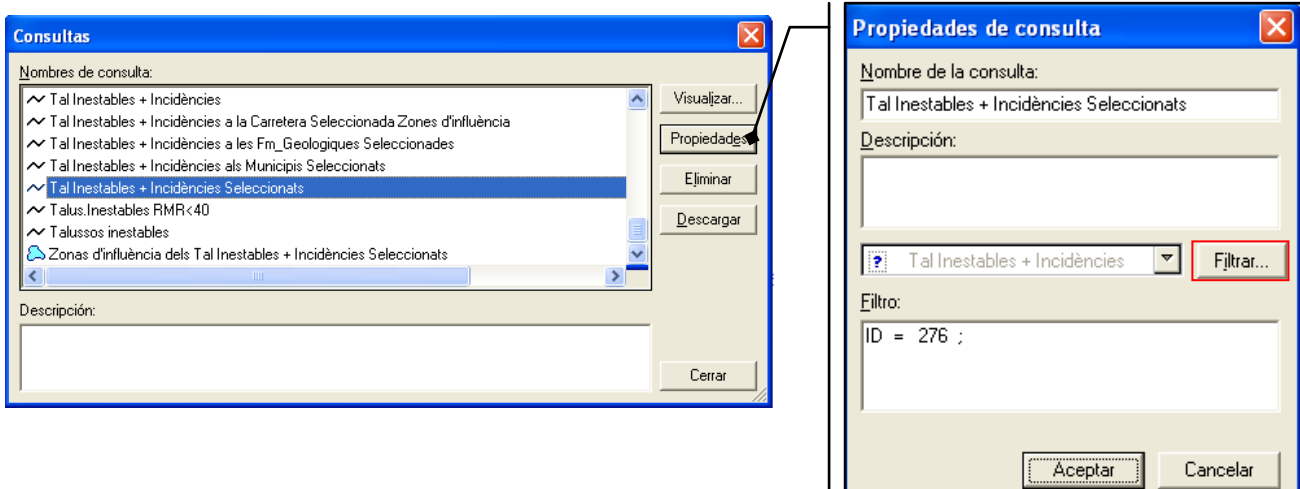


Fig. 82: Finestra de consultes on es troben les consultes ja generades al projecte SIG (esquerra), i finestra de propietats de la consulta sobre el talús seleccionat (dreta).

2. Un vegada seleccionat l'element es pot variar la distància que s'utilitza per generar l'àrea d'influència utilitzant el mateix procediment. Primer es cerca la consulta anomenada *Zona d'influència del Talús Seleccionat*, i entrant a les seves propietats es pot variar la distància d'influència (Fig. 83).

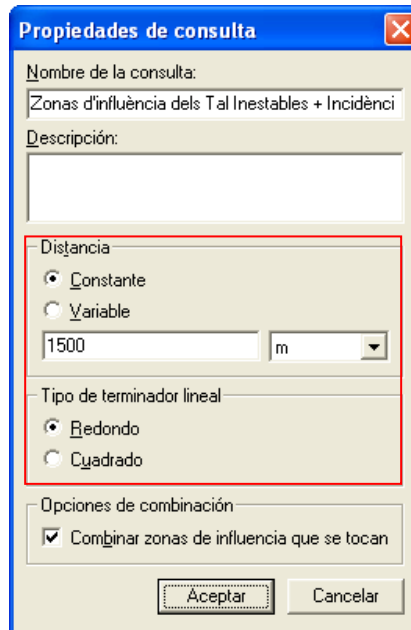


Fig. 83: Finestra de propietats de la zona d'influència des d'on es pot variar la distància utilitzada per delimitar aquesta regió.

Per generar una d'aquestes zones d'influència només cal seleccionar un element qualsevol de les BBDD o de les cartografies i fixar la distància que es desitja realitzar. Aquesta operació es pot fer des de la funció *Zona de Influencia* del menú desplegable *Analisis*.

Una vegada seleccionat el talús d'interès i la distància que delimita la zona d'influència sobre la que es cercaran exploracions i dades a les BBDD, ja tan sols cal activar les altres consultes generades per visualitzar en el mapa, o bé cridar-les des del menú *Ventana, Nueva Ventana de Datos* per tal de veure els resultats llistats en taules de dades.

A continuació s'explica com s'han generat les consultes espacials següents. La primera no és res més que la intersecció entre la cartografia geològica i la zona d'influència generada al voltant del talús. La segona consulta és una consulta espacial que cerca aquelles elements de les BD DINS i de la BD de l'IGC contingudes dins de la zona d'influència. La resta de consultes són anàlogues a l'anterior, de manera que són consultes espacials que cerquen elements de les diferents taules de la BD DINS continguts a la zona d'influència delimitada al voltant del talús d'estudi.

3. La consulta d'intersecció espacial entre les Formacions Geològiques i la zona d'influència del talús, es realitza des del menú desplegable *Anàlisis*, amb l'opció *Intersecció espacial*, apareixent en pantalla la finestra per generar la consulta que es mostra a la Fig. 84 següent. Primer cal seleccionar la capa a la que es cercaran els objectes i després la relació espacial que es vulgui utilitzar (estar contingut en, solapar-se, intersecar, estar contingut totalment, etc...). A continuació es fixa la capa a la que delimita la zona de cerca o intersecció. Finalment s'anomena la cerca i es fixa, com altres vegades, la sortida dels resultats en format mapa i en format de taula de dades.

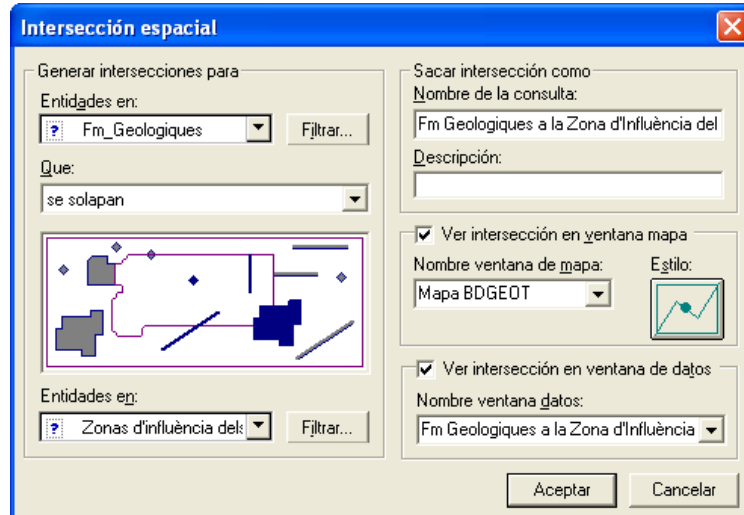


Fig. 84: Finestra per generar una intersecció espacial entre les Fm. Geològiques i la Zona d'influència del talús seleccionat.

Una vegada generada la consulta i carregada a la llegenda, **es poden millorar les propietats de visualització de les formacions geològiques classificant-les per l'epígraf** i assignant un color a cada una d'elles. La visualització final és la que es mostra a la Fig. 85 següent.

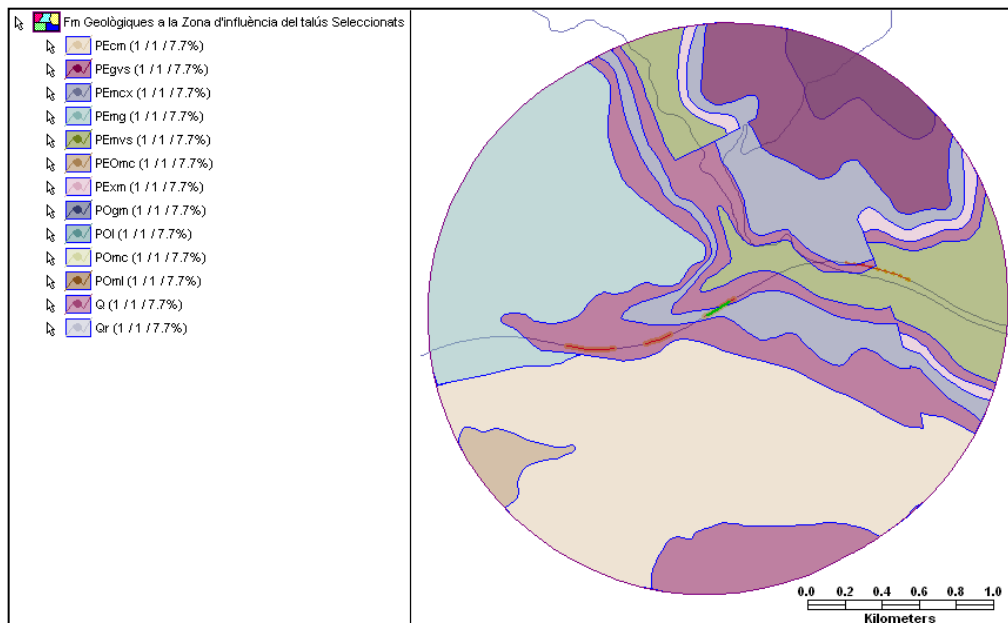


Fig. 85: Visualització al mapa de la intersecció espacial entre les Fm. Geològiques i la Zona d'influència del talús seleccionat.

També es poden obtenir les formacions geològiques que queden dins de l'àrea d'influència fixada en format de taula de dades com la que es mostra a la Fig. 86, per conèixer els epígrafs i les descripcions de cada formació. Per altra banda també es pot clicar a sobre les formacions a la visualització mapa per conèixer les seves dades.

Fm Geològiques a la Zona d'influència del talús Seleccionats						
EPIGRAF	EPIGRAF	DESCRIPCIO	ERA	PERIODE	EPOCA	EDAT
750	POgm	Alternança de gresos i lutites. Oligocè.	CENOZOIC	PALEOGEN	OLIGOCÈ	
731	POI	Lignits. Oligocè.	CENOZOIC	PALEOGEN	OLIGOCÈ	
835	POmc	Margues amb intercalacions de calcàries. Oligocè.	CENOZOIC	PALEOGEN	OLIGOCÈ	
703	POml	Margues i calcàries amb nivells de guixos i lignits. Complex lacustre de Sanaüja. Oligocè.	CENOZOIC	PALEOGEN	OLIGOCÈ	
975	Q	Sediments recents de fons de valls, rieres i peu de mont. Holocè.	CENOZOIC	QUATERNARI	HOLOCÈ	
982	Qr	Dipòsits dels llits actuals de les rieres i dels torrents. Holocè.	CENOZOIC	QUATERNARI	HOLOCÈ	
684	PEcm	Calcàries i margues amb restes de gasteròpodes. Priabonià.	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ SUPERIOR	PRIABONIÀ
715	PEgvs	Gresos, margues i conglomerats. Segon cicle de la formació Vidrà Superior. Bartonianà mitjà-suç.	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ MITJÀ	BARTONIÀ
701	PEmcx	Margues i calcàries amb nivells de guixos i lignits. Complex lacustre de Sanaüja. Priabonià.	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ SUPERIOR	PRIABONIÀ
798	PEmg	Margues i gresos. Priabonià inferior.	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ SUPERIOR	PRIABONIÀ
708	PEmvs	Margues blaves amb fòssils. Primer cicle de la Formació Vidrà Superior i les formacions Margu.	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ MITJÀ	BARTONIÀ
790	PEOmc	Gresos, calcàries grises i lutites. Inclou part de les formacions Calcàries de Tàrrega, Calcàrie	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ SUPERIOR-OL	
702	PExm	Guixos i margues. Formació Guixos de Balbastre. Priabonià.	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ SUPERIOR	PRIABONIÀ

Fig. 86: Visualització a la taula de dades de la intersecció espacial entre les Fm. Geològiques i la Zona d'influència del talús seleccionat.

4. Pel que fa a les exploracions de les BBDD tant de GISA com de l'IGC, s'ha generat una consulta espacial que cerca els elements d'aquestes BBDD continguts dins de la zona d'influència delimitada al voltant del talús d'interès. Per generar aquest consulta, s'ha cridat la funció *Consulta Espacial*, des del menú desplegable *Anàlisi*, apareixent la finestra d'edició de consultes espacial que es mostra a la Fig. 87. Com amb totes les consultes, cal seleccionar primer de tot sobre quina capa es generarà la cerca, que en aquest cas és la capa on es troben les exploracions de GISA i de l'IGC unides. Els següent pas és seleccionar la tipologia de relació espacial que es vol utilitzar, que en aquest cas és *estar contenidas en*, i finalment triar a la zona on es desitja cercar, que en aquest cas és la zona d'influència generada al voltant del talús d'interès.

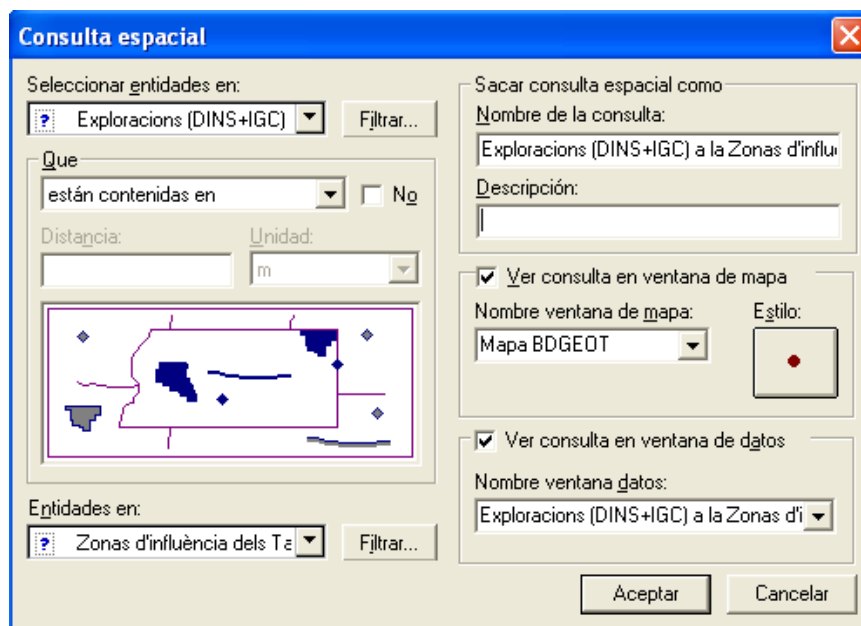


Fig. 87: Consulta espacial de cerca d'exploracions de les BBDD contingudes a la zona d'influència delimitada al voltant del talús seleccionat.

A la Fig. 88 es mostren els resultats en vista mapa de les exploracions trobades dins de la zona d'influència, que lògicament també es poden mostrar en format de taula de dades.

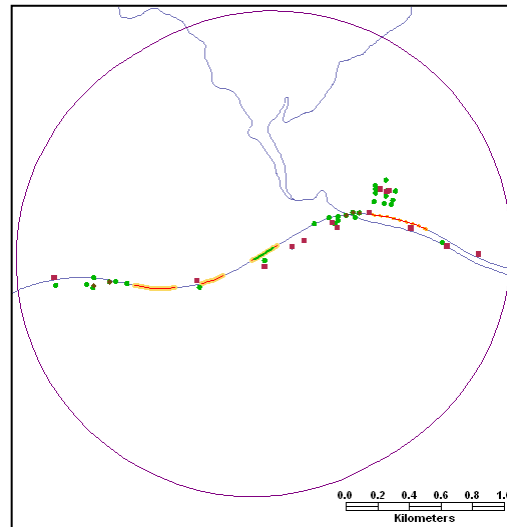


Fig. 88: Resultats de la consulta d'exploracions dins de la zona d'influència del talús.

5. Anàlogament s'ha generat la mateixa consulta espacial per cada una de les taules de la BD DINS amb l'objectiu de visualitzar o mostrar en forma de taula de dades els assaigs in situ i de laboratori realitzats i els resultats, així com els piezòmetres i els assaigs de bombament realitzats. **Com a resum, cal recordar que,** al fer una consulta d'aquests tipus, tal i com estan configurades les cerques, tan sols cal: des de la taula de consultes del menú *Anàlisis* entrar a la consulta de selecció de talús per canviar-ne les propietats i el filtre que selecciona un o més talussos d'interès. Si es desitja es pot fer el mateix per variar la distància de la zona d'influència. A partir d'aquí ja només cal obrir el grup de consultes per talús i carregar totes les capes associades a consultes ja configurades i vinculades al talús seleccionat. A la Fig. 89 següent es mostra el resultat global al carregar les consultes del grup *Consultes per talús*.

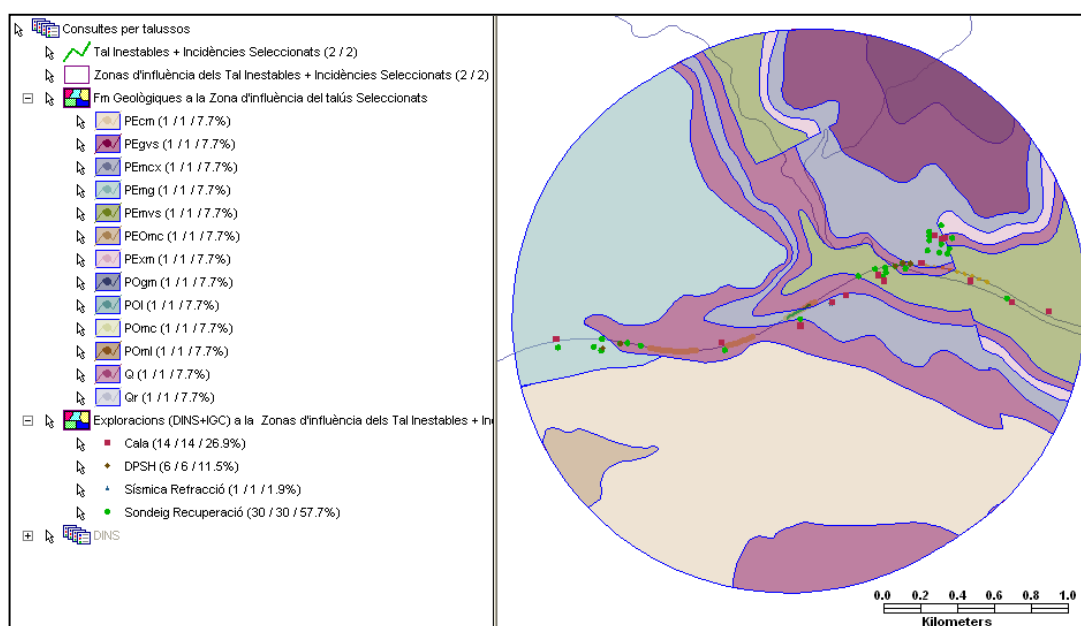


Fig. 89: Resultats de les consultes del grup Consultes per talussos

5.2.2 Elements continguts en regions administratives

Mitjançant la cartografia d'ordenació del territori que s'ha carregat al projecte es poden fer cerques a les BD en funció de la inclusió o la proximitat a municipis o comarques. Aquesta cerca és interessant a l'hora fer un primer reconeixement de la quantitat d'antecedents que es tenen a les BD quan es parteix des d'una ordre d'estudi dictat per la DGC, on es situa l'actuació mitjançant els municipis involucrats. Així doncs, donats uns municipis d'interès, es generen les consultes necessàries per obtenir la cartografia geològica d'aquests municipis i els antecedents registrats a les diferents BBDD carregades al projecte.

El procediment a seguir serà:

- 1. Selecció dels municipis o comarques d'interès**, mitjançant una consulta per atributs.
- 2. Obtenir les Fm. Geològiques** mitjançant una intersecció espacial amb els municipis.
- 3. Obtenir els registres de les diferents BBDD integrades** mitjançant consultes espacials d'elements continguts als municipis seleccionats.

Per facilitar l'explotació d'aquestes consultes, s'han agrupat totes en un grup anomenat *Consultes per Municipis*. Les consultes estan totes vinculades i depenen de la selecció de municipis que es faci, de manera que una vegada seleccionats aquests, la resta de consultes s'actualitzen i s'obtenen els resultats requerits.

1. S'ha generat una consulta per atributs sobre la cartografia de límits administratius des de la qual s'utilitza un filtre sobre els noms dels municipis per seleccionar aquells que siguin d'interès per a cada cas. Per canviar aquests municipis no s'ha de generar una consulta de nou sinó que, com ja s'ha vist anteriorment, cal anar al llistat de consultes que es troba al menú desplegable d'*Anàlisis* i seleccionar la consulta *Municipis Seleccionats* (Fig. 90). Des de les propietats d'aquesta es pot modificar el filtre i seleccionar els municipis desitjats.

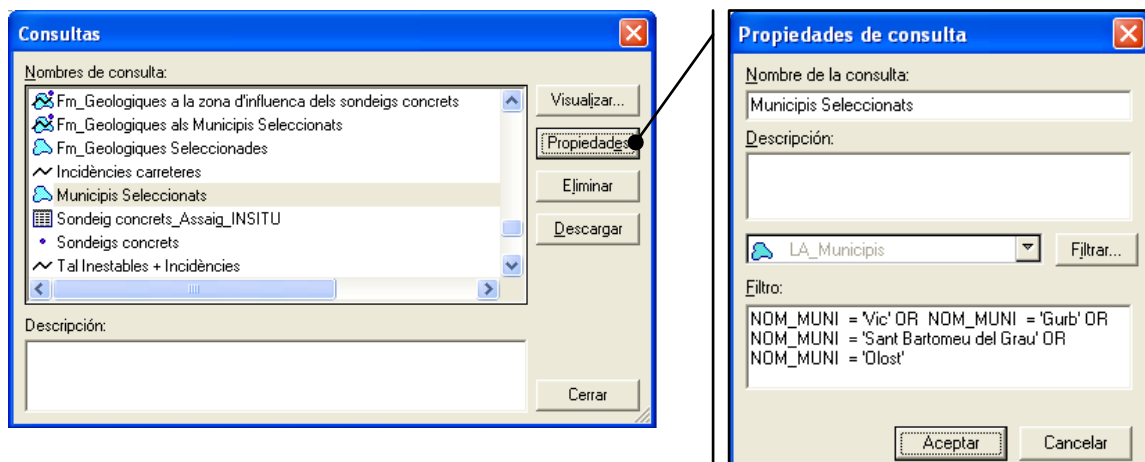


Fig. 90: Finestra de consultes on es troben les consultes ja generades al projecte SIG (esquerra) i finestra de propietats de la consulta sobre el Municipis Seleccionat (dreta).

Els filtres que s'utilitzen per fer les seleccions per atributs sobre les BBDD o cartografies, utilitzen el llenguatge SQL com ja s'ha dit anteriorment. Per fer una selecció de diferents municipis, al no ser un camp numèric com el cas dels talussos, cal seguir l'estructura que es mostra a la Fig. 91, on s'introdueix el nom del camp que en aquest cas és NOM_MUNI i s'igualava al nom del municipi (que es pot extreure del llistat d'elements possibles), i afegir un OR per continuar. De manera que la cerca acaba quedant: NOM_MUNI = 'Vic' OR NOM_MUNI = 'Gurb', per seleccionar els dos municipis i es pot seguir seleccionant tants municipis com es desitgi. De la mateixa manera es poden seleccionar tot els municipis d'una comarca filtrant pel camp NOM_COM i escrivint: NOM_COM = 'Osona'. Immediatament ja es podran visualitzar a la vista mapa els municipis seleccionats com es mostra a la Fig. 92.

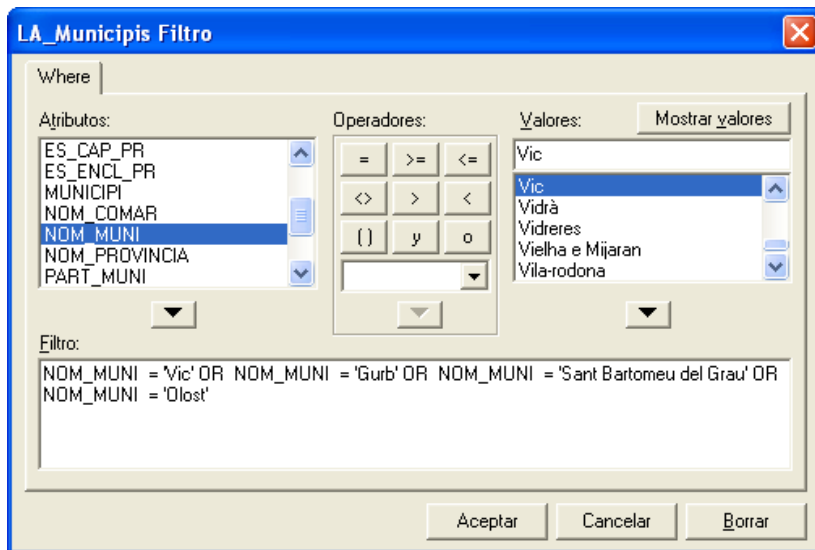


Fig. 91: Finestra de modificació del filtre per seleccionar els municipis desitjats.

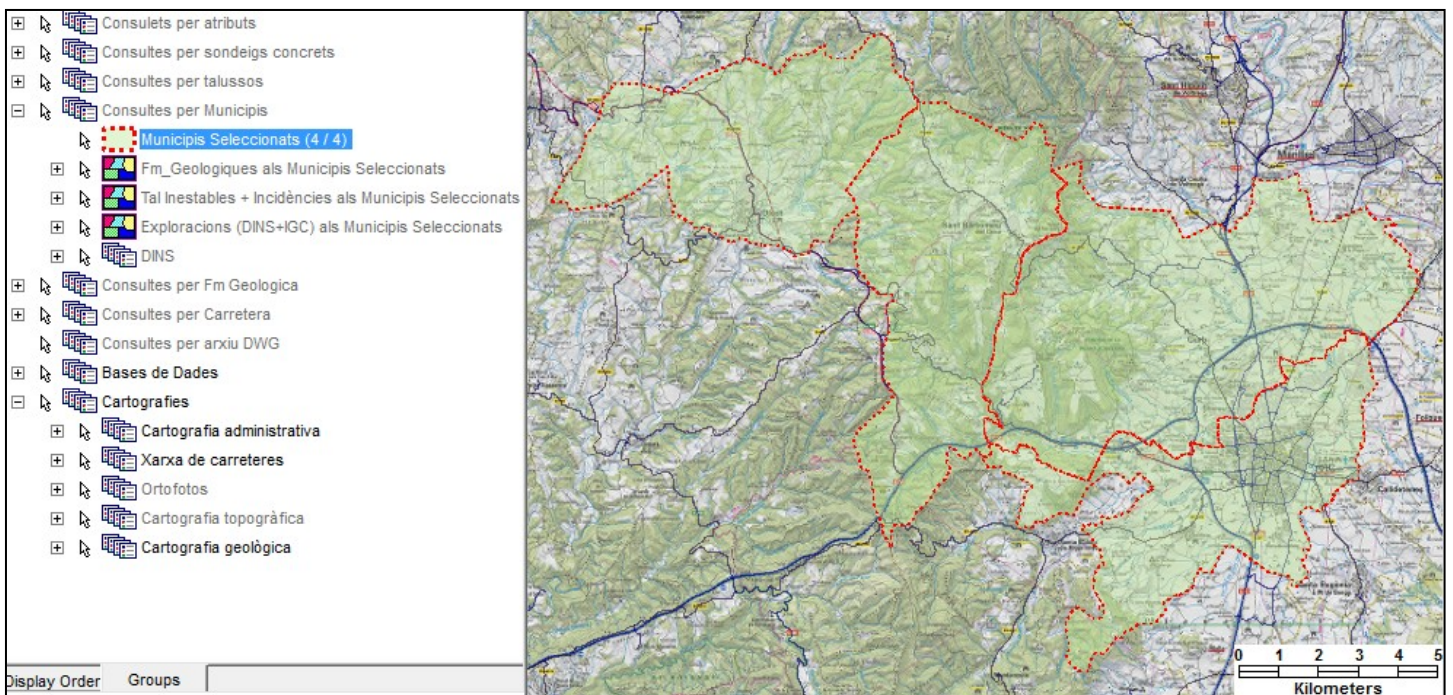


Fig. 92: Municipis seleccionats a la vista mapa del projecte SIG.

2. Una vegada seleccionats els municipis, la resta de consultes ja estan programades sobre aquesta. Així doncs s'ha generat una consulta espacial d'intersecció entre la capa que conté els municipis seleccionats i la cartografia de formacions geològiques, resultant-ne la cartografia geològica retallada pels municipis seleccionats. També es pot visualitzar la taula de dades amb els noms, epígrafs, descripció, edats i altres dades de les formacions geològiques obtingudes. A la Fig. 93 es mostra la capa associada a la consulta espacial d'intersecció amb la que s'obté la cartografia geològica dels municipis seleccionats, i a la Fig. 94 es mostren els resultats obtinguts amb la consulta en format de taula de dades.

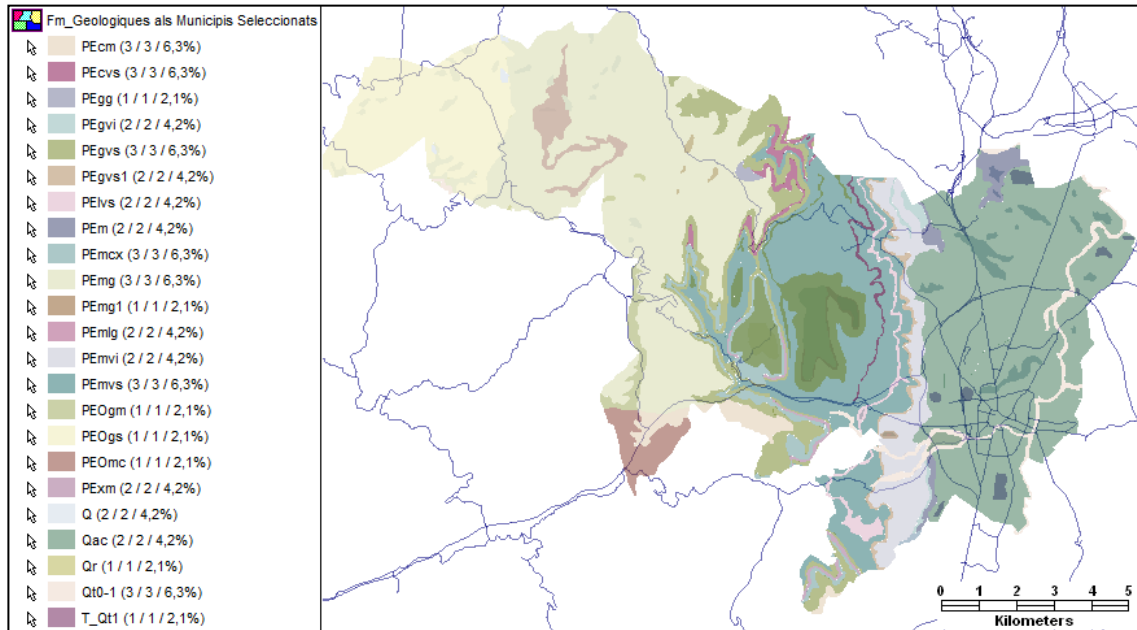


Fig. 93: Cartografia geològica als municipis seleccionats a la vista mapa.

Fm_Geològiques als Municipis Seleccionats								
EPIGRAF_	EPIGRAF	DESCRIPCIO	ERA	PERIODE	EPOCA	EDAT	HOM_MUHI	
684	PEcm	Calcàries i margues amb restes de gasteròpodes. Priabonià.	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ SUPERIOR	PRIABONIÀ	Gurb	
684	PEcm	Calcàries i margues amb restes de gasteròpodes. Priabonià.	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ SUPERIOR	PRIABONIÀ	Vic	
684	PEcm	Calcàries i margues amb restes de gasteròpodes. Priabonià.	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ SUPERIOR	PRIABONIÀ	Sant Bartomeu del G	
705	PEcvs	Calcàries lumaquèl·liques o esculloses i noduloses. Bartonià mitjà-superior.	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ MITJÀ	BARTONIÀ	Gurb	
705	PEcvs	Calcàries lumaquèl·liques o esculloses i noduloses. Bartonià mitjà-superior.	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ MITJÀ	BARTONIÀ	Vic	
705	PEcvs	Calcàries lumaquèl·liques o esculloses i noduloses. Bartonià mitjà-superior.	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ MITJÀ	BARTONIÀ	Sant Bartomeu del G	
645	PEgg	Microconglomerats i gresos de composició arcòsica. Formació Gresos de Folgueroles. Bartonià infer	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ MITJÀ	LUTECIÀ	Sant Bartomeu del G	
661	PEgvi	Gresos i conglomerats. Bartonià mitjà-superior.	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ MITJÀ	BARTONIÀ	Gurb	
661	PEgvi	Gresos i conglomerats. Bartonià mitjà-superior.	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ MITJÀ	BARTONIÀ	Vic	
715	PEgvs	Gresos, margues i conglomerats. Segon cicle de la formació Vidrà Superior. Bartonià mitjà-superior.	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ MITJÀ	BARTONIÀ	Gurb	
715	PEgvs	Gresos, margues i conglomerats. Segon cicle de la formació Vidrà Superior. Bartonià mitjà-superior.	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ MITJÀ	BARTONIÀ	Vic	
715	PEgvs	Gresos, margues i conglomerats. Segon cicle de la formació Vidrà Superior. Bartonià mitjà-superior.	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ MITJÀ	BARTONIÀ	Sant Bartomeu del G	
681	PEgvs1	Gresos molt rics en esponges. Base de la Seqüència de Vidrà Superior. Bartonià mitjà-superior.	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ MITJÀ	BARTONIÀ	Gurb	
681	PEgvs1	Gresos molt rics en esponges. Base de la Seqüència de Vidrà Superior. Bartonià mitjà-superior.	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ MITJÀ	BARTONIÀ	Vic	
685	PElvs	Limolita de briozous. Inclòs dins el primer cicle de la Formació Vidrà Superior i el Membre Gurb. Barto	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ MITJÀ	BARTONIÀ	Gurb	
685	PElvs	Limolita de briozous. Inclòs dins el primer cicle de la Formació Vidrà Superior i el Membre Gurb. Barto	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ MITJÀ	BARTONIÀ	Vic	
815	PEm	Margues blaves fossilíferes amb limolites vermelles. Bartonià.	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ MITJÀ	BARTONIÀ	Gurb	

Fig. 94: Part de la taula de dades de resultats amb les formacions geològiques als municipis seleccionats.

3. Amb l'objectiu d'obtenir les exploracions registrades a les BBDD, tant de GISA com de l'IGC, així com els registres de la BD de la DGC sobre talussos inestables inventariats i incidències notificades pel SCT, s'ha generat una consulta espacial que cerca elements d'aquestes BBDD dins de la regió definida pels municipis seleccionats. D'aquesta manera, i igual que totes les consultes que s'estan plantejant, tan sols canviant els municipis seleccionats, totes les altres consultes que en depenen s'actualitzen automàticament. Com ja s'ha citat abans, les exploracions de les BBDD de GISA i de l'IGC s'han agrupat en una sola capa, de la mateixa manera que les dues BBDD de la DGC. Així doncs, a la llegenda del projecte, dins del grup de "Consultes per Municipis" es troben: una capa destinada a les BBDD d'exploracions i una altra per les BBDD d'incidències i talussos inventariats, i una capa amb les formacions geològiques ja citades, com es mostra a la Fig. 95. **A més a més, i de forma anàloga per a totes les consultes espacials ja configurades al projecte, s'ha generat un subgrup anomenat "DINS" on es troben les consultes espacials que cerquen els elements de la BD DINS de GISA continguts a la regió definida pels municipis, com els assaigs in situ i de laboratori, els contactes, els piezòmetres i els assaigs de bombament.**

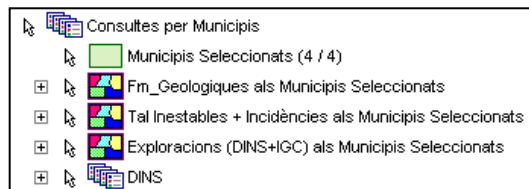


Fig. 95: Llegenda del projecte en el grup de "Consultes per Municipis"

Així doncs, en activar la visualització de les capes associades a les BBDD es mostren a la vista mapa i es poden consultar en format de taula de dades. A la Fig. 96 següent es mostren els resultats a la vista mapa superposats a les Fm. Geològiques ja obtingudes i a la cartografia topogràfica a escala 1:25000 per facilitar la interpretació.

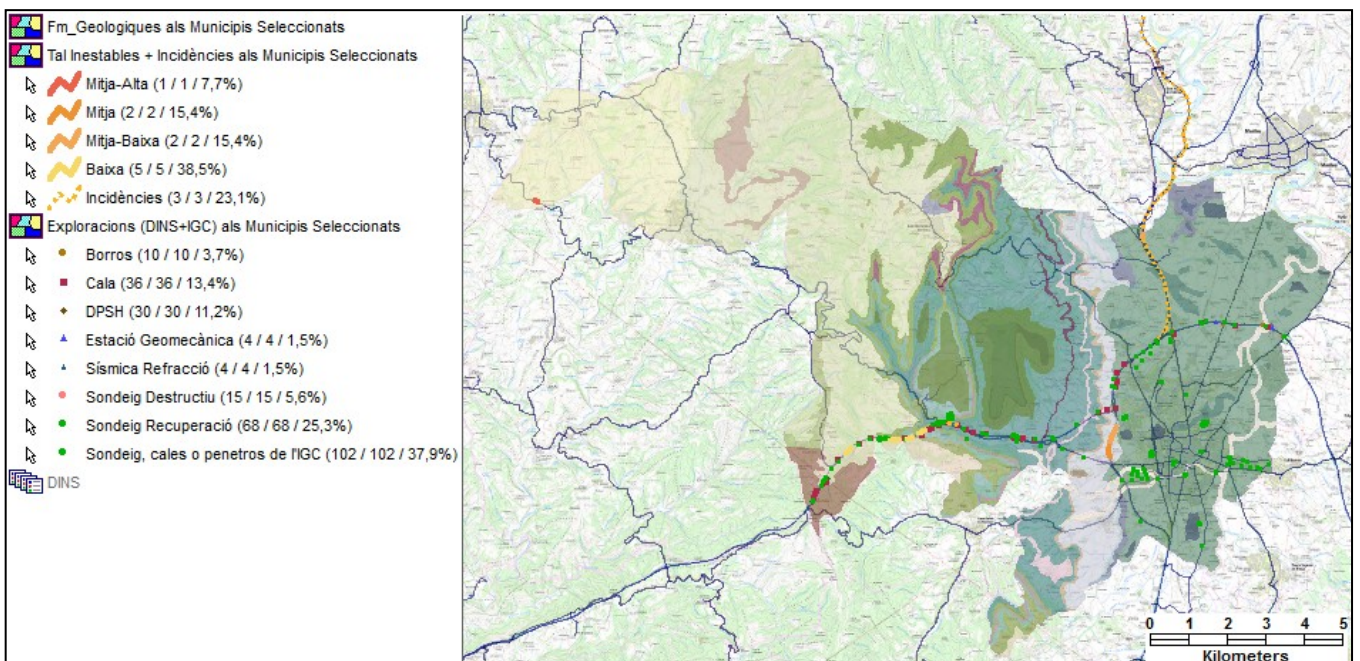


Fig. 96: Llegenda del projecte en el grup de "Consultes per Municipis".

Pel que fa als resultats de les BBDD en format taula, es poden visualitzar com s'ha mostrat anteriorment obrint el menú desplegable *Ventana* i obrint *Nueva Ventana de Datos* des d'on es pot seleccionar la consulta que interessa obtenir en aquest format. Pel que fa a les incidències i talussos inestables inventariats de la DGC, es poden observar els resultats com es mostra a la Fig. 97 següent, amb una taula de dades que mostra a les primeres columnes els elements trobats a la BD de talussos inestables inventariats, i a les següents columnes els elements trobats a la BD d'incidències. **Per discernir ràpidament entre els elements d'una BD i de l'altra, tan sols cal fixar-se en el primer camp d'informació assignat a la codificació dels talussos inestables, ja que aquest camp està ple per aquests elements i buit per les incidències.** Així doncs, a la taula de la Fig. 97, els últims dos elements són incidències i les seves dades es troben a les últimes columnes de la taula.

Tal Inestables + Incidències als Municipis Seleccionats												
CODIFICACIO	VIA	PKINICIAL	DKINICIAL	PKFINAL	DFINAL	TipusTalus	Patologies	ORIENTACIO_Direccio	ORIENTACIO_Inclinacio	LLARGADA	ALCARIA	
C17/060.323E	C-17	60	323	60	627	Roca.	Despreniments i trencaments en falca i planar de margues.	92	64	304	21	
C17/060.692E	C-17	60	692	61	163	Roca.	Despreniments i trencaments de margues i llins.	131	67	201	12.5	
C17/066.786E	C-17	66	786	66	912	Roca.	Trencaments en falca de margues.	81	70	126	6.5	
C25/170.227E	C-25	170	227	170	428	Roca i sòls.	Despreniments i trencaments de gresos i lutites. Despreniments de sòls argilosos.	136	71	201	21	
C25/171.777D	C-25	171	777	172	35	Roca.	Despreniments i trencaments de gresos, lutites, margues i calcàries.	6	69	258	22	
C25/172.204D	C-25	172	204	172	353	Roca i sòls.	Despreniments i trencaments de gresos. Despreniments i possibilitat de colades de 324	67	67	149	23	
C25/172.557D	C-25	172	557	172	741	Roca.	Despreniments i trencaments en falca de gresos, lutites, margues i calcàries.	328	62	184	12.5	
C25/172.567E	C-25	172	567	172	711	Roca.	Despreniments i trencaments en falca de gresos, lutites, margues i calcàries.	126	63	144	11	
C25/173.398E	C-25	173	398	173	751	roca i sòls.	Despreniments i trencaments en falca de gresos i calcàreo-margues. Despremer 181	181	52	353	55	
B432/008.391D	B-432	8	391	8	503	Roca	Despreniments de blocs roca amb trencaments en falca	207	77	112	9	
B432/008.391D	B-432	8	391	8	503	Roca	Despreniments de blocs de roca. Trencament en falca.	207	65/69	112	9	
	C-17											
	C-154											

Fig. 97: Taula de resultats amb els talussos inestables inventariats i les incidències trobades dins dels municipis seleccionats, registrades a les BBDD de la DGC.

Si es van observant tots els camps associats a la BD de talussos inestables, els últims camps són els associats als paràmetres geomecànics dels talussos, i al acabar-se, comencen els camps associats a la BD d'incidències com es mostra a la Fig. 98 següent.

Tal Inestables + Incidències als Municipis Seleccionats																	
HOM_ARBRES	RMR_Basic	Ritchie	GSI	SD	tipus	PK_inici	distpki	PK_final	distpkf	Costat	Hora_inicial	Hora_final	Causa	Municipi	Font	Sentit	Observacions
19	58	42	42	Mitja	III												
0	51	37	37	Mitja-Baixa	V												
0	54	40	40	Mitja-Baixa	III												
0	54	38	38	Baixa	V												
30	33	36	36	Baixa	V												
120	35	32	32	Baixa	V												
16	34	32	32	Baixa	V												
0	36	35	35	Baixa	V												
340	28	27															
0	59		51	Mitja	IX												
0	58		51	Mitja-Alta	I												
						64	0	84	0	D,E	08/11/2002 21:24:33	09/11/2002 12:01:27	Eslavissades	MONTESQUIU	SCT	Dret	
						12	0	12	1		03/04/2007 00:00:00	03/04/2007 00:00:00	Eslavissada		STCB		

Fig. 98: Continuació de la taula de resultats amb els talussos inestables inventariats i les incidències trobades dins dels municipis seleccionats, registrades a les BBDD de la DGC.

També es poden visualitzar en format de taula de dades les exploracions trobades als municipis com es mostra a la Fig. 99 següent. Anàlogament a la taula anterior mostrada associada a les BBDD de la DGC, la taula d'exploracions conté a les seves primeres columnes la informació de les exploracions de la BD DINS de GISA i, en acabar-se, comencen els camps associats a la BD d'exploracions de l'IGC.

Exploracions (DINS+IGC) als Municipis Seleccionats											
idSondeig	CodiSondeig	llocSondeig	descripció	Clau	Piezometre	Longitud	DataCampanya	Inclinació	Observacions	pres_aigua	CoordGeocodeStatus
521	AC-DC-05068.2 S-56	S-56	Sondeig Recuperació	AC-DC-05068.2	Falso	30	22/06/2006 0:00:00	000/90			
522	AC-DC-05068.2 S-57	S-57	Sondeig Recuperació	AC-DC-05068.2	Falso	30	19/05/2006 0:00:00	000/90			
523	AC-DC-05068.2 S-58	S-58	Sondeig Recuperació	AC-DC-05068.2	Falso	8.7	30/06/2006 0:00:00	000/90			
524	AC-DC-05068.2 S-59	S-59	Sondeig Recuperació	AC-DC-05068.2	Falso	10	30/06/2006 0:00:00	000/90			
528	AC-DC-05068.2 S-60	S-60	Sondeig Recuperació	AC-DC-05068.2	Falso	11.2	03/08/2006 0:00:00	000/90			
529	AC-DC-05068.2 S-61	S-61	Sondeig Recuperació	AC-DC-05068.2	Falso	10.8	25/07/2006 0:00:00	000/90			
531	AC-DC-05068.2 S-63	S-63	Sondeig Recuperació	AC-DC-05068.2	Falso	10	01/08/2006 0:00:00	000/90			
532	AC-DC-05068.2 S-65	S-65	Sondeig Recuperació	AC-DC-05068.2	Falso	10.8	20/07/2006 0:00:00	000/90			
533	AC-DC-05068.2 S-66	S-66	Sondeig Recuperació	AC-DC-05068.2	Falso	15	18/07/2006 0:00:00	000/90			
535	AC-DC-05068.2 S-67B	S-67B	Sondeig Recuperació	AC-DC-05068.2	Falso	15.1	02/07/2006 0:00:00	000/90			
536	AC-DC-05068.2 S-68	S-68	Sondeig Recuperació	AC-DC-05068.2	Falso	30	21/06/2006 0:00:00	000/90			
537	AC-DC-05068.2 S-69	S-69	Sondeig Recuperació	AC-DC-05068.2	Falso	10	20/06/2006 0:00:00	000/90			

Fig. 99: Taula de dades amb els resultats de la cerca d'exploracions, amb els elements de la BD DINS de GISA a les primeres columnes que es mostren.

Així doncs, a la mateixa taula mostrada a la figura anterior, en acabar-se els elements de la BD DINS de GISA, comencen els elements trobats a la BD de l'IGC (cap avall) i els camps registrats de cada un d'aquests elements (cap a la dreta dins la taula), com es mostra a la Fig. 100 següent.

Exploracions (DINS+IGC) als Municipis Seleccionats										
OBJECTID	IIIFORME	PRECISIO	id_sond	documents	tipus	Z_PRECISIO	COTA_z	POIINT_X	POIINT_Y	POUS
306	AR_001_99	2	S-2	AR_001_99_S-2.pdf	0	3	505.1	437368.493393	4642483.41126	0
307	AR_001_99	2	S-3	AR_001_99_S-3.pdf	0	3	505.4	437348.348257	4642488.18217	0
308	AR_001_99	2	S-4	AR_001_99_S-4.pdf	0	3	502.2	437366.638687	4642446.83273	0
309	AR_001_99	2	S-5	AR_001_99_S-5.pdf	0	3	502.5	437351.794044	4642458.23159	0
908	AR_008_00	2	S-1	AR_008_00_S-1.pdf	0	1	486.4	438655.365145	4642497.51169	0
909	AR_008_00	2	S-2	AR_008_00_S-2.pdf	0	1	486.2	438669.334928	4642496.7768	0
910	AR_008_00	2	S-3	AR_008_00_S-3.pdf	0	1	486	438680.362844	4642497.75665	0
959	AR_039_01	2	SR-4	AR_039_01_SR-4.pdf	0	2	477.5	439465.339588	4642224.37304	0
960	AR_039_01	2	SR-3	AR_039_01_SR-3.pdf	0	2	477.5	439483.87498	4642206.43489	0
961	AR_039_01	2	SR-1	AR_039_01_SR-1.pdf	0	2	477	439521.547667	4642205.83765	0
962	AR_039_01	2	SR-2	AR_039_01_SR-2.pdf	0	2	478.3	439421.687517	4642237.52862	0
1078	AR_071_99	2	S-A	AR_071_99_S-A.pdf	0	2	504.2	437351.173475	4642434.48669	0
1079	AR_071_99	2	S-B	AR_071_99_S-B.pdf	0	2	504.3	437371.570571	4642466.10067	0

Fig. 100: Taula de dades amb els resultats de la cerca d'exploracions associades a la BD de l'IGC a les columnes que es mostren.

En el següent esquema de la Fig. 101 s'exemplifica la distribució de les dades a les taules tant de talussos com d'exploracions.

Taula de dades de resultats sobre les BBDD de DGC:

Taula de dades de resultats d'exploracions:

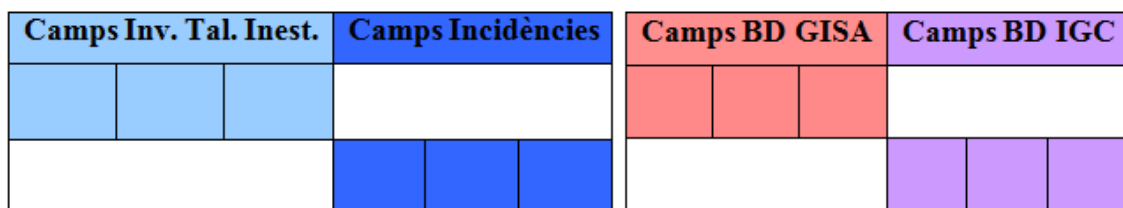


Fig. 101: Esquemes de distribució de dades en funció de la BD d'origen a les taules de dades de resultats de les consultes.

Si interessa conèixer a quines exploracions s’han realitzat assaigs in situ, de laboratori o hidràulics, o bé si s’han instal·lat piezòmetres, es poden visualitzar les consultes de la BD DINS activant la visualització de totes les capes que es troben dins del subgrup DINS. Amb aquest sistema de visualització es pot observar a simple vista quins tipus d’assaigs s’han realitzat sobre una exploració registrada a la BD DINS de GISA. Amb una creu es marquen les exploracions de les quals se’n té el registre dels contactes observats, que en principi haurien de ser totes les exploracions registrades relacionades a sondeigs a recuperació i les cales. Amb un punt vermell es marquen les exploracions de les quals es tenen registrats assaigs in situ, i amb un quadrat blau de les que hi ha registrats assaigs de laboratori. També hi ha una simbologia específica pels piezòmetres instal·lats i les lectures fetes, i pels assaigs de bombament com es mostra a la llegenda de la Fig. 102 on es mostra un exemple on apareixen exploracions amb totes les tipologies possibles representades.

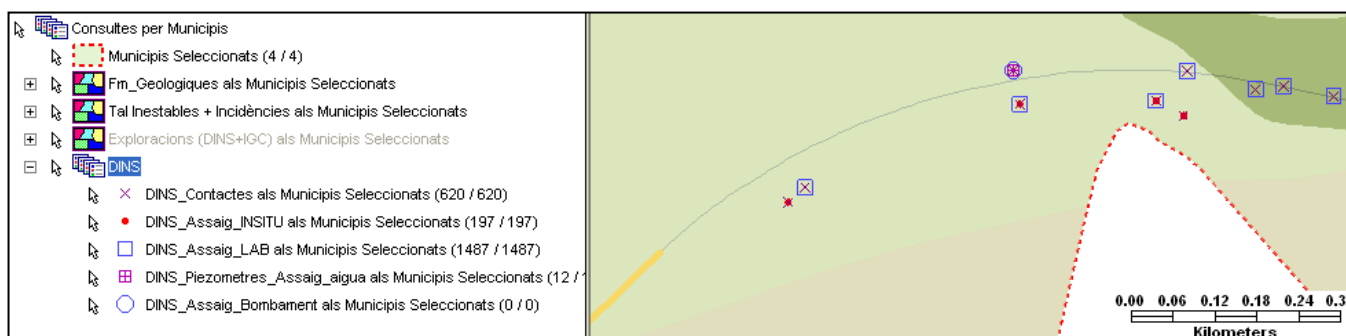


Fig. 102: Visualització de les exploracions de la BD DINS en funció de les dades que es tenen sobre assaigs i altres dades associades a les diferents consultes de la BD.

Qualsevol de les exploracions es pot clicar i observar els valors registrats en funció del tipus d’assaigs o mesura realitzats. En qualsevol cas, es poden consultar els resultats de forma global obrint les taules de dades respectives de cada tipologia de dades registrades. És a dir, si es volen conèixer els assaigs in situ o de laboratori realitzats, així com les lectures dels piezòmetres o els registres dels contactes de les exploracions, cal obrir les taules de dades com en els altres casos. Per exemple, es pot obrir la taula d’assaigs in situ realitzats en els municipis seleccionats. Aquestes taules poden ser filtrades en funció del sondeig del que provenen o una tipologia d’assaig en concret com s’ha vist en els primers apartats del present capítol, mitjançant filtres per atributs. A la Fig. 103 següent es mostren una taula de resultats d’assaigs in situ.

DINS_Assaig_INSITU als Municipis Seleccionats									
idINSITU	IdSondeigt	codi_INSITU	Profunditat	lIom	AssaigIS_lIom_curt	ValpropAssaigIS	Unitats	lIomPropIS	PropIS_lIom_curt
769	549	S79/035/SPT	3.45	SPT (LINE 103-800-§ SPT		7		Resistència a la penetració estàndard	N SPT
771	549	S79/095/SPT	9.5	SPT (LINE 103-800-§ SPT		R		Resistència a la penetració estàndard	N SPT
772	549	S79/123/SPT	12.25	SPT (LINE 103-800-§ SPT		R		Resistència a la penetració estàndard	N SPT
783	553	S80/062/SPT	6.15	SPT (LINE 103-800-§ SPT		5		Resistència a la penetració estàndard	N SPT
782	553	S80/033/CMl	3.3	Colpeig Mostra Inal·le Colpeig M.I.		27		N30 Mostra Inalterada	N30 M.I.
796	570	S110/140/CMl	14	Colpeig Mostra Inal·le Colpeig M.I.		R		N30 Mostra Inalterada	N30 M.I.
795	570	S110/032/CMl	3.2	Colpeig Mostra Inal·le Colpeig M.I.		38		N30 Mostra Inalterada	N30 M.I.
798	572	S112/048/CMl	4.8	Colpeig Mostra Inal·le Colpeig M.I.		144		N30 Mostra Inalterada	N30 M.I.
797	572	S112/018/CMl	1.8	Colpeig Mostra Inal·le Colpeig M.I.		117		N30 Mostra Inalterada	N30 M.I.
799	572	S112/065/CMl	6.5	Colpeig Mostra Inal·le Colpeig M.I.		R		N30 Mostra Inalterada	N30 M.I.

Fig. 103: Part de la taula de dades de resultats d’assaigs in situ realitzats a les exploracions de la BD DINS de GISA obtingudes als municipis seleccionats.

Es poden consultar qualsevol de les taules de dades de la BD DINS i es poden filtrar com es desitgi. De la mateixa manera que s'observen els assaigs in situ realitzats a la figura anterior, es poden conèixer els assaigs de laboratori realitzats a les mostres extretes del sondeigs i cales trobats amb la consulta. A la Fig. 104 es mostra una taula de dades referent als assaigs de laboratori.

DINS_Assaig_LAB als Municipis Seleccionats									
dSondeig	Tipus_Mostra	Profunditat	tipus	Nom	Assaig_Nom_cu	Nompropietat	Propietat_Nom_curt	ValorPropAssaig	Unitat
522	Mostra Parafina	12,15	roca	Compressió simple en roca (UNE 2: Comp. Simple R)	Humitat natural	Humitat natural	Humitat Nat.	0,30	%
522	Mostra Parafina	16,35	roca	Compressió simple en roca (UNE 2: Comp. Simple R)	Resistència a la compressió uniaxial	Resistència a la compressió uniaxial	Res. comp. Uniaxial	15.800,00	kPa
522	Mostra Parafina	16,35	roca	Compressió simple en roca (UNE 2: Comp. Simple R)	Humitat natural	Humitat natural	Humitat Nat.	0,50	%
522	Mostra SPT	6,03	sòl	Granulometria per Garbellat (UNE 1 Gran. Garbellat)	D60	D60	D60	1,10	mm
522	Mostra SPT	3	sòl	Granulometria per Garbellat (UNE 1 Gran. Garbellat)	D60	D60	D60	29,21	mm
522	Mostra SPT	3	sòl	Granulometria per Garbellat (UNE 1 Gran. Garbellat)	D30	D30	D30	0,17	mm
523	Mostra SPT	3,01	sòl	Assaig Químic en Sòls	Químic Sòls	Matèria orgànica (UNE 103204 NL)	Mat. Orgànica	0,380	%
523	Mostra SPT	3,01	sòl	Límits Atterberg (UNE 103103 i 103 Atteberg)	Limit Líquid	Limit Líquid	Limit Líquid	36,80	%
523	Mostra SPT	3,01	sòl	Humitat (UNE 103300)	Humitat	Humitat natural	Humitat Nat.	11,00	%
523	Mostra SPT	3,01	sòl	Granulometria per Garbellat (UNE 1 Gran. Garbellat)	Tamis UNE 20 mm / ASTM 3/4"	Tamis UNE 20 mm / ASTM 3/4"	UNE 20mm/ASTM 3/4"	72,70	% que passa
523	Mostra SPT	3,01	sòl	Granulometria per Garbellat (UNE 1 Gran. Garbellat)	Tipus Tamis	Tipus Tamis	Tipus Tamis	UNE	
523	Mostra SPT	3,01	sòl	Límits Atterberg (UNE 103103 i 103 Atteberg)	Limit Plàstic	Limit Plàstic	Limit Plàstic	22,50	%
523	Mostra SPT	3,01	sòl	Límits Atterberg (UNE 103103 i 103 Atteberg)	Índex de Plasticitat	Índex de Plasticitat	Índex Plast.	14,30	%
523	Mostra SPT	3,01	sòl	Granulometria per Garbellat (UNE 1 Gran. Garbellat)	Tamis UNE 40 mm / ASTM 1,5"	Tamis UNE 40 mm / ASTM 1,5"	UNE 40mm/ASTM 1,5"	100,00	% que passa
523	Mostra SPT	3,01	sòl	Granulometria per Garbellat (UNE 1 Gran. Garbellat)	Tamis UNE 25 mm / ASTM 1"	Tamis UNE 25 mm / ASTM 1"	UNE 25mm/ASTM 1"	80,30	% que passa
523	Mostra SPT	3,01	sòl	Granulometria per Garbellat (UNE 1 Gran. Garbellat)	Tamis UNE 5 mm / ASTM N°4	Tamis UNE 5 mm / ASTM N°4	UNE 5mm/ASTM N°4	58,60	% que passa
523	Mostra SPT	3,01	sòl	Granulometria per Garbellat (UNE 1 Gran. Garbellat)	Tamis UNE 12,5 mm / ASTM 1/2"	Tamis UNE 12,5 mm / ASTM 1/2"	UNE 12,5mm/ASTM 1/2"	64,30	% que passa
523	Mostra SPT	3,01	sòl	Granulometria per Garbellat (UNE 1 Gran. Garbellat)	Tamis UNE 10 mm / ASTM 3/8"	Tamis UNE 10 mm / ASTM 3/8"	UNE 10mm/ASTM 3/8"	59,80	% que passa
523	Mostra SPT	3,01	sòl	Granulometria per Garbellat (UNE 1 Gran. Garbellat)	Tamis UNE 0,4 mm / ASTM N°40	Tamis UNE 0,4 mm / ASTM N°40	UNE 0,4mm/ASTM N°40	43,10	% que passa
523	Mostra SPT	3,01	sòl	Granulometria per Garbellat (UNE 1 Gran. Garbellat)	Tamis UNE 2 mm / ASTM N°10	Tamis UNE 2 mm / ASTM N°10	UNE 2mm/ASTM N°10	49,00	% que passa
523	Mostra SPT	3,01	sòl	Granulometria per Garbellat (UNE 1 Gran. Garbellat)	Tamis UNE 0,08 mm / ASTM N°200	Tamis UNE 0,08 mm / ASTM N°200	UNE 0,08mm/ASTM N°200	41,10	% que passa
523	Mostra SPT	3,01	sòl	Classificació del Sòl	Unificada segons USCS	Unificada segons USCS	USCS	GC	

Fig. 104: Part de la taula de dades de resultats d'assaigs de laboratori realitzats a les exploracions de la BD DINS de GISA obtingudes als municipis seleccionats.

Quan interessa un sondeig en concret i totes les seves dades registrades, pot ser convenient utilitzar el conjunt de consultes agrupades al grup "Consultes per sondeigs concrets". Aquest grup de consultes generen una zona d'influència al voltant dels sondeigs que es seleccionen, resultant-ne la cartografia geològica de la zona d'influència com s'observa la Fig. 105, i s'obtenen les taules de resultats d'assaigs de la BD DINS només pels sondeigs seleccionats.

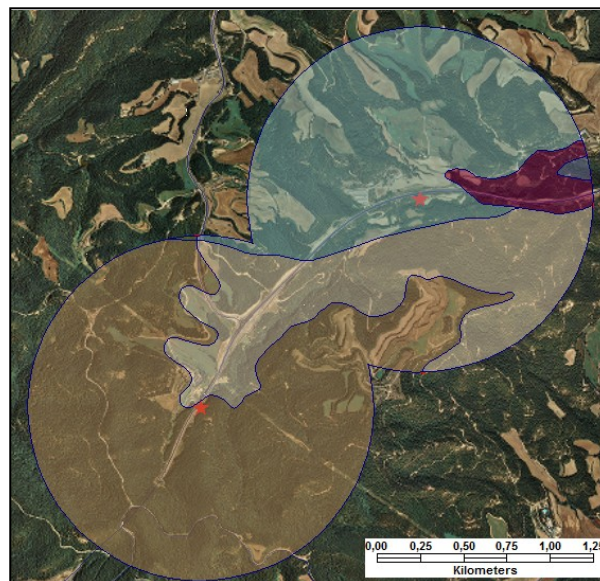


Fig. 105: Visualització en vista mapa a partir de la consulta per sondeigs concrets superposat a l'ortofoto de la zona a escala 1:2500.

5.2.3 Elements continguts en formacions geològiques

La cartografia geològica de Catalunya està carregada al projecte SIG com a imatges ràster a escala 1:50000 i 1:250000, i en format vectorial a escala 1:50000. El fet de tenir carregada la cartografia geològica en format vectorial permet interactuar fàcilment amb els elements de les diferents BBDD. Una de les consultes interessants que es poden realitzar amb el projecte SIG desenvolupat, és la cerca d'exploracions i d'incidències en una formació geològica. D'aquesta manera es poden obtenir moltes dades procedents de diferents actuacions referents a una formació d'interès. De la mateixa manera que les consultes per municipis, s'ha generat un grup de consultes a la llegenda de projecte anomenada "Consultes per Fm. Geològica". En aquest grup es troba un conjunt de consultes vinculades totes elles a una consulta de selecció d'una o diverses formacions geològiques, a partir de la qual es generen les altres consultes que cerquen els elements de la BBDD continguts en elles.

Per localitzar les formacions geològiques d'interès, es pot utilitzar la cartografia geològica 1:50000 en format ràster amb cert grau de transparència i superposada a les ortofotos. Per exemple, es pot cercar una formació tan característica com les margues blaves amb fòssils de la plana de Vic, que formen part del primer cicle de la Formació Vidrà Superior amb les formacions Margues de Gurb, de Guixa i de Vespella, totes elles del Bartonian mitjà-inferior. A la Fig. 106 següent es mostra el mapa de la zona amb la cartografia geològica 1:50000 en format ràster superposada a l'ortofoto 1:2500 de la zona, juntament amb els elements de les diferents BBDD carregades i la formació de margues de Gurb ja seleccionada. També es mostra la llegenda on es poden veure les diferents consultes agrupades en el conjunt de "Consultes per Fm Geològica".

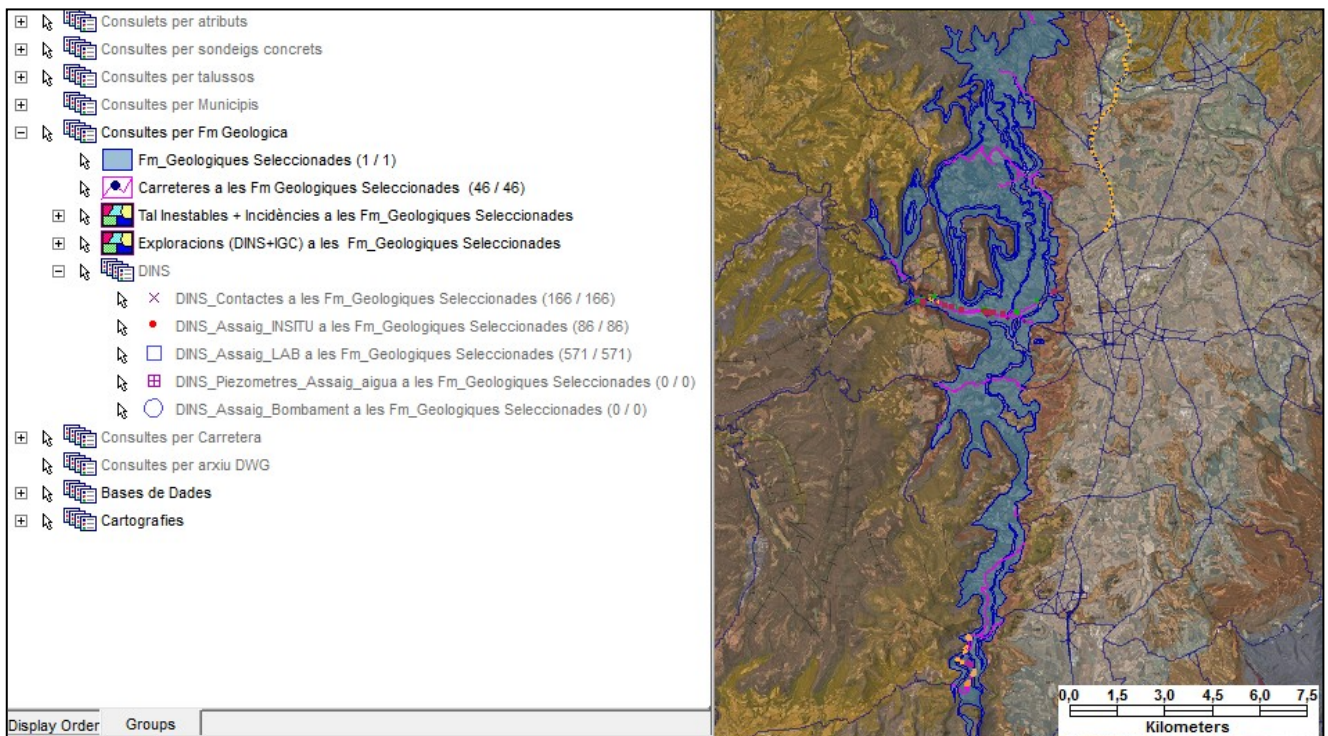


Fig. 106: Mapa de localització de la Fm geològica seleccionada, amb la cartografia geològica 1:50000 en format ràster superposada a l'ortofoto 1:2500 vigent i les BBDD. En blau: la Formació Margues de Gurb seleccionada. En lila les carreteres que passen per la formació.

Així doncs, les consultes d'aquest grup segueixen els següents passos:

1. Selecció de les formacions geològiques d'interès mitjançant una consulta d'atributs sobre la capa de formacions geològiques en format vectorial.

2. Obtenir les carreteres que creuen les formacions seleccionades mitjançant una consulta espacial d'intersecció.

3. Obtenir els registres de les diferents BBDD, separades en dues consultes diferents, una per les exploracions de GISA i de l'IGC, i una altra per les incidències i talussos inestables inventariats de la DGC. Aquesta consulta, anàlogament als altres casos, es realitza mitjançant una consulta espacial d'inclusió.

4. Obtenir els registres de la BD DINS de GISA referents als assaigs in situ i de laboratori realitzats, així com els contactes observats i els assaigs hidràulics, realitzant també una consulta espacial d'inclusió.

1. Una vegada seleccionada la formació geològica d'interès mitjançant la consulta per atributs ja configurada, la resta de consultes s'actualitzen automàticament. Per fer la selecció, com en els altres casos, tan sols cal anar al menú desplegable *Anàlisis*, i obrir *Consultas*. Des del llistat de consultes cal buscar l'anomenada *Fm Geologiques Seleccionades*, i entrar a les seves propietats per modificar l'atribut de selecció definit com es mostra a la Fig. 107. Es pot reescriure directament o es pot utilitzar de nou el generador de filtres. La manera més senzilla de realitzar aquest tipus de seleccions sobre formacions geològiques és utilitzant l'epígraf que identifica les formacions. Cal tenir en compte que alguns dels epígrafs són genèrics, és a dir, s'utilitzen per molts materials de la mateixa gènesi, però que poden no tenir res en comú, com per exemple les terrasses fluvials amb l'epígraf Q_Tf1 o Q_Tf2, o les tarteres.

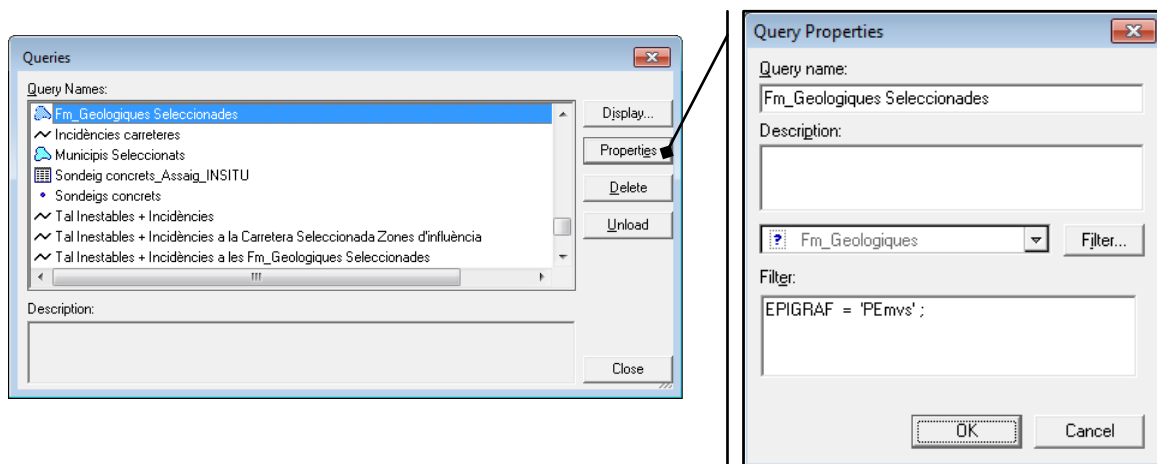


Fig. 107: Finestra de consultes on es troben llistades totes les consultes ja programades del projecte SIG, i finestra de propietats de la consulta Fm_Geologiques Seleccionades.

2. La segona de les consultes programades és una intersecció espacial entre la formació geològica seleccionada i la xarxa de carreteres de Catalunya. El resultat es mostra tant en la visualització al mapa com en format de taula de dades (Fig. 108), on es llisten totes les vies que intersecten la formació. Aquesta informació pot ser valuosa a l'hora de fer inventaris de talussos i interpretacions, tant del comportament de la formació com dels paràmetres geotècnics obtinguts sobre la mateixa formació, però a diferents punts del territori.

Carreteres a les Fm Geològiques Seleccionades												
EPIGRAF	DESCRIPCIO	ERA	PERIODE	EPOCA	EDAT	IDARC	CODIEIX	LONGITUD	ORDRETRAM	ORDREEIX	ORIGENDADE	GAVPrimaryKey
PEmvs	Margues blaves amb fòssils Pr	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ MITJÀ	BARTONIÀ	19212	C-25D	71,12688	3	4	GPS 5mil	2682
PEmvs	Margues blaves amb fòssils Pr	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ MITJÀ	BARTONIÀ	19211	C-25D	7,64813	2	3	GPS 5mil	2683
PEmvs	Margues blaves amb fòssils Pr	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ MITJÀ	BARTONIÀ	19210	C-25D	408,67353	1	2	GPS 5mil	2685
PEmvs	Margues blaves amb fòssils Pr	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ MITJÀ	BARTONIÀ	18824	BV-4317	6008,65095	1	1	GPS 5mil	2709
PEmvs	Margues blaves amb fòssils Pr	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ MITJÀ	BARTONIÀ	18823	BV-4316	10715,52345	9	12	GPS 5mil	2710
PEmvs	Margues blaves amb fòssils Pr	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ MITJÀ	BARTONIÀ	19215	C-25D	984,68521	2	7	GPS 5mil	2735
PEmvs	Margues blaves amb fòssils Pr	CENOZOIC	PALEOGEN	EOCÈ MITJÀ	BARTONIÀ	9939	C-25	1049,415	1	115	GPS 5mil	2744

Fig. 108: Part de la llista en format de taula de dades amb les carreteres que passen per la formació geològica seleccionada.

3. Pel que fa als elements de les diferents BBDD, s'ha generat, anàlogament al cas del municipis, dues consultes espacials d'inclusió de les que s'obtenen les exploracions tant de GISA com de l'IGC i els elements registrats a les BBDD de la DGC. Pel que fa als registres de talussos inestables i d'incidències de la DGC, la formació seleccionada per aquest exemple té alguns casos interessants d'esllavissades, ja que són margues amb alguns nivells carbonatats durs que es desprenen en erosionar-se el seu suport basal de margues. A la Fig. 109 següent es mostren algunes de les incidències i, fins i tot, talussos inestables ja inventariats a la Formació de Margues de Gurb.

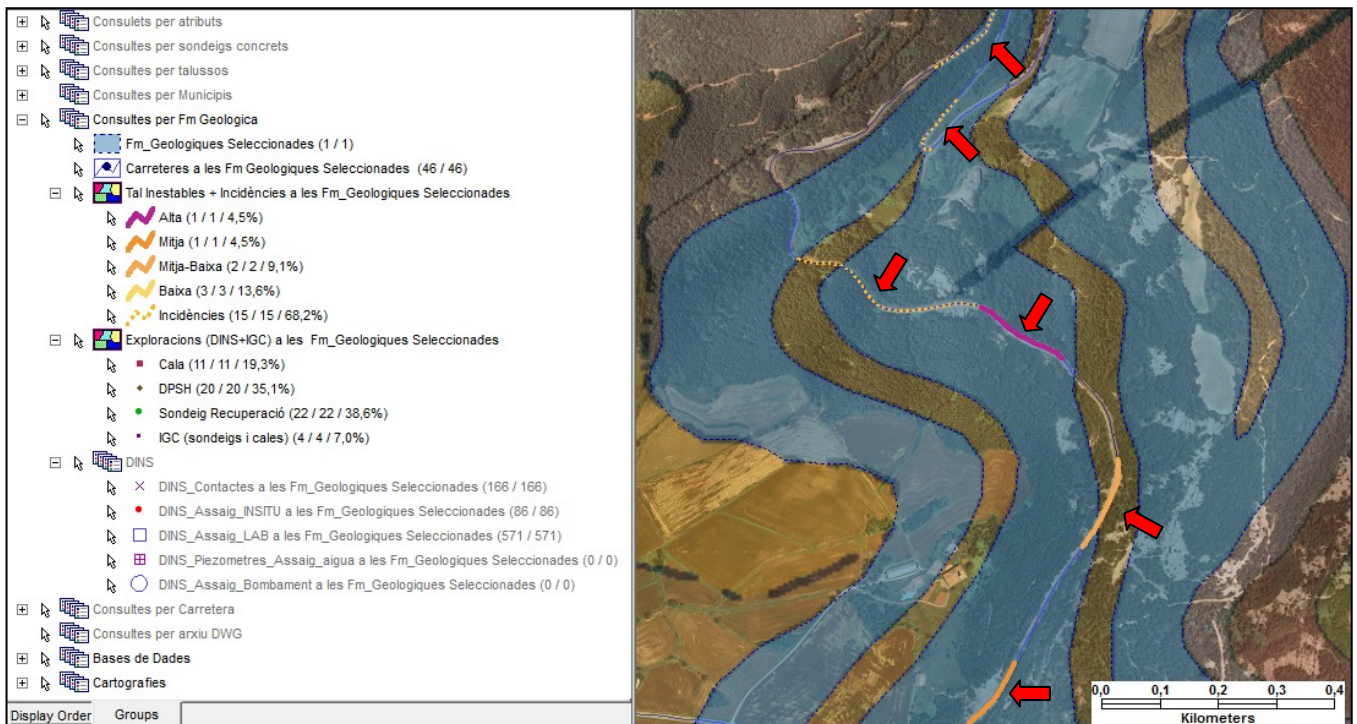


Fig. 109: Zona amb una elevada intensitat d'incidències i talussos inestables a la formació geològica seleccionada, Margues de Gurb.

El fet de poder superposar tant les ortofotos, com la cartografia topogràfica i la geològica, permet observar amb claredat la validesa de les dades de les diferents BBDD, que no és del 100%. A la Fig. 110 es mostra un ampliament del talús de més al sud de la figura anterior on es pot veure a l'ortofoto el talús afectat i el color típic de les margues.

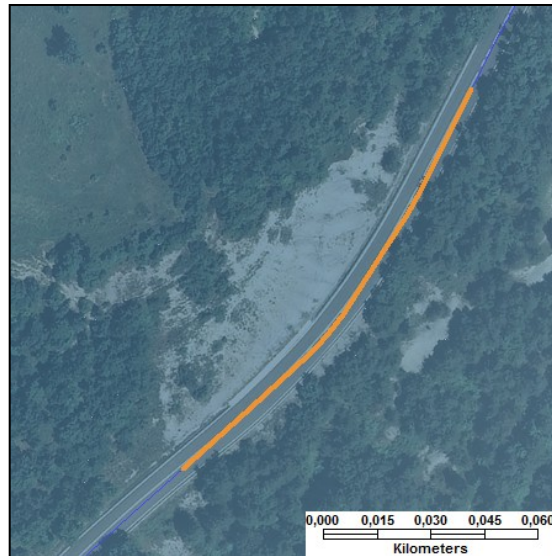


Fig. 110: Ampliació d'un talús inestable inventariat a la BD de la DGC a la formació geològica seleccionada de Margues de Gurb.

Les exploracions registrades a les BBDD de GISA i de l'IGC es localitzen a la vista mapa i es llisten a les taules de dades de manera anàloga a les consultes fetes en funció dels municipis. A la Fig. 111 es mostra un detall d'unes exploracions de la BD DINS de GISA amb l'ortofoto i la cartografia geològica.



Fig. 111: Detall d'exploracions de la BD DINS de GISA trobades a la formació geològica seleccionada, representades en funció de la tipologia de l'exploració.

4. De forma anàloga a les consultes per municipis, s’han generat una sèrie de consultes sobre les diferents taules de registres de la BD DINS de GISA, de manera que es facilita el procés de consulta dels assaigs realitzats, fins i tot a la representació en el mapa com es mostra a la Fig. 112.



Fig. 112: Detall d’exploracions de la BD DINS de GISA trobades a la formació geològica seleccionada, representades en funció dels assaigs que s’han realitzat a cada exploració.

Així doncs, com en el cas de les consultes per municipis, es poden obtenir les dades dels assaigs de laboratori, in situ, hidràulics, o bé dels contactes observats a les exploracions de forma còmoda amb les consultes del subgrup DINS. Per exemple, es poden observar els assaigs in situ realitzats a la Formació geològica seleccionada com es mostra a la Fig. 113 següent.

DINS_Assaig_INSITU a les Fm_Geologiques Seleccionades										
idINSITU	IdSondeigt	codi_INSITU	Profunditat	Nom	AssaigIS_Nom_curt	ValpropAssaigIS	Unitats	NomPropIS	PropIS_Nom_curt	TipusValor
885	603	SVERT5/102/CM	10,2	Colpeig Mostra Inalt	Colpeig M.I.	16		N30 Mostra Inalterac	N30 M.I.	7
886	603	SVERT5/112/CM	11,2	Colpeig Mostra Inalt	Colpeig M.I.	R		N30 Mostra Inalterac	N30 M.I.	7
889	603	SVERT5/082/V1	8,2	Vane Test	Vane Test	23,00	kPa	Resistència al tall se	Resist. tall sense dren	8
888	603	SVERT5/070/V1	7	Vane Test	Vane Test	54,00	kPa	Resistència al tall se	Resist. tall sense dren	8
1597	1491	S72/099/CM	9,9	Colpeig Mostra Inalt	Colpeig M.I.	35		N30 Mostra Inalterac	N30 M.I.	7
1594	1491	S72/029/SPT	2,9	SPT (UNE 103-800- \leq SPT		16		Resistència a la pen N	SPT	7
1593	1491	S72/023/CM	2,3	Colpeig Mostra Inalt	Colpeig M.I.	15		N30 Mostra Inalterac	N30 M.I.	7
1595	1491	S72/064/CM	6,4	Colpeig Mostra Inalt	Colpeig M.I.	7		N30 Mostra Inalterac	N30 M.I.	7
1596	1491	S72/070/SPT	7	SPT (UNE 103-800- \leq SPT		8		Resistència a la pen N	SPT	7
1598	1491	S72/105/SPT	10,5	SPT (UNE 103-800- \leq SPT		22		Resistència a la pen N	SPT	7
1777	1724	S67/033/SPT	3,3	SPT (UNE 103-800- \leq SPT		16		Resistència a la pen N	SPT	7
1776	1724	S67/018/SPT	1,8	SPT (UNE 103-800- \leq SPT		13		Resistència a la pen N	SPT	7
1779	1724	S67/091/SPT	9,05	SPT (UNE 103-800- \leq SPT		R		Resistència a la pen N	SPT	7

Fig. 113: Part de la taula de dades de resultats d’assaigs in situ realitzats a la formació geològica seleccionada.

En el següent capítol 6 es farà èmfasi en les possibilitats d’anàlisis espacials de les dades, permetent fer estudis geoestadístics sobre la variació espacial dels paràmetres geotècnics amb els que es caracteritza el terreny.

5.2.4 Cerques a l'àrea d'influència d'una carretera

Una de les utilitats més important del present projecte, és la de cercar exploracions i incidències registrades a les diferents BBDD a partir d'una via existent, ja sigui per gestionar el manteniment o per dissenyar les millores i condicionaments necessaris. Amb aquest objectiu s'ha generat el grup de consultes "Consultes per carretera" que de forma anàloga a les consultes vistes fins ara, genera cerques espacials dels elements de les BBDD a partir de la selecció d'una carretera o d'un tram de carretera. Com que la carretera és un element lineal, en aquest cas també s'utilitzen les zones d'influència, és a dir, una zona delimitada per una distància a partir de l'element seleccionat. Així doncs, les consultes en funció de la carretera seleccionada s'actualitzaran automàticament al modificar a la consulta per atributs la selecció de la carretera d'interès, i si es desitja, també al modificar la distància de l'àrea d'influència on es pretenen cercar els elements registrats a les BBDD. Tal i com estan programades les consultes, els passos d'aquest grup de consultes seran:

- 1. Seleccionar la carretera d'interès mitjançant una consulta per atributs.**
- 2. Modificar, si es desitja, la distància de l'àrea d'influència, on es cercaran els elements de les BBDD, mitjançant una consulta d'atributs.**
- 3. Obtenció de la cartografia geològica dins de l'àrea d'influència delimitada al voltant de la carretera seleccionada mitjançant una consulta espacial d'intersecció.**
- 4. Obtenció dels registres de les diferents BBDD, mitjançant consultes espacials d'inclusió.**

Així doncs, a la llegenda del grup de consultes "Consultes per Carretera" es troba una primera consulta dedicada a la selecció de la carretera d'interès, una segona consulta que genera la zona d'influència, i la resta de consultes anàlogues als altres grups de consultes, com la cartografia geològica dins de la zona d'influència, les exploracions tant de GISA com de l'IGC, els registres de les BBDD de la DGC, i finalment el subgrup DINS amb els registres específics de la BD DINS de GISA. A la Fig. 114 següent es mostra la llegenda d'aquest grup de consultes.

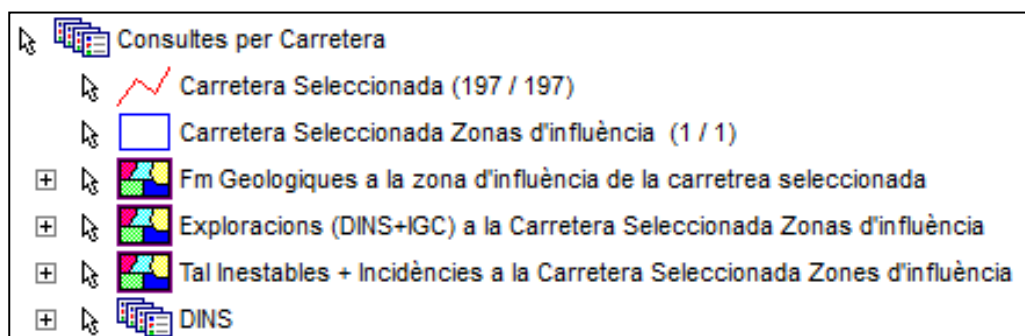


Fig. 114: Llegenda del grup de consultes "Consulta per carretera".

1. Primer de tot cal seleccionar la carretera d'interès anàlogament als altres inicis de consultes, obrint la taula de consultes des del menú d'anàlisis i accedint a les propietats de la consulta anomenada "Carretera Seleccionada", des d'on es pot modificar el filtre que s'utilitza per seleccionar la carretera com es mostra a la Fig. 115.

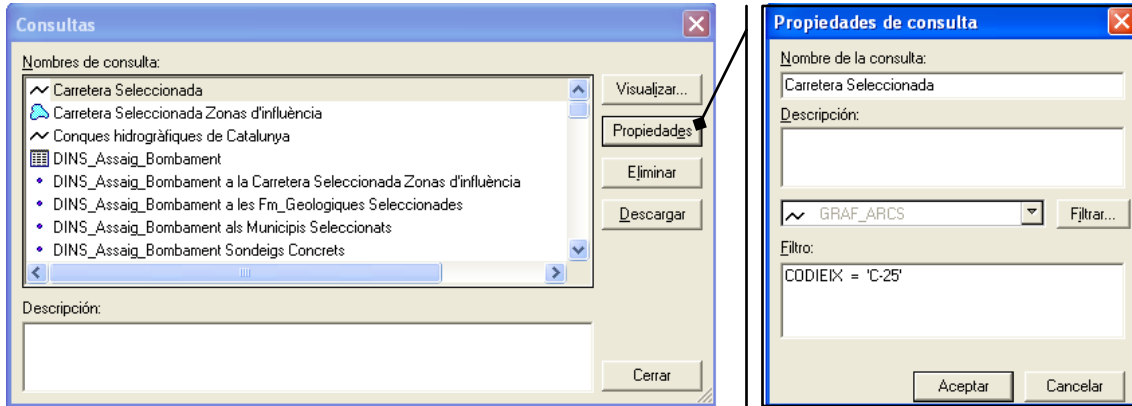


Fig. 115: Llista de consultes ja configurades i propietats de la consulta de selecció de carretera.

2. Si es desitja variar la distància que s'utilitza per definir la zona d'influència al voltant de la carretera, a partir de la qual es cercaran els elements registrats a les diferents BBDD, tan sols cal seleccionar la consulta "Zona d'influència de la Carretera Seleccionada" i des de les seves propietats modificar la distància. Una vegada definides la carretera d'interès i la distància de l'àrea d'influència, la resta de consultes estan programades.

3. La tercera consulta del grup és una consulta espacial d'intersecció entre la cartografia de formacions geològiques a escala 1:50000 en format vectorial i la zona d'influència definida. A la següent Fig. 116 es mostra el resultat d'aquesta consulta en un tram de la C-25, més coneguda com l'Eix Transversal.

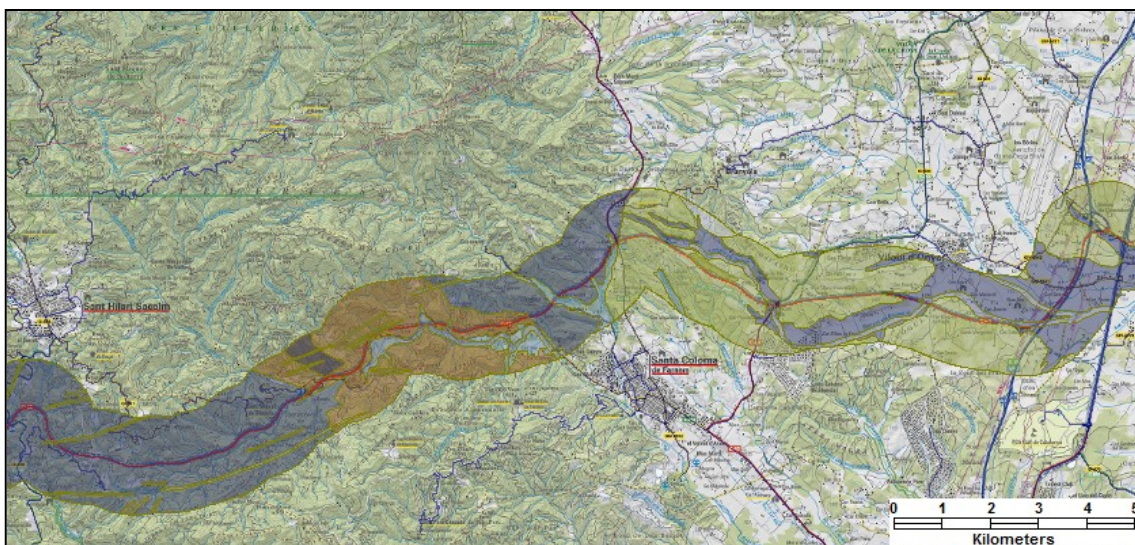


Fig. 116: Tram de l'Eix Transversal amb la cartografia geològica dins de la zona d'influència superposada a la cartografia topogràfica 1:50000.

Com en les altres consultes, es pot obtenir en format de taula de dades, totes les formacions geològiques que travessen la carretera seleccionada, es poden exportar a fulls de càlcul Excel i fer-ne el tractament que correspongui en cada cas.

4. Pel que fa als registres de les BBDD integrades al projectes, les consultes estan programades com en els altres casos en funció de la zona d'influència al voltant de la carretera seleccionada. Anàlogament als altres casos, es dediquen tres consultes espacials d'inclusió de les que s'obtenen les exploracions registrades a les BBDD de GISA i de l'IGC, els registres d'incidències i de talussos inestables inventariats de la DGC, i finalment hi ha el subgrup dedicat als registres concrets de la BD DINS de GISA amb els assaigs de laboratori, in situ i hidràulics, així com els contactes observats a les exploracions. A la Fig. 117 es mostren els resultats a la vista mapa dels registres de les BBDD trobats a la zona d'estudi.

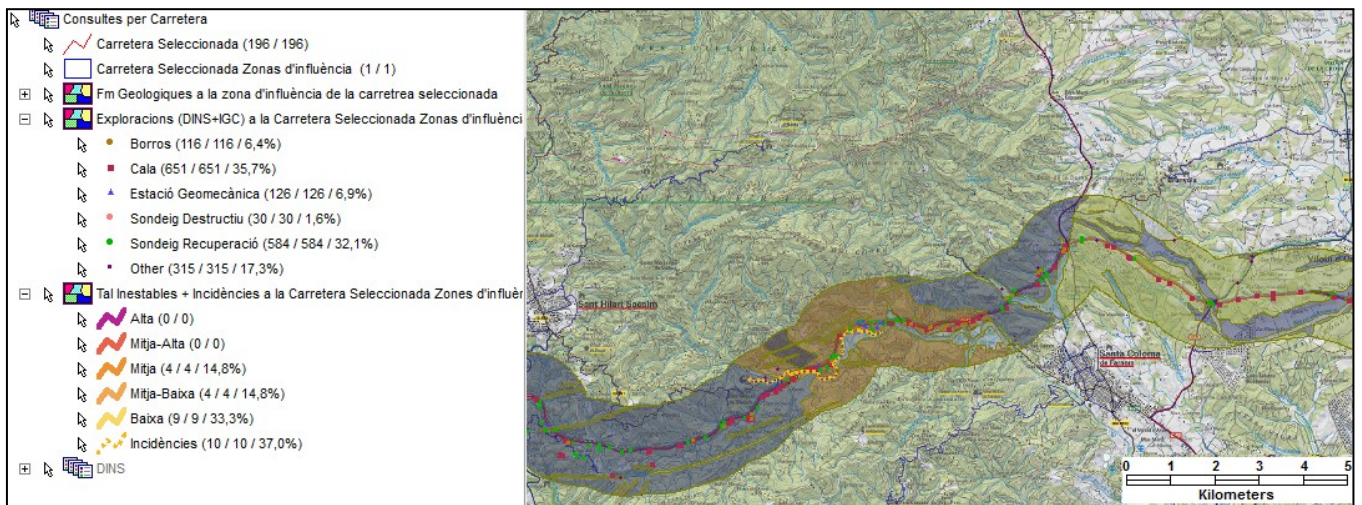


Fig. 117: Tram de l'Eix Transversal amb la cartografia geològica dins de la zona d'influència superposada a la cartografia topogràfica 1:50000 i els elements trobats de les diferents BBDD integrades al projecte SIG.

També es poden consultar les dades de la BD DINS de GISA en funció de la tipologia d'assaigs realitzats a les diferents exploracions, ja siguin assaigs in situ, de laboratori, hidràulics, o els contactes observats com es mostra a la Fig. 118.

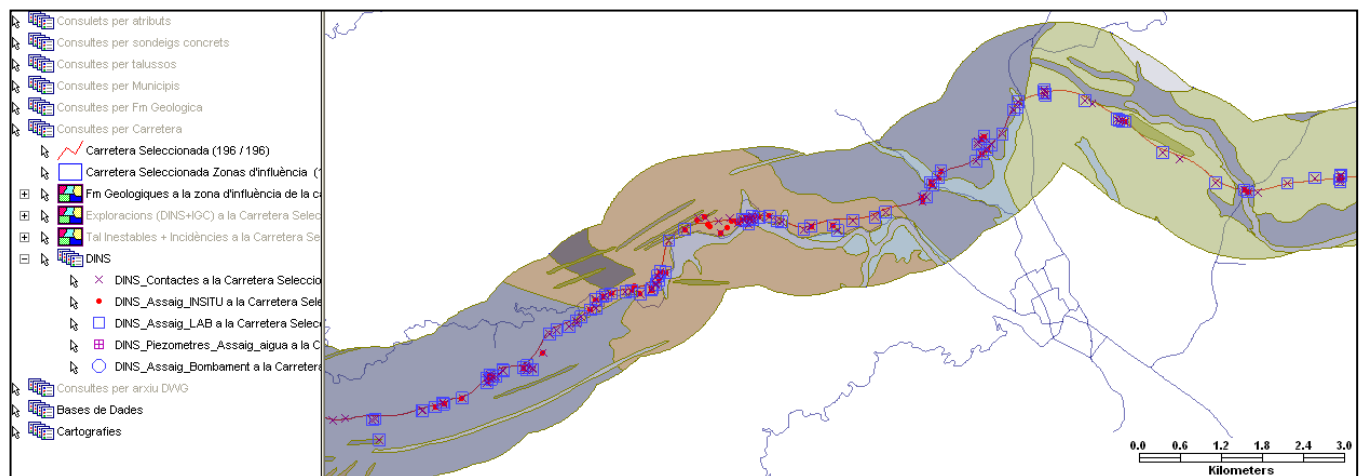


Fig. 118: Detall amb les exploracions representades en funció dels registres que se'n tenen a la BD DINS de GISA.

5.2.5 Elements continguts en cartografies específiques i nous projectes.

Moltes actuacions o estudis científics no tenen els seu punt de sortida en un conjunt de municipis, ni una formació geològica ni una carretera concreta. Per exemple, moltes vegades pot ser interessant poder carregar al projecte SIG plànols de projectes o d'estudis i partir d'aquests generar les consultes. També pot ser que es desitgi conèixer dades en funció d'una cartografia específica motivada per un interès científic, com l'estudi de formacions superficials o d'una zona afectada per un moviment de massa. En aquest sentit, tal i com s'ha plantejat a l'apartat d'integració del capítol anterior, el projecte SIG permet carregar cartografies en formats vectorials, típicament DXF o DWG, o formats *shapefile* i cobertures més utilitzats amb programes SIG.

S'ha deixat definit un grup de consultes en funció d'un arxiu qualsevol de format DWG, però no s'han predefinit les consultes ja que poden variar molt en funció de l'interès de l'estudi. En qualsevol cas, tan sols cal carregar la capa com s'ha mostrat al capítol anterior d'integració, des del menú *Herramientas* a la funció *Cargar CAD Files* pels arxius DXF i DWF o Microstation, o bé generar una connexió en el cas de cartografies en altres formats. Una vegada carregada la cartografia o plànols d'interès s'han de generar les consultes com s'han anat generant en els apartats anteriors, amb consultes espacials d'inclusió o interseccions i utilitzant zones d'influència en casos d'elements lineals o quan es vulgui cercar a més superfície de la que està estrictament cartografiada o descrita en els plànols.

Un procediment interessant pot ser iniciar la cerca d'exploracions generant una consulta d'intersecció entre els plànols del nou projecte i la cartografia geològica en format vectorial per obtenir el llistat de formacions que travessen la nova actuació. A partir d'aquí es poden cercar exploracions a les formacions que es travessen a prop de la nova actuació.

Així doncs, es poden realitzar els mateixos procediments mostrats als apartats anteriors per consultar les BBDD en funció de tot tipus de cartografies i plànols que es carreguin al projecte SIG. Cal tenir en compte que **també es poden generar consultes utilitzant filtres espacials**, els quals s'expliquen en el següent apartat i en alguns casos poden simplificar molt la tasca.

5.2.6 Utilització de filtres espacials per generar consultes.

El programa GeoMedia Professional permet, no només generar filtres per atributs, sinó que també permet generar filtres espacials. Aquests filtres poden facilitar molt les tasques de generar consultes, però requereixen sistemes operatius i ordinadors potents.

Els filtres espacials limiten les BBDD i les cartografies a l'interior seu, és a dir, quan es defineix un filtre espacial, pel programa només existeixen els elements continguts dins de la regió delimitada per aquest. El cas més senzill seria el de generar un filtre espacial a partir d'una regió dibuixada des de la vista mapa del projecte. Amb aquest filtre activat, qualsevol de les consultes o visualitzacions sobre qualsevol font d'informació integrada al projecte es veurà restringida a l'interior del rectangle definit. Així doncs, de manera alternativa als sistemes de consultes que s'han definit i mostrat, es poden generar consultes utilitzant els filtres espacials obtenint resultat semblants. A la següent Fig. 119 es mostra un exemple de filtres espacials rectangular, poligonal i circular.

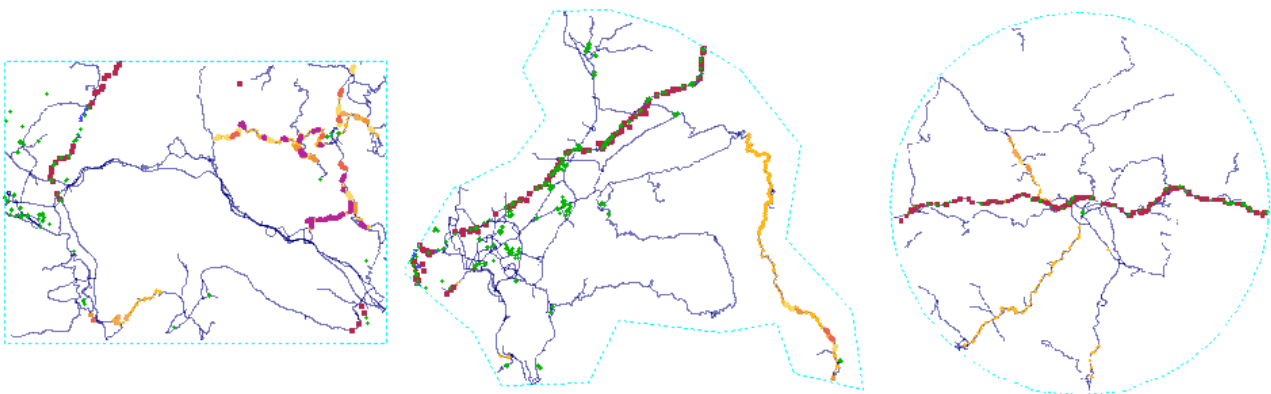


Fig. 119: Filtres espacials rectangulars, poligonals i circulars que limiten el contingut de les BBDD i cartografies al seu interior.

Les opcions de configuració dels filtres permeten seleccionar els elements que es troben completament a dins o superposades a la regió definida pel filtre (Fig. 120). Es poden nombrar els diferents filtres generats i utilitzar quan es desitgi.

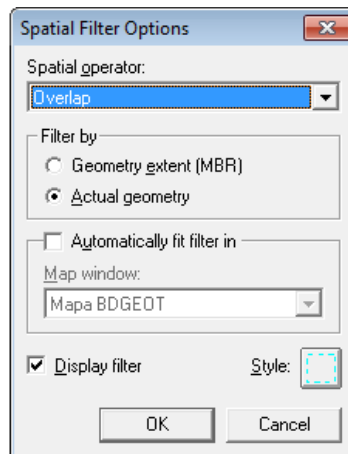


Fig. 120: Finestra de configuració dels filtres espacials.

Una eina molt important és la de generar filtres espacials a partir de la selecció d'elements en format vectorial, com un o més municipis o formacions geològiques. A la següent Fig. 121 es mostren filtres espacials generats a partir de la selecció d'un municipi i d'una formació geològica.

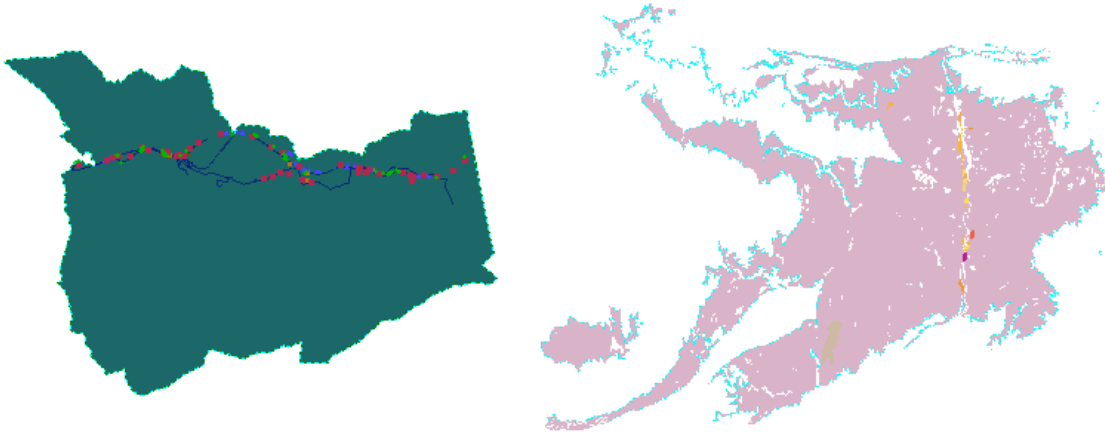


Fig. 121: Esquerra: Filtre espacial a partir de la selecció d'un municipi. Dreta: Filtre espacial a partir de la selecció d'una formació geològica.

Per generar aquest filtres tan sols cal accedir a la barra d'eines específica de filtres espacials i seleccionar com es vol fer el filtre: si a partir de rectangles, polígons o cercles dibuixats sobre el mapa, o a partir de la selecció d'elements vectorials. Per facilitar-ne l'ús, els filtres es poden anomenar, guardar i configurar-ne alguns trets.

Quan s'activa un filtre espacial, qualsevol consulta sobre qualsevol font d'informació integrada al projecte es veu reduïda només a l'interior del filtre. **Així doncs, es poden obrir les taules mares de les BBDD directament en format de taula de dades i només apareixeran els elements continguts a l'interior del filtre.** Aquest és un mecanisme essencial de cerca i consulta de les dades que cal tenir-lo present i saber-lo manipular.

Les consultes a les que s'ha d'anar a buscar la informació en el cas d'estar utilitzant els filtres espacials són aquelles que contenen totes les dades, que són:

- Talussos inestables + Incidències
- Exploracions DINS + IGC
- DINS_Exploracions
- DINS_Contactes
- DINS_Assaig_INSITU
- DINS_Assaigs_LAB
- DINS_Assaig_Bombament
- DINS_Piezometres_Assaig_aigua

6. Elaboració de nous mapes amb les dades obtingudes.

Sense ser un dels objectius de la present tesina, cal indicar alguns dels potencials més importants que presenta el fet de manipular les BBDD amb programes SIG. En el present capítol **es pretén mostrar algunes idees** de tractament de dades que podrien desenvolupar-se i que caldria tractar amb molt més rigor i temps que el que es planteja a continuació.

6.1 Estudis geoestadístics amb les dades del projecte.

La geoestadística és una branca de l'estadística que es dedica a buscar relacions entre les variacions de paràmetres amb l'espai per intentar descriure el comportament amb una distribució estadística o una funció de correlació. És a dir, es basa en la correlació espacial de dades geogràfiques. Normalment s'utilitza el semivariograma per mesurar el grau de dependència espacial entre les mostres. Des d'aquest punt de vista, les BBDD integrades al projecte SIG tenen un gran potencial per estudiar les variacions dels paràmetres geotècnics i propietats mecàniques del comportament del terreny amb l'espai.

En el món de la mineria s'utilitzen els programes de SIG per du un control de les dades distribuïdes per l'espai i actualitzades en el temps, i es realitza un tractament geoestadístic dels valors obtinguts associats a les concentracions de minerals d'interès, per dissenyar i gestionar les accions i fronts d'atac a la mina. De la mateixa manera que s'observa la variació de la granulometria en materials deltaics en funció de la seva posició més proximal o distal, seria interessant observar amb dades reals la variació espacial, per exemple, del coeficient de consolidació, dels límits d'Atterberg, de la cohesió, o qualsevol paràmetre, coeficient o propietat.

Una de les característiques interessants respecte el sistema DINS anterior, és que es poden utilitzar noves dades referents a la posició dels elements per generar cerques. Per exemple, es poden cercar els resultats d'un assaig de laboratori per totes les exploracions fetes sobre una mateixa formació geològica i observar la seva variació espacial. Per generar aquest tipus de cerques, només cal fer una nova consulta per atributs sobre la consulta ja existent de dades d'assaigs de laboratori anomenada "DINS_Assaigs_Lab a les Fm_Geologiques_Seleccionades", triar el camp on apareixen els noms dels assaigs i demanar el llistat de possibilitats. Seleccionar el tipus d'assaig i generar la consulta. S'ha considerat oportú fer una cerca, a nivell d'exemple, d'exploracions superficials com ho són les cales, a una zona d'estudi hipotètica amb més de 10 mostres i certa proximitat entre elles. S'han seleccionats les cales registrades en aquesta zona i s'han filtrat els assaigs de laboratori per obtenir tan sols els resultats dels límits d'Atterberg.

Per fer-ho s'ha utilitzat un filtre espacial per delimitar la zona d'estudi i les consultes en funció d'exploracions concretes. En aquest grup de consultes ja es troben

configurades les consultes referents als assaigs realitzats sobre aquesta formació, així que el següent pas és filtrar la consulta d'assaig de laboratori per tipologia d'exploració, sol·licitant cales, i per tipus d'assaigs, requerint els límits d'Atterberg.

Un cop seleccionada la informació desitjada s'ha representat en funció dels valors de l'IP a la vista mapa del projecte. Així doncs, a la següent Fig. 122 es mostren els IP obtinguts a les cales realitzades a la zona d'estudi que es tenen registrades a la BD DINS de GISA, on es pot observar una variació entre el 12 i el 20,1% de l'IP de les margues.

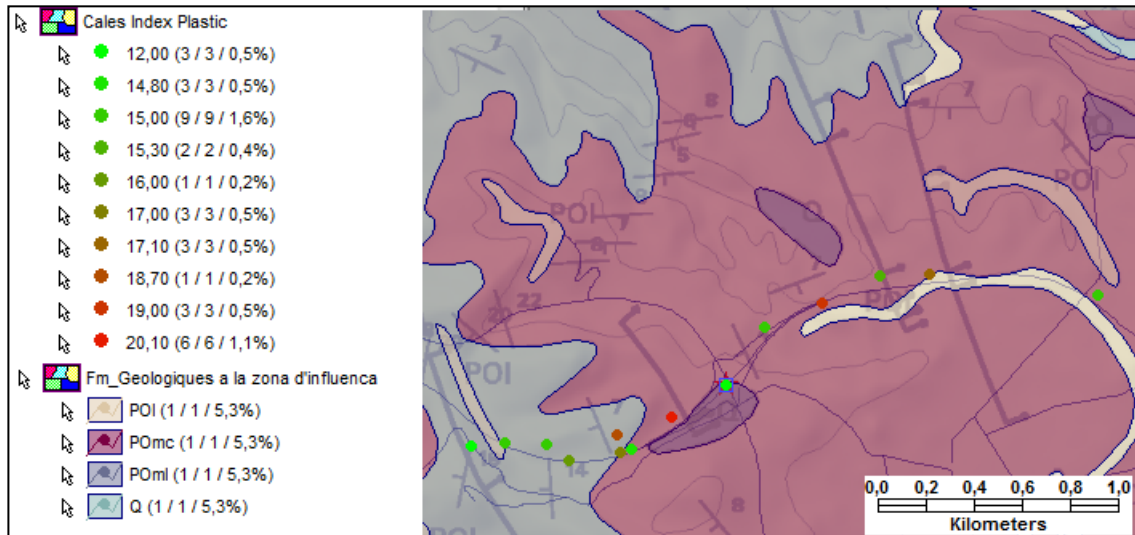


Fig. 122: Representació a la vista mapa dels Índex de Plasticitat obtinguts a les cales realitzades a la zona d'estudi.

Aquestes dades es poden exportar a programes de càlcul espacial que permeten generar mapes de variació de paràmetres mitjançant estimacions distribuïdes per l'espai amb tècniques com el Krigging, que es caracteritza per ser un estimador lineal que minimitza la variança. Aquest procés es fa a nivell d'exemple i caldria tenir en compte molts més factors. Per una banda, és obvi que al canviar de formació geològica variïn fortament els resultats, fet que pot ser interessant de comprovar. Per altra banda, les mostres es troben sobre dues formacions de margues grises amb intercalacions calcàries, i, en concret, totes les mostres són de margues grises oligocenes. També caldria tenir en compte la xarxa de drenatge, la topografia, la cartografia geomorfològica de la zona i el grau de conservació de les mostres abans de ser assajades, entre d'altres. A més, cal tenir en compte que les mostres estan separades entre 20 i 200 metres sobre una traça lineal, quan caldria tenir una distribució el màxim d'uniformement distribuïda per l'espai per obtenir bons resultats.

Un dels softwares més coneguts i fàcils d'utilitzar per aquesta tasca és el Golden Surfer, que permet generar una gran varietat d'estimacions geoestadístiques, com pot ser el Krigging utilitzat per realitzar els mapes de variació dels límits d'Atterberg que es mostra a la següent Fig. XX. **Aquest apartat només intenta reflectir les possibilitats d'estudis geoestadístics que es poden desenvolupar amb les dades espacials que contenen les BBDD integrades al projecte.**

A les tres representacions següents de la Fig 123 es mostren les estimacions del Límit Líquid, del Límit Plàstic i de l'Índex de Plasticitat a partir dels resultats obtinguts dels assaigs de laboratori d'identificació de sòls realitzats amb les mostres de les cales de la zona d'estudi.

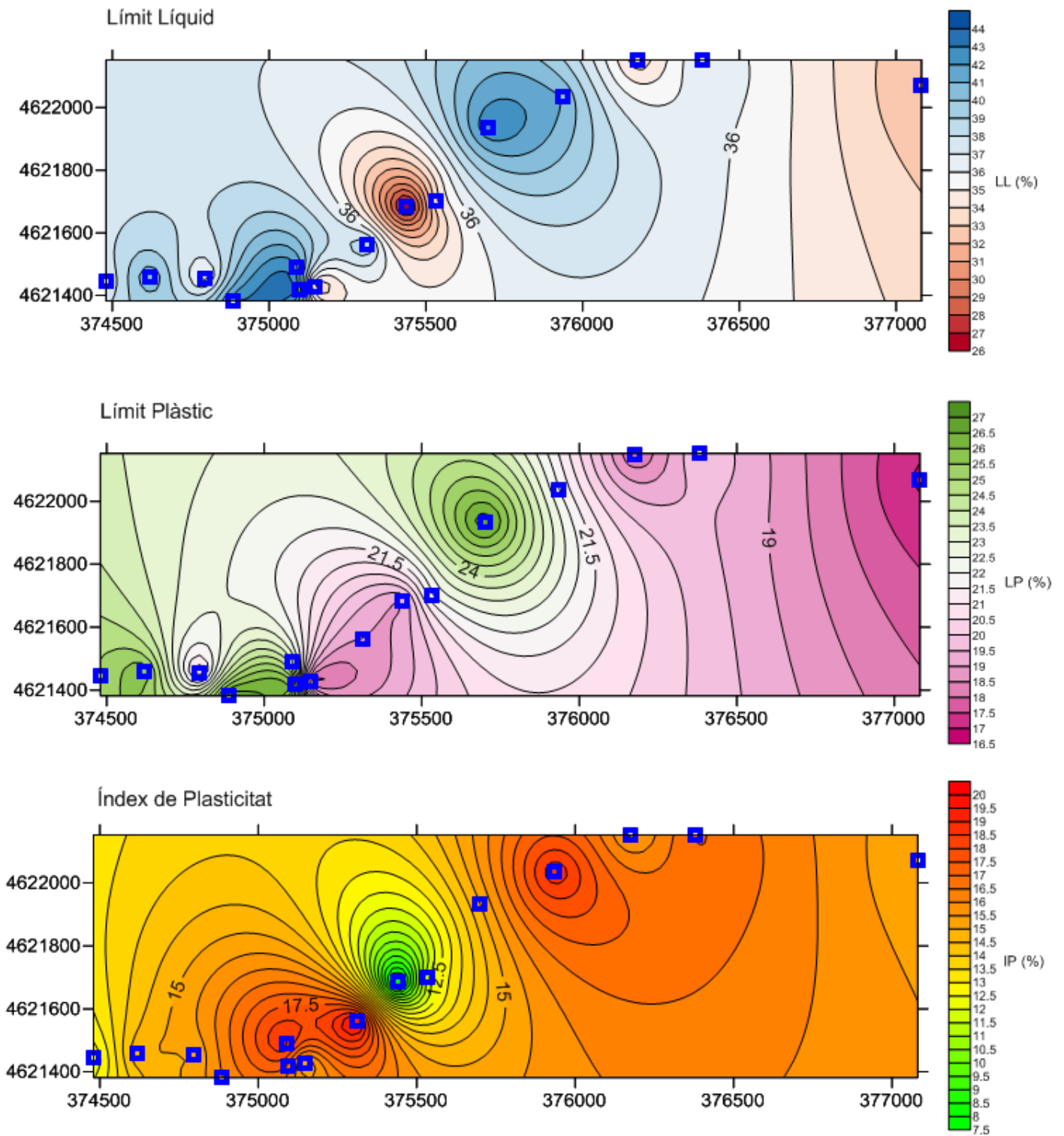


Fig. 123: Estimació mitjançant Krigging de la variació del Límit Líquid, del Límit Plàstic i de l'Índex de Plasticitat obtinguts als assaigs de classificació de sòls de les cales realitzades a la zona d'estudi.

6.2 Introducció a la geoestadística tridimensional

Un dels trets més característics de les dades del terreny és que tenen una forta component tridimensional, és a dir, la majoria dels resultats de laboratori obtinguts provenen d'una posició en planta i d'una profunditat dins del sondeig d'on s'ha extret la mostra assajada. Un dels fenòmens estudiats pels autors Yosoon Choi i Hyeong-Dong Park de la l'Escola d'Enginyeria Civil, Urbana i Geosistemes de la Universitat Nacional de Seül, és la pèrdua d'informació al realitzar tractaments geoestadístics bidimensionals a informació del terreny tridimensional. En un dels seus articles, *Integrating GIS and 3D geostatistical methods for geotechnical characterization of soil properties* [21], presenten un mètode per integrar estudis geoestadístics 3D amb una BD GIS geotècnica. A la següent Fig 124, extreta de l'article citat, es mostra la pèrdua d'informació al fer un tractament bidimensional de les dades del terreny.

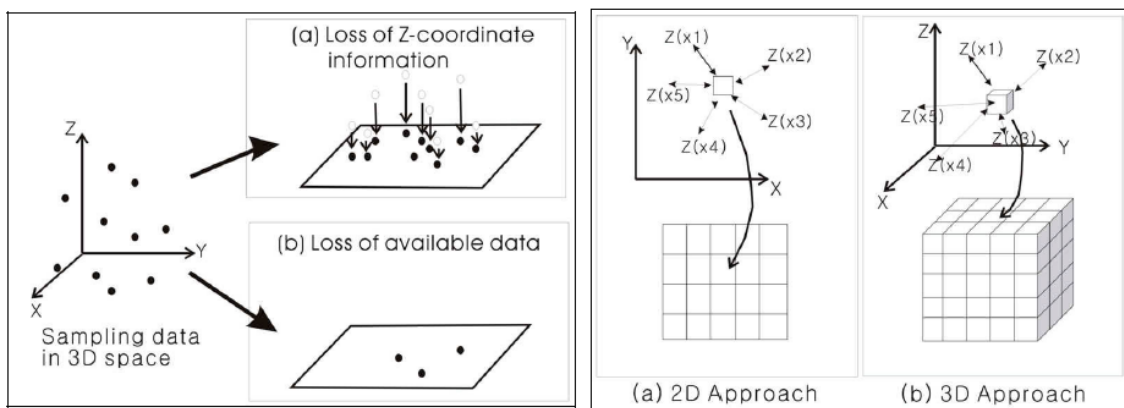


Fig. 124: Pèrdua d'informació amb tractaments bidimensionals sobre informació tridimensional [21].

Com a exemple, el programa GeoMedia Professional permet representar els resultats d'un assaig de diferents colors o mides en funció del valor obtingut, però a l'hora de treballar amb la tercera dimensió la representació es complica. A la següent Fig. 125 es mostren els resultats de l'assaig de compressió uniaxial que es realitza amb mostres de roca, extretes d'exploracions de la formació "Ggd" corresponent a Granodiorites i granits alcalins del Carbonífer i Permià del Montseny sobre la traça de l'Eix Transversal. En aquesta representació es poden observar les variacions de la compressió uniaxial entre 50 i 200 Mpa.

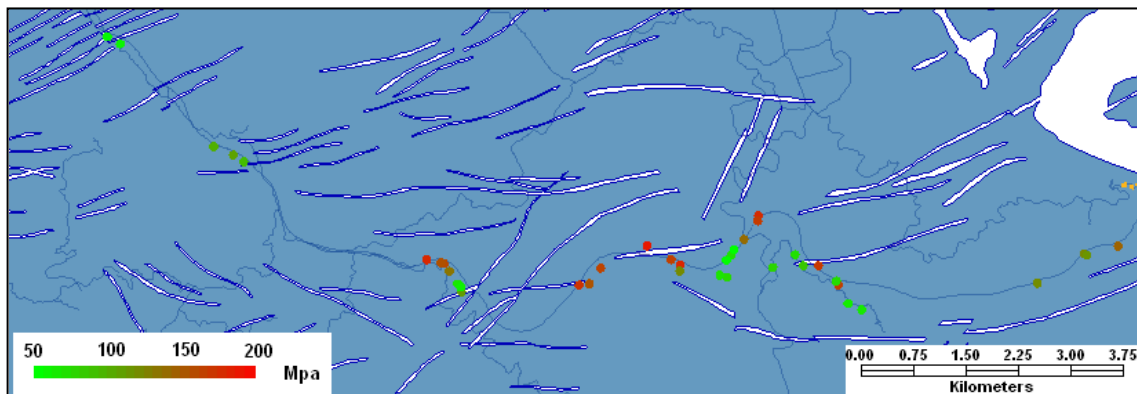


Fig. 125: Representació de la compressió uniaxial en roca a les Granodiorites i granits alcalins.

El fet de tenir més d'un assaig a la mateixa posició però a diferent profunditat impedeix representar i interpretar correctament les dades, i en el cas de desitjar realitzar un procés d'estimació geoestadística seria erroni.

L'aplicació de dades amb quatre variables, corresponents a x, y, z i un atribut permet realitzar tot tipus d'anàlisis i representacions com els que es mostren a la Fig. 126 presentada per Choi i Park [21], on es presenten sondeigs amb dades del terreny (a), la superfície topogràfica en format TIN (b), mostreigs amb d'informació puntual (c), estructures geològiques tridimensionals (d) així com una malla amb informació estructural contínua en 3D (e).

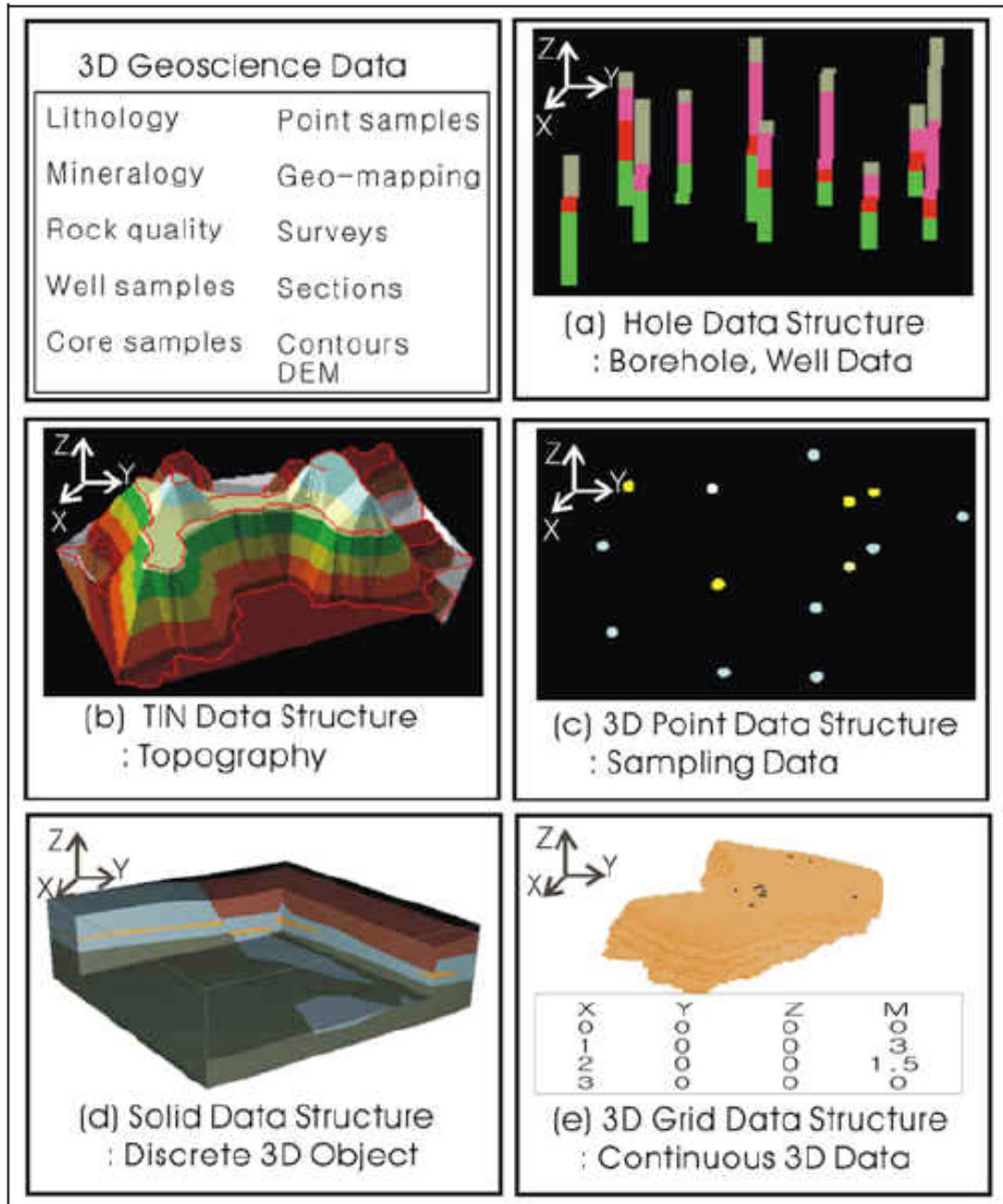


Fig. 126: Aplicacions de tractament tridimensional de BBDD mitjançant eines SIG 3D [21].

Una de les solucions possibles és el filtratge de les dades per profunditats absolutes, com ja s'ha citat, però el resultat es fragmenta en diferents cartografies, difícilment interpretables quan cal també superposar els talls geològics que expliquin la disposició i estructura dels materials. **En aquesta situació es contempen tres solucions** possibles que permeten realitzar una bona interpretació i estudi de les dades.

La primera i més senzilla és el tractament i representació de les dades amb el **Microsoft Excel** que, tot i permetre representacions interessants de les dades, no permet realitzar anàlisis tridimensionals de les dades, de manera que a priori no sembla l'opció desitjada.

La segona solució és exportar les dades en format de taula de dades a un programa com el **Golden Surfer**, que permet la representació tridimensional de les dades i el seu tractament geoestadístic corresponent. Aquesta solució és del tot factible i fàcil de realitzar. A la següent Fig. 127 es mostren estimacions de concentracions d'arsènic a tres profunditats diferents.

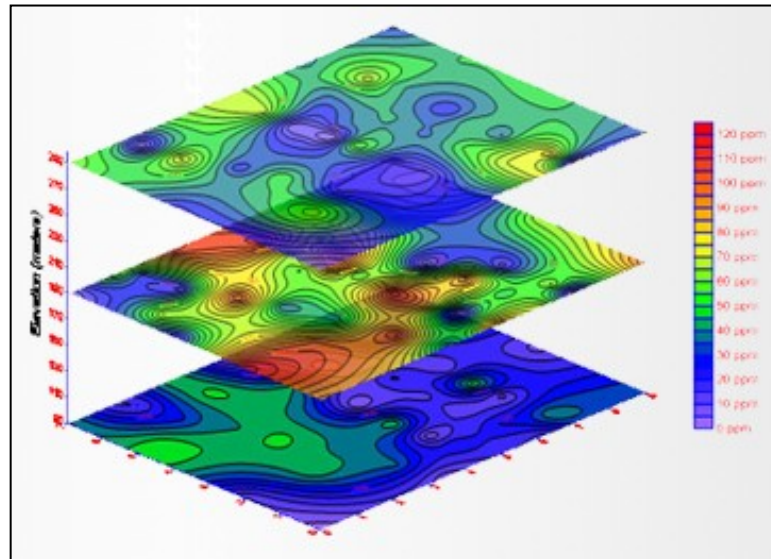


Fig. 127: Representació d'estimacions planimètriques a diferents profunditats de la concentració d'arsènic en ppm extreta de la pàgina web del programa Golden Surfer.

Com es pot observar, les estimacions geoestadístiques segueixen realitzant-se bidimensionalment, de forma independent amb els resultats obtinguts a diferents profunditats. És a dir, tot i treballar amb dades tridimensionals, les estimacions es segueixen calculant a profunditats fixades i de forma independent amb les dades que les envolten a diferents profunditats. Aquest detall és molt important en aquells casos on les variacions dels paràmetres, coeficient o propietats que s'estudien siguin més susceptibles a la profunditat que a la posició planimètrica.

Tot i que depèn molt de cada cas i de l'estudi en concret, és interessant poder realitzar les valoracions geoestadístiques pertinents tenint en compte les variacions anisòtropes en totes les direccions de l'espai tridimensional. Per aquest motiu pren

força la tercera de les solucions proposades, que és el tractament amb el paquet d'extensió del propi GeoMedia anomenat GeoMedia 3D.

El paquet GeoMedia 3D permet no només visualitzar les cartografies i dades tridimensionalment de forma semblant al conegut Google Earth, tant en superfície com en profunditat, sinó que permet el tractament geoestadístic de les dades tridimensionalment. Aquest paquet d'extensió permetria explotar tot el potencial de les BBDD i cartografies carregades al projecte SIG, permetent representacions tridimensionals de les exploracions sobre el terreny i dels resultats obtinguts dels assaigs in situ i de laboratori, podent superposar una gran quantitat d'informació en una sola representació, a més a més dels estudis geoestadístics en 3D com es realitzen en el món de la mineria i dels recursos energètics.

En els articles de Choi i Park es mostren tractaments geoestadístics 3D com els que es desitjarien realitzar en el projecte SIG presentat en aquesta tesina, mitjançant els sistemes d'anàlisi 3D del programa **ArcGis 3D**, que treballen de forma anàloga al paquet GeoMedia 3D. Per mostrar el potencial d'aquestes eines Choi i Park realitzen un estudi dels paràmetres hidràulics d'una zona de Korea del sud d'on s'han pres 63 mostres de conductivitat hidràulica. La representació de les dades de treball contingudes a la BD amb els models de SIG 3D es mostra a la Fig. 128 següent.

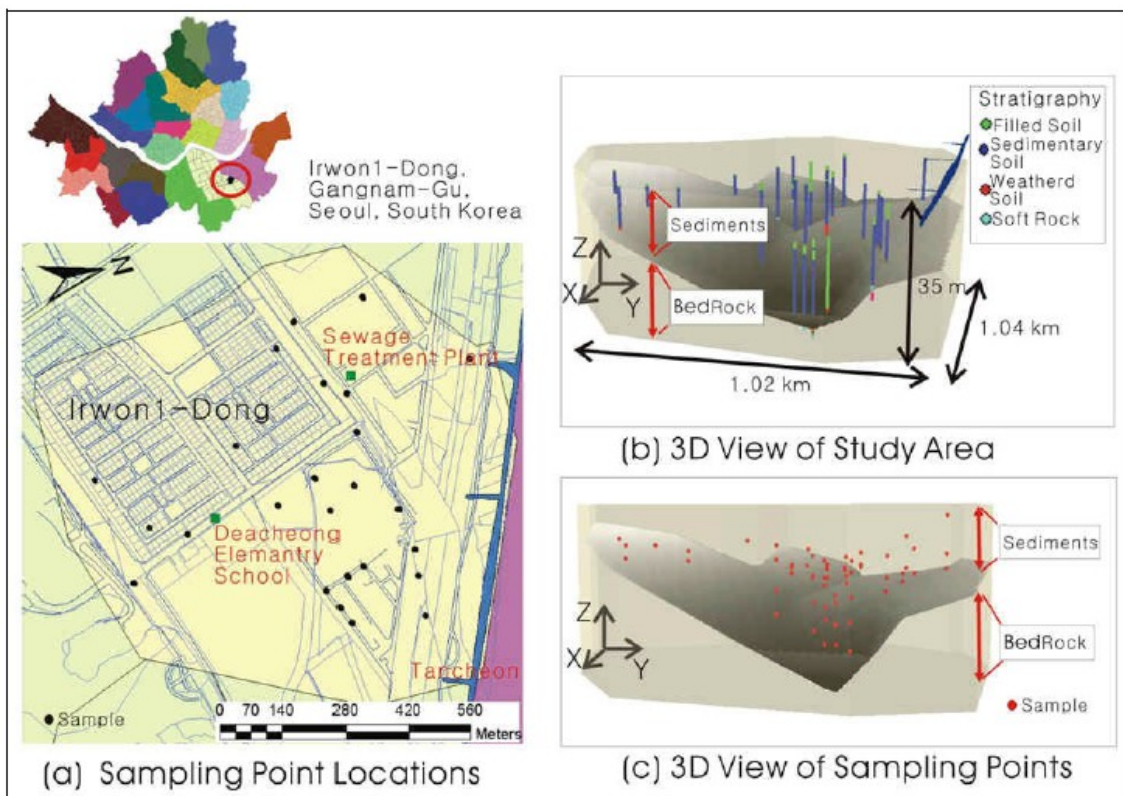


Fig. 128: Zona d'estudi de la conductivitat hidràulica amb anàlisi geoestadístic 3D proposat per Choi i Park el 2009.

Sense entrar en els detalls de les diferents conversions de formats de dades que proposen Choi i Park per realitzar l'estudi, es proposen diferents mètodes d'estimació de la conductivitat hidràulica de la zona d'estudi a partir de les 63 mostres obtingudes. Així doncs es comparen les estimacions bidimensionals i tridimensionals amb un mètode poligonal, el mètode de la inversa de la distància amb pesos (inverse distance weighted, IDW) i amb el mètode de Krigging. A la següent Fig. 129 es mostra la comparativa entre els resultats obtinguts amb els tres mètodes diferents proposats per Choi i Park per demostrar la diferència entre fer les estimacions geoestadístiques de forma bidimensional i superposar-les per pisos o generar les estimacions amb mètodes tridimensionals. Es pot observar clarament com els resultats obtinguts mitjançant els mètodes tridimensionals s'aprofiten de les dades que tenen en totes direccions per realitzar estimacions més precises que les obtingudes amb els mètodes bidimensionals.

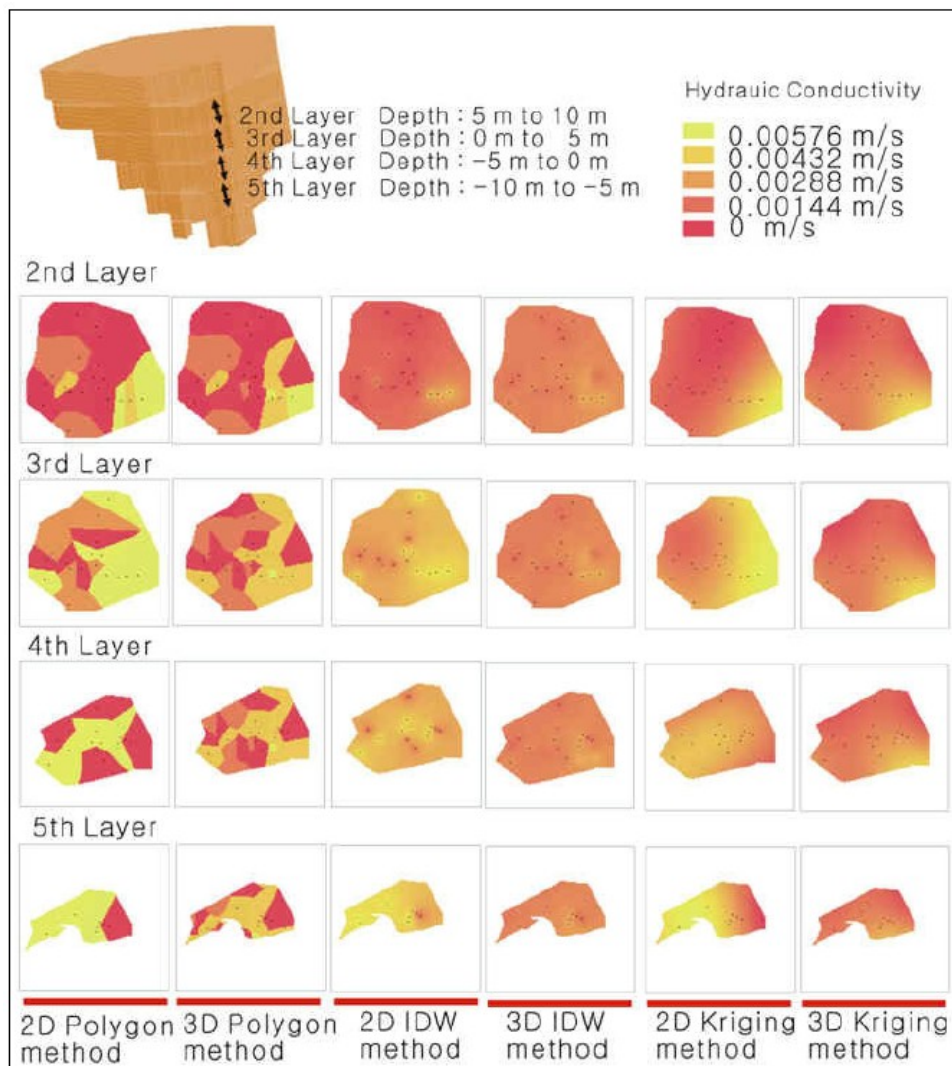


Fig. 129: Comparativa dels resultats obtinguts de les estimacions de la conductivitat hidràulica de la zona d'estudi en funció dels tres mètodes d'estimació proposats per Choi i Park [21].

Amb les experiències recopilades, es considera molt interessant seguir desenvolupant el projecte SIG en noves fases per poder generar estudis i estimacions com les que proposen Choi i Park amb l'objectiu de caracteritzar millor la distribució de les propietats del terreny. De fet, el projecte presentat té tot el necessari per fer-ho.

6.3 Formacions geològiques amb major nombre d'incidències registrades

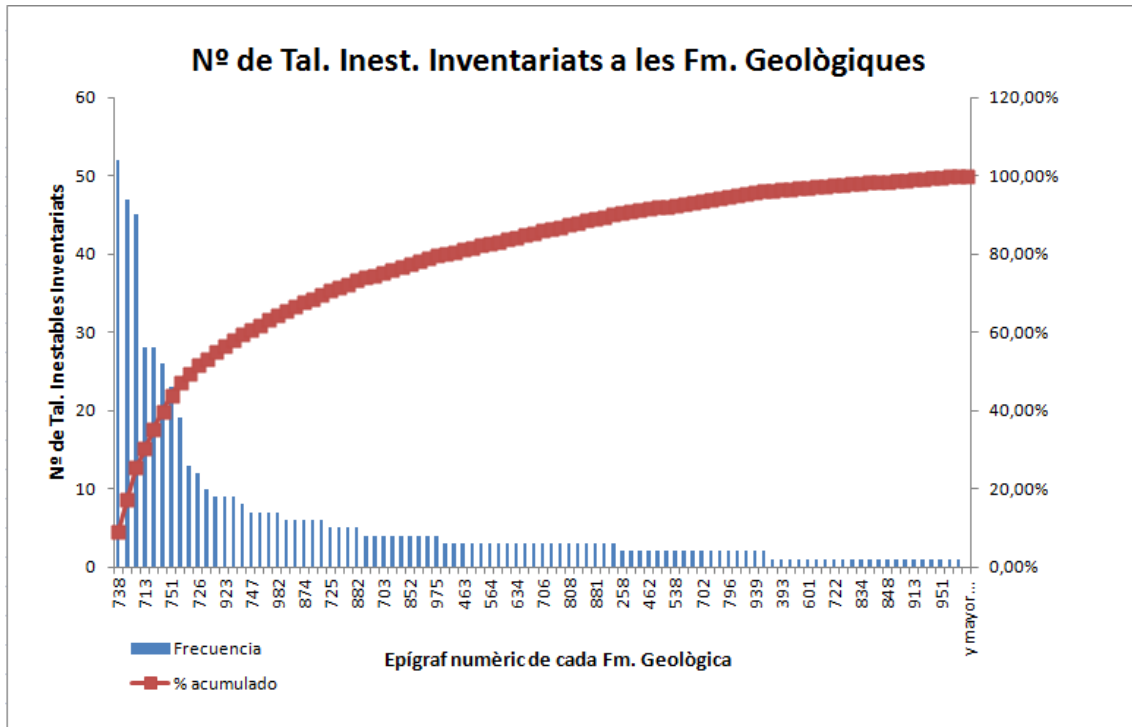
Un estudi interessant a fer per a la gestió dels recursos assignats al manteniment dels talussos de la xarxa viària catalana, i també per al millor disseny en noves actuacions d'obra pública, és l'estudi de les formacions geològiques a les quals es registren un major nombre d'incidències relacionades amb moviments de massa. Les dades de les que es parteix estan subjectes a molts factors que poden influir en els resultats severament, com el fet d'informar o no informar de les incidències o quines dades es prenen i qui les pren. En aquest sentit, les dades registrades a la BD de talussos inestables inventariats, tenen un grau de fiabilitat major ja que les ha generat un tècnic o geòleg, a diferència de les dades de la BD d'incidències editades pel SCT, la majoria de les quals han estat editades per mossos d'esquadra. Per aquest motiu, es decideix fer un filtratge de les dades abans de fer-ne cap estudi.

El filtre aplicat es realitza per separat sobre les dades d'incidències i sobre les dades de l'inventari de talussos inestables. Aquest filtre cerca aquelles exploracions de longituds majors d'un quilòmetre per evitar registres en els que puguin estar mal notificats els punts quilomètrics d'inici i final. Amb aquest filtre, s'observa que els registres de la BD de talussos inestables són menors d'un quilòmetre i coincideixen amb el camp de "llargada" de la BD, fet que calia comprovar, ja que la distància que utilitza el projecte SIG no és la d'aquest camp sinó la que s'obté del procés de segmentació dinàmica realitzada durant la integració de les BBDD. Per altra banda, s'observa que les incidències registrades pel SCT es refereixen sempre als trams de via tallats, i per tant no tenen una relació directa amb la zona afectada realment per despreniment o esllavissada, de manera que es fa difícil poder utilitzar aquestes dades per trobar les formacions geològiques més afectades. Així doncs, es considera oportú prescindir dels registres d'incidències per aquest estudi en concret i utilitzar els registres de la BD de talussos inestables, que tenen una bona fiabilitat en la seva tramificació i aquesta està relacionada directament amb la zona afectada per moviments de massa.

Per fer l'estudi, s'ha generat la intersecció entre la BD de talussos inestables amb la cartografia vectorial de formacions geològiques a escala 1:50000. El resultat és una taula de dades amb les mateixes dades de la BD original però afegint els camps associats a la formació geològica a la que es troben els registres. Aquesta taula de dades permet fer un senzill tractament estadístic per trobar a quines formacions geològiques es registren més talussos inestables.

S'han exportat les dades al programa Microsoft Excel per realitzar un histograma clàssic amb el que s'han detectat formacions geològiques amb un elevat nombre de talussos inestables. Per realitzar l'histograma s'han utilitzat els epígrafs numèrics de cada formació geològica com a classes (tal i com es troben a les bases de dades associades a la cartografia geològica vectorial).

A la següent Fig. 130 es mostra l'histograma obtingut de les dades extretes del projecte SIG, on es mostren les formacions geològiques que més talussos inestables registren, i tot seguit es mostra la Taula 7 amb una part dels resultats de l'histograma. **A la Taula 7 es pot observar com les 10 primeres formacions geològiques, que tenen més de 10 talussos inestables inventariats cada una, assoleixen elles soles 293 talussos inestables, essent el 50% dels talussos estudiats que sumen un total de 568.**



Classe	Nº de Tal Inestables Inventariats	% acumulat	Epígraf	Descripció
738	52	9,15%	NMcgl	Conglomerats, gresos i lutites roges. Miocè inferior.
768	47	17,43%	Qsei	Planes de sorra eòlica inundables. Sorres fines i llims. Holocè.
767	45	25,35%	Qse	Planes de sorra eòlica subaèria. Sorres fines netes. Holocè.
713	28	30,28%	JMc	Calcàries amb intercalacions de margocalcàries i margues. Malm.
936	28	35,21%	Qcd1	Ventall al·luvial correlacionable amb la Terrassa 1. Sorres llimoargiloses amb còdols. Plistocè superior - Holocè.
1040	26	39,79%	Qt0-1	Llit actual, plana d'inundació ordinària i terrassa més baixa (0-2 m). Holocè recent.
751	23	43,84%	POmc5	Calcàries amb intercalacions de margues grises i verdoses i algun nivell de lutites lignitíferes. Catjà.
883	19	47,18%	PEglp2	Gresos, calcàries i margues grises. Formació Perarrua. Cuisià.
817	13	49,47%	POcgl5	Conglomerats, microconglomerats, gresos i lutites. Catjà.
726	12	51,58%	PExl	Guixos massius i lutites. Cuisià-Bartonià.
708	10	53,35%	PPcg	Conglomerats de clastes calcaris. Paleocè.
609	9	54,93%	PEmgl1	Margues, lutites i llims. Formació Margues de la Pasarel·la. Ilerdià-Cuisià.
923	9	56,51%	ÇOgq	Gresos quarsifeldspàtics, quarsites i lutites. Cambroordovicià.
1004	9	58,10%	Tm3	Dolomies i calcàries. Fàcies Muschelkalk superior. Triàsic mitjà-superior.
906	8	59,51%	POlxc	Lutites grises i rosades, calcàries micrítiques, guixos blancs, margocalcàries i gresos grisos. Rupelià.
747	7	60,74%	POlgx2	Lutites amb intercalacions de gresos i calcisilitites. Catjà.
781	7	61,97%	Qen	Argiles i llims dipositats en zones semiendorreiques. Holocè.
886	7	63,20%	PEgpd	Gresos, lutites i calcàries bioclàstiques. Formació Gresos de Roda. Ilerdià-Cuisià.
982	7	64,44%	PEcgm1	Gresos i lutites. Formació Puigsacalm. Bartonià inferior.
715	6	65,49%	PE1	Lutites, gresos i conglomerats. Engloba les unitats PE2 i PElg. Eocè.
790	6	66,55%	NMga	Argiles i llims vermells amb intercalacions de gresos. Miocè.
874	6	67,61%	PEca2	Calcàries bioclàstiques, d'alveolines i nummulits. Formació Mur. Ilerdià.
1006	6	68,66%	Tm2	Gresos i argiles. Fàcies Muschelkalk mitjà. Triàsic mitjà.
1030	6	69,72%	Qt1	Terrassa fluvial. Graves, sorres i lutites. Holocè.
725	5	70,60%	PEOl-m	Lutites, conglomerats i calcàries de la Depressió de Móra. Eocè superior-Oligocè inferior.

Taula. 7: Formacions geològiques que registren un major nombre de talussos inestables inventariats.

S'han seleccionats al projecte SIG les 10 formacions geològiques que més talussos inestables inventariats registren i s'han fet intersecar amb una zona d'influència de 2,5 quilòmetres al voltant del talussos inventariats. S'ha superposat la informació amb la pròpia BD de talussos inestables inventariats de la DGC, la cartografia ràster de formacions geològiques a escala 1:50000 i la cartografia topogràfica a escala 1:250000. El resultat és un mapa de les formacions geològiques amb major nombre de talussos inestables a les zones conflictives marcades amb vermell com es mostra a la Fig. 131 següent.

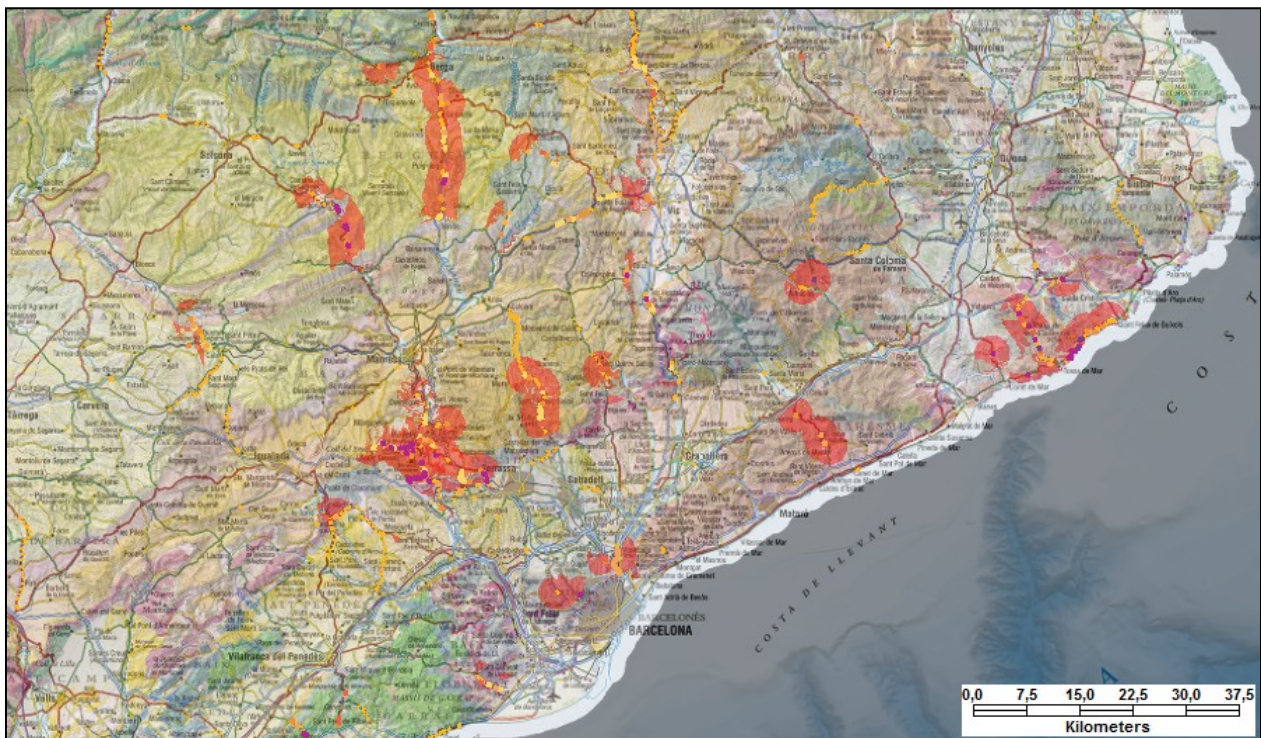


Fig. 131: Mapa de formacions geològiques amb major nombre de talussos inestables inventariats a les zones més conflictives.

Per una banda, aquesta informació pot ser valuosa a l'hora tant de dissenyar noves infraestructures com de valorar les ja fetes, però per altra banda cal tenir molt en compte que aquests talussos inventariats són els que la DGC ha decidit estudiar degut a un major nombre d'incidències i de la importància a nivell d'intensitat de flux de trànsit. És a dir, segurament hi ha formacions geològiques amb un gran nombre d'incidències que o bé no s'han notificat, o bé no s'han estudiat amb tant rigor com aquelles per les que passa un important flux de trànsit. Cal tenir en compte que a la valoració del risc es valora per una banda la perillositat i per l'altra la vulnerabilitat i exposició dels elements davant del risc, i que el fet de tenir grans quantitats de vehicles a certes vies fan que s'avaluïn amb major prioritats que unes altres de menor ordre.

7. Anàlisi comparatiu amb els sistemes precedents

Una vegada destinats tots els esforços a realitzar la compatibilització de les BBDD i la integració d'aquestes en un únic projecte SIG, cal analitzar si realment s'ha millorat en els aspectes que es desitjava, i quins punts forts i febles es troben al comparar els sistemes predecessors amb el que es proposa en aquesta tesina. Es considera oportú analitzar els sistemes de gestió i explotació en els següents apartats:

-Consultes per atributs:

Els sistemes de consulta per atributs de l'aplicatiu DINS antecedent són més amables a nivell visual que els sistemes de cerca o definició de filtres per atributs que s'utilitzen des del projecte SIG. Tot i això, totes les consultes de l'aplicatiu DINS estan molt limitades i fixades, de manera que la capacitat real del sistema per respondre les preguntes que un gestor o tècnic es fa és menor que la que s'aconsegueix amb el projecte SIG. A més a més de poder generar les mateixes consultes que es poden generar amb l'antecedent aplicatiu DINS, es poden superposar restriccions a l'hora de generar els filtres. Així doncs es considera que el projecte SIG compleix amb les necessitats requerides i millora el sistema de consultes per atributs. Pel que fa a les BBDD de la DGC no han sofert cap canvi substancial en aquest aspecte ja que la explotació ja es realitzava mitjançant el programa GeoMedia Professional.

-Consultes espacials:

L'aplicatiu DINS antecedent no permet generar consultes espacials, fet que el converteix en un gestor de BBDD exclusivament per atributs. En aquest sentit, el salt qualitatiu que es produeix al realitzar un tractament espacial dels registres de la BD DINS és molt significatiu. La versatilitat que tenen els programes SIG per integrar cartografies vectorials i utilitzar-les per generar consultes augmenta moltíssim el potencial de consulta de la BD. El fet de poder generar consultes en funció de la distància relativa entre els elements de les BD, fins i tot entre BD diferents, i la possibilitat de generar consultes tant d'inclusió en regions (municipis, Fm. Geològiques o filtres espacials) com a certa distància d'una via d'interès, permeten exprimir el potencial real de les dades espacials.

Pel que fa a les BBDD de la DGC, que ja treballaven amb GeoMedia, han augmentat molt la seva capacitat d'obtenció d'informació en afegir al seu inventari d'informació la BD geotècnica DINS i la cartografia vectorial de les formacions geològiques de Catalunya. Com s'ha mostrat en el capítol 5 d'explotació del projecte, a partir d'una talús inestable d'interès es pot obtenir de forma fàcil i ràpida, la cartografia geològica del seu entorn, tant en vista de mapa com en un llistat de dades, i les exploracions més properes, tant de GISA com de l'IGC, amb la possibilitat de poder consultar els registres dels assaigs in situ i de laboratori de la BD DINS.

-Representació de dades:

Amb el sistema anterior de consulta de la BD DINS, l'aplicatiu DINS, no es poden modificar les propietats de visualització de les dades. El fet de poder representar les exploracions en funció de qualsevol camp o rang de valors permet generar visualitzacions de dades amb una major càrrega d'informació. Un dels exemples mostrats són les exploracions en funció de la seva tipologia (cales, sondeigs, DPSH, borros, EG, etc.), o de la tipologia de registres que se'n té (assaigs in situ, de laboratori, hidràulics, piezòmetres...), o dels resultats obtinguts en un assaig en concret (resultats d'assaigs mecànics, de classificació, etc.). Ja no només el fet de poder modificar les propietats de visualització de les dades és interessant, sinó també el fet de poder superposar-les a tot tipus de cartografies que es poden carregar tant en format vectorial com en ràster, amb especial interès a les cartografies obtingudes a través de WMS.

-Integració d'informació provinent de diferents fonts:

El sistema anterior de consulta de la BD DINS no permet integrar informació de fonts que no sigui provinent de les fulles de càlcul Excel ENDINS per generar consultes. En aquest sentit, el projecte SIG demostra una gran versatilitat incomparable amb el limitat sistema de consulta DINS. El fet de poder carregar cartografies específiques en funció de les necessitats de cada cas, permet aprofitar molt més les BBDD. S'ha carregat al projecte les cartografies de límits administratius, la cartografia de formacions geològiques a escala 1:50000, la cartografia de la xarxa hidrogràfica i de les seves conques, així com una connexió WMS a l'ICC que permet accedir a un gran ventall de cartografies topogràfiques, ortofotos i cartografies geològiques en format ràster. Així doncs, en el projecte SIG es troben recopilades dades procedents de GISA, de la DGC, de l'IGC, i de l'ICC,

Per casos específics es poden carregar plànols de projectes, Planificació d'Espais Fluvials, o qualsevol cartografia específica en format CAD o shapefile. També es poden carregar les cartografies d'aqüífers contaminats i protegits, les zones d'espais naturals protegits, cartografies de riscos geològics, Models Digitals d'Elevacions, cartografies de pendents, així com la cartografia d'usos del sòl.

A banda de les cartografies, també es poden carregar més BBDD. Avui en dia ja s'han carregat la BD DINS d'exploracions, assaigs i resultats de caire geològic-geotècnic de GISA, les BBDD d'incidències i talussos inestables inventariats de la DGC, la BD d'exploracions (de moment només les localitzacions i projectes associats) de l'Institut Geològic de Catalunya, així com la BD geotècnica de la L9 anàloga a la BD DINS. A part de l'actualització periòdica d'aquestes BD, se'n poden carregar d'altres, com seria la BD d'Esllavissades de Catalunya LLISCAT realitzada per l'Institut d'Estudis Catalans i la UPC, a la que es recullen més de 400 moviments de massa inventariats. Sembla evident doncs, que el fet de manipular i gestionar les BBDD tant de GISA com de la DGC en un únic projecte SIG permet obtenir molta més informació entre elles i amb altres cartografies i BBDD.

-Anàlisi geoestadística:

Amb l'exportació de dades de l'aplicatiu DINS ja es podien realitzar estudis geoestadístics amb les dades espacials. Tot i això, el fet de poder definir filtres espacials permet extreure les dades que es desitgen en cada cas, així com la superposició de diferents filtres per atributs i espacials. En qualsevol cas, no s'ha tractat suficientment aquest aspecte, però la utilització d'eines capacitades per treballar amb dades distribuïdes a l'espai tridimensional és fonamental, i en aquest sentit seria molt interessant poder seguir desenvolupant el projecte a nivell d'explotació de la informació amb softwares com el Golden Surfer o el paquet d'expansió GeoMedia 3D.

-Sistemes d'actualització i transferència:

Cada BD s'actualitza de manera autònoma amb els seus propis sistemes d'actualització. El projecte SIG, tal i com està configurat s'actualitza automàticament al modificar els arxius de les BBDD que es troben a les carpetes pertinents de l'estructura documental. Així doncs, no són comparables els sistemes d'actualització ja que és un procés en sèrie, de manera que a mesura que s'actualitzen les BBDD es fa la transferència dels arxius mitjançant el sistema amb l'FTP preestablerta. El que si que es pot valorar és la transferència d'informació, ja que fins ara la DGC no tenia accés a la BD DINS i viceversa, GISA no tenia accés a les BBDD de la DGC. Així doncs, amb el projecte SIG elaborat i els sistemes d'actualització i transferència de la informació, els dos organismes obtenen un major contingut i capacitat d'adquisició de dades.

-Resum comparatiu:

A la següent Taula 8 es recullen alguns dels conceptes més importants tractats en el procés de compatibilització, integració i tractament de les BBDD en el projecte SIG, on s'ha marcat amb una creu la incompatibilitat, amb un tic la compatibilitat i amb un signe de més la millora dels diferents aspectes. La pròpia administració sembla que anomenarà aquest projecte PROspeccions de CATalunya, PROCAT.

	BD DINS	BD Tal. Inest. Inv.	Projecte PROCAT
Consultes per atributs	✓	✓	+
Consultes espacials	✗	✓	+
Incorporar BBDD	✗	✓	+
Incorporar Cartografies	✗	✓	+
Sistemes d'actualització	✓	✓	✓
Unificació	✗	✗	✓

Taula. 8: Comparativa entre els diferents sistemes de tractament de les BBDD.

8. Conclusions i línies futures d'actuació.

8.1 Conclusions

El projecte de compatibilització i unificació de les BBDD espacials de GISA i de la DGC en un projecte SIG, on finalment l'IGC també ha aportat la seva BD d'exploracions, **ha assolit les expectatives generades**. En aquest sentit, s'han complert tots els objectius fixats que es desitjaven que complís el projecte SIG a desenvolupar. Començant per poder alimentar-se de les diferents BBDD i respondre les preguntes més freqüents de forma massiva i ràpida, absorbir tot tipus de cartografies per generar noves **consultes espacials** i aprofitar el potencials de les dades, així com descriure nous procediments de cerca d'antecedents per a noves actuacions tant de nova obra civil com actuacions extraordinàries i de manteniment de la xarxa viària catalana. A més a més, es poden generar nous mapes amb la informació continguda a les BBDD i les cartografies que es desitgin utilitzar, i es tenen a l'abast totes les eines per realitzar estudis geostatístics de les dades del terreny. El projecte és capaç d'absorbir altres BBDD com la BD de geotècnica de la L9 o la BD LLISCAT i tot tipus de cartografies com la d'usos del sòl o la d'aqüífers i espais naturals protegits a més a més de les dades ja integrades.

Es consideren molt enriquidores les **cartografies vectorials** dels límits administratius i de formacions geològiques a escala 1:50000, que **permeten generar consultes en funció d'informació que no contenen els registres de les BBDD**, com són els municipis o les formacions geològiques a les que pertanyen. Per altra banda també es considera molt enriquidora la **connexió via WMS** a les ortofotos i cartografies topogràfiques i geològiques per a una millor visualització i interpretació de les dades distribuïdes pel territori.

A banda de la capacitat per consultar, representar i tractar les dades referents als assaigs in situ i de laboratori, així com els assaigs hidràulics i els contactes observats dels registres de la BD DINS de GISA, cal fer especial atenció al fet de poder obtenir de forma ràpida i massiva **la Clau dels projectes associats a les exploracions d'interès**, tant si són de GISA com de l'IGC, a partir de la qual es pot accedir als projectes i annexos on es troben els registres de les exploracions amb els treballs realitzats i les interpretacions corresponents. Aquest serà, segurament, el benefici més immediat per a l'administració, ja que es podran obtenir els projectes associats a una zona ja siguin de GISA, o de l'IGC que engloba projectes realitzades pel mateix IGC i exploracions realitzades pel Ministeri de Foment, per l'INCASOL i tot tipus d'exploracions realitzades per les Diputacions i pels Municipis.

El fet de dissenyar les campanyes geotècniques coneixent a priori el comportament dels talussos que registra la DGC, permetrà posar especial atenció en aquelles formacions i punts on s'observi un comportament conflictiu. Des de la DGC també serà molt enriquidor conèixer els punts més propers a un talús conflictiu amb registres i dades de laboratori del materials involucrats de forma ràpida i senzilla.

Per facilitar la interoperabilitat entre bases de dades en projectes similars al presentat cal tenir algunes qüestions presents a l'hora dissenyar noves BBDD. Per una banda cal minimitzar el nombre de taules on es registra la informació d'una BD per facilitar-ne la integració a projectes SIG. És molt important registrar correctament les dades de georeferenciació intentant evitar sistemes de referència lineal (SLR) com ho és la xarxa de carreteres per la BD de talussos inestables que, tot i tenir avantatges per alguns aspectes d'actualització del propi sistema de referència, dificulta la seva integració amb la majoria de programes SIG desenvolupats. Per altra banda, tot i que la utilització dels serveis WMS aporta grans facilitats per ubicar-se mitjançant les cartografies topogràfiques i ortofotos, és important tenir les dades més rellevants al propi sistema per no conferir al projecte SIG certa fragilitat i dependència de la xarxa.

8.2 Futures línies d'actuació:

El projecte SIG s'ha desenvolupat molt satisfactòriament assolint tots els requisits que se li exigien, però cal tenir clar quines són les línies futures d'actuació perquè el projecte no quedi en un atzucac. Un conveni entre els tres ens i cadascú d'ells vetllaran per definir i controlar aquestes línies futures d'actuació que són:

-A nivell administratiu, ja es troba en el **Plec de Prescripcions Bàsiques** per a la redacció tant d'estudis informatius com d'avantprojectes i projectes constructius, el requeriment **d'entregar a GISA** les dades referents als treballs d'exploració realitzades en el format que pertoca amb el full de càlcul programat **ENDINS**, amb l'objectiu de seguir alimentant la BD DINS.

-Tant GISA, com la DGC i l'IGC, hauran de **seguir alimentant les seves BBDD i transferint periòdicament** les actualitzacions pertinents via el sistema FTP que s'ha definit.

-Una de les línies d'actuació futures a curt termini i de gran interès, és la **publicació al portal GeoÍndex de l'IGC, d'una part de les dades** referents a les exploracions i als projectes a les que estan associades, amb l'objectiu de fer pública la informació perquè qualsevol ciutadà, estudiant, investigador, consultor, empresa o administració, pugui conèixer on hi ha informació registrada.

- També es considera oportú plantejar un sistema que permeti que consultors, constructors, protecció civil, l'ACA o altres ens interessats, tinguin accés no només a la localització de les dades com es planteja amb el portal GeoÍndex de l'IGC, sinó a totes les dades de les diferents BBDD.

-Finalment, **es considera molt interessant la possibilitat d'adquirir** el paquet de tractament de dades **GeoMedia 3D** per poder realitzar visualitzacions i estudis geostatístics tridimensionals per explotar encara més el potencial de les dades registrades a les diferents BBDD.

9. Referències i bibliografia.

- [1] Gestió d'Infraestructures S.A. (2012). *Dades oficials de l'empresa pública GISA*. (en català). Disponible a: < <http://www.gisa.cat/> > [últim accés: 16 d'Abril de 2012].
- [2] Institut Geològic de Catalunya (2012). *Recopilació de cartografies i dades espacials geològiques de Catalunya*. Barcelona. (en català). Disponible a: < www.igc.cat/web/ca/geoindex.html > [últim accés: 15 d'Abril de 2012].
- [3] United States Geological Survey (2012). *Bases de dades de moviments de massa i cartografies de riscs geològics dels Serveis Geològics dels Estats Units*. Reston, Virginia. (en anglès). Disponible a: < www.usgs.gov > [últim accés: 15 d'Abril de 2012].
- [4] Corominas, J. (2010). *Memòria orientativa del programa de recerca LLISCAT*. Convocatòria de programes de recerca de l'Institut d'Estudis Catalans 2008-2010.
- [5] United States Geological Survey (2012). *Bases de dades d'esllavissades dels Serveis Geològics dels Estats Units*. Reston, Virginia. (en anglès). Disponible a: < <http://landslides.usgs.gov/> > [últim accés: 15 d'Abril de 2012].
- [6] United States Geological Survey (2012). *Bases de dades d'esllavissades dels Serveis Geològics de l'estat de Utah dels Estats Units*. Salt Lake City. (en anglès). Disponible a: < <http://geology.utah.gov/index.htm> > [últim accés: 15 d'Abril de 2012].
- [7] National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention i Japan Science and Technology Agency (2012). *Mapa de distribució d'esllavissades*. Tokyo. (en anglès). Disponible a: < <http://lswb1.ess.bosai.go.jp/jisuberi/> > [últim accés: 15 d'Abril de 2012].
- [8] National Geoscience Dataset (2012). *Base de dades i mapes de distribució d'esllavissades*. Symonston. (en anglès). Disponible a: < http://www.ga.gov.au/oracle/landslid/landsl_online.jsp > [últim accés: 16 d'Abril de 2012].
- [9] Progetto AVI (2012). *Base de dades d'esllavissades*. Perugia, Italia. (en italià i anglès). Disponible a: < <http://avi.gndci.cnr.it/> > [últim accés: 16 d'Abril de 2012].
- [10] British Geological Survey (2012). *National Landslide database*. Londres, Anglaterra. (en anglès). Disponible a: < <http://www.bgs.ac.uk/home.html> > [últim accés: 16 d'Abril de 2012].
- [11] Institut Geològic de Catalunya (2012). *Base de Dades d'Allaus de Catalunya*. Barcelona (BDAC). (en català). Disponible a: < http://www.igc.cat/web/gcontent/ca/allaus/igc_allaus_bdac.html > [últim accés: 15 d'Abril de 2012].

- [12] LLISCAT (2012). *Base de dades d'esllavissades de Catalunya*. Barcelona. (en català i anglès). Disponible a: < <http://www.lliscat.upc.es>.> [últim accés:16 d'Abril de 2012].
- [13] Directiva INSPIRE (2012). *Directiva europea pel desenvolupament de les IDE*. Brussel·les. (en anglès). Disponible a: < <http://inspire.jrc.ec.europa.eu>. > [últim accés:16 d'Abril de 2012].
- [14] Eeckhaut, M.V.D ; Hervás, i Corominas, J. (2011). *SafeLand: Living with landslide risk in Europe: Assesment, effects of global change, and risk management strategies*. No: 226479. 7th Framework Programme. Cooperation Theme 6 Environment. Overview of European landslide databases and recommendations for interoperability and harmonisation of landslide databases.
- [15] Esri Espanya (2012). *Programes de desenvolupament d'eines SIG, ArcGis*. (en castellà). Disponible a: < <http://www.esri.es> > [últim accés:16 d'Abril de 2012].
- [16] Intergraph Espanya (2012). *Programes de desenvolupament d'eines SIG, GeoMedia Professional*. (en castellà). Disponible a: < <http://www.intergraph.com/global/es/> > [últim accés:16 d'Abril de 2012].
- [17] Ortega, J.I. i Alvarez, E. (200). *Metodología de análisis de taludes y determinación de la susceptibilidad al desprendimiento en la gestión del mantenimiento de infraestructuras lineales en la red de carreteras de la Generalitat de Catalunya*. VII Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables. CIMNE, Barcelona.
- [18] Institut Cartogràfic de Catalunya (2012). *Cartografies topogràfiques, geològiques i ortofotos de Catalunya*. (en català). Disponible a: < <http://www.icc.cat/> > [últim accés:16 d'Abril de 2012].
- [19] Generalitat de Catalunya (2012). *Dades Obertes de Catalunya*. (en català). Disponible a: < <http://www.gencat.cat/> > [últim accés:16 d'Abril de 2012].
- [20] JIIDE (2011). *II Jornadas Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales*. (en castellà). Disponible a: < <http://www.jiide2011.org/jiide2011/es/programa.html> > [últim accés:16 d'Abril de 2012].
- [21] Choi, Y. (2006). *Integrating GIS and 3D geostatistical methods for geotechnical characterization of soil properties*. International Association for Engineering Geology (IAEG) 2006, 532 pp.

10. Annexos

Annex 1: Fitxes ENDINS d'adquisició de dades.

Annex 2: Fitxes d'adquisició de dades de l'inventari de talussos inestables:

Annex 1: Fitxes ENDINS d'adquisició de dades.

A continuació s'especifiquen els possibles camps de registre de les fitxes ENDINS referents als resultats dels assaigs realitzats.

Sòls:

-Identificació i estat: D'on s'obtenen els pesos específics, humitats, porositat, límit líquid i plàstic i índex de plasticitat. Els assaigs preestablerts són:

- DENSITAT (UNE 103301-94)
- HUMITAT (UNE 103300)
- POROSITAT
- LÍMITS ATTERBERG (UNE 103103 i 103104 NLT 105 i 106)
- GRANULOMETRIA PER GARBELLAT (UNE 103101 NLT 104/72)
- GRANULOMETRIA PER SEDIMENTACIÓ (UNE 103102)

A la següent Figura 132 es mostra l'aspecte de la pestanya on s'informa dels resultats dels assaigs d'identificació per sòls.

MOSTRA		DENSITAT (UNE 103301-94)			HUMITAT (UNE 103300)	POROSITAT	LÍMITS ATTERBERG (UNE 103103 i 103104 NLT 105 i 106)						
CODI MOSTRA	PROFUNDITAT (punt mig del 'mostrejador' des de boca sondatge)	PES ESPECÍFIC SEC	PES ESPECÍFIC DE LES PARTÍCULES SÒLIDES (UNE 103302-94)	PES ESPECÍFIC NATURAL	HUMITAT NATURAL	POROSITAT	LÍMIT LÍQUID	LÍMIT PLÀSTIC	ÍNDEX DE PLASTICITAT	TIPUS TAMI'S	TAMI'S UNE 250 mm / ASTM 10"	TAMI'S UNE 200 mm	TAMI'S UNE 150 mm
	m	γ_d kN/m ³	γ_s kN/m ³	γ_n kN/m ³	w %	n %	w _L %	w _P %	IP %		250 mm %	200 mm %	150 mm %
C26b/005/MC	0.50						30,00	19,20	10,80	UNE			

Figura 132: Aspecte de la pestanya associada als assaig d'identificació bàsica de sòls de la fitxa ENDINS.

-Resistència: D'on s'obtenen els valors de resistència a compressió, pressió de confinament, percentatge de deformació, cohesió, angle de fregament intern, pes específic i humitat al realitzar l'assaig. Els assaigs preestablerts són:

- COMPRESSIÓ SIMPLE EN SÒLS (UNE 103400 NLT 202/72)
- TALL DIRECTE UU (UNE 103401)
- TALL DIRECTE CU (UNE 103401)
- TALL DIRECTE CD (UNE 103401)
- TRIAXIAL UU (UNE 103402)
- TRIAXIAL CU (UNE 103402)
- TRIAXIAL CD (UNE 103402)

A la següent Figura 133 es mostra l'aspecte de la pestanya on s'informa dels resultats dels assaigs de resistència per sòls.

MOSTRA		COMPRESSIÓ SIMPLE EN SÒLS (UNE 103400 NLT 202/72)					TALL DIRECTE UU (UNE 103401)						
CODI MOSTRA	PROFUNDITAT (punt mig del 'mostrejador' des de boca sondeig)	RESISTÈNCIA A LA COMPRESSIÓ SIMPLE	DEFORMACIÓ AL TRENCAMENT	PES ESPECÍFIC SEC	PES ESPECÍFIC NATURAL	HUMITAT NATURAL	COHESIÓ MD DREMADA	ANGLE DE FREGAMENT INTERN MD DRENAT	COHESIÓ RESIDUAL	ANGLE DE FREGAMENT INTERN RESIDUAL	PES ESPECÍFIC SEC	PES ESPECÍFIC INICIAL	HUMITAT INICIAL
	m	σ_c kPa	ϵ %	γ_d kN/m ³	γ_n kN/m ³	w %	c_u kPa	ϕ_u °	c_r kPa	ϕ_r °	γ_d kN/m ³	γ_n kN/m ³	w %
C26b#005#MC	0.50												

Figura 133: Aspecte de la pestanya associada als assaig de resistència de sòls de la fitxa ENDINS.

-Deformabilitat: D'on s'obtenen els valors de deformabilitat de sòls com l'Índex d'inflament Cs, l'Índex de compressió Cc, l'Índex de col·lapse, la pressió d'inflament, etc. Els assaigs preestablerts són:

- EDÒMETRE (UNE 103405-94)
- COL·LAPSE AMB EDÒMETRE (NLT 254/99)
- INFLAMENT LLIURE EN EDÒMETRE (UNE 103601)
- PRESSIÓ INFLAMENT EN EDÒMETRE (UNE 103602)
- ASSAIG EXPANSIVITAT LAMBE (UNE 103600)

A la següent Figura 134 es mostra l'aspecte de la pestanya on s'informa dels resultats dels assaigs de deformabilitat per sòls.

MOSTRA		EDÒMETRE (UNE 103405-94)								COL·LAPSE AMB EDÒMETRE (NLT 254/99)				INFLAMENT LLIURE EN EDÒMETRE (UNE 103601)				PRESSIÓ INFLAMENT EN EDÒMETRE (UNE 103602)				ASSAIG EXPANSIVITAT LAMBE (UNE 103600)		
CODI MOSTRA	PROFUNDITAT (punt mig del mostrejador des de boca sondeig)	ÍNDEX INFLAMENT	ÍNDEX DE PORUS INICIAL	ÍNDEX DE PORUS FINAL	PRESSIÓ FINAL	ÍNDEX COMPRESSIÓ	PES ESPECÍFIC SEC	PES ESPECÍFIC NATURAL	HUMITAT NATURAL	ÍNDEX DE COL·LAPSE	POTENCIAL PERCENTUAL DE COL·LAPSE	PRESSIÓ VERTICAL	PES ESPECÍFIC INICIAL	HUMITAT INICIAL	INFLAMENT LLIURE	PRESSIÓ VERTICAL	PES ESPECÍFIC INICIAL	HUMITAT INICIAL	PRESSIÓ INFLAMENT	INFLAMENT EN DESCÀRREGA	PES ESPECÍFIC INICIAL	HUMITAT INICIAL	ÍNDEX INFLAMENT (MPa)	CANVI POTENCIAL VOLUM
	m	Cs	e _s	e _f	P _c	C _c	γ _d	γ _n	w	I	%	P _v	γ _d	w	%	kPa	γ _d	w	kPa	%	γ _d	e	MPa	.
C28b/005/MC	0.50														0.20		18.40	14.50						

Figura 134: Aspecte de la pestanya associada als assaig de deformació de sòls de la fitxa ENDINS.

-Assaigs químics: D'on s'obtenen els valors de contingut de matèria orgànica, sulfats solubles, sulfits, carbonats, sals solubles, el grau d'acidesa Baumann Gully, el grau d'agressivitat del sòl segons la EHE, i presència de minerals mitjançant difracció de raig X. Els assaigs preestablerts són:

- MATÈRIA ORGÀNICA (UNE 103204 NLT 118)
- SULFITS (UNE 103201)
- CARBONATS (UNE 103200)
- SULFATS SOLUBLES (UNE 103201)
- SULFATS SOLUBLES (UNE 103201) EN ppm
- CONTINGUT EN GUIXOS(NLT 115)
- SALS SOLUBLES (NLT 114)
- BAUMANN GULLY (EHE 98)
- AGRESSIVITAT DEL SÒL (EHE)
- DIFRACCIÓ DE RAIGS X

A la següent Figura 135 es mostra l'aspecte de la pestanya on s'informa dels resultats dels assaigs de deformabilitat per sòls.

MOSTRA		EDÒMETRE (UNE 103405-94)								COL·LAPSE AMB EDÒMETRE (NLT 254/99)				INFLAMENT LLIURE EN EDÒMETRE (UNE 103601)				PRESSIÓ INFLAMENT EN EDÒMETRE (UNE 103602)				ASSAIGER PANSIVITAT LAMBE (UNE 103600)		
CODI MOSTRA	PROFUNDITAT (punt mig del mostrejador des de boca sondieg)	INDEX INFLAMENT	INDEX DE PORUS INICIAL	INDEX DE PORUS FINAL	PRESSIÓ FINAL	INDEX COMPRESSIÓ	PES ESPECÍFIC SEC	PES ESPECÍFIC NATURAL	HUMITAT NATURAL	INDEX DE COLLAPSE	POTENCIAL PERCENTUAL DE COLLAPSE	PRESSIÓ VERTICAL	PES ESPECÍFIC INICIAL	HUMITAT INICIAL	INFLAMENT LLIURE	PRESSIÓ VERTICAL	PES ESPECÍFIC INICIAL	HUMITAT INICIAL	PRESSIÓ INFLAMENT	INFLAMENT EN DESCÀRREGA	PES ESPECÍFIC INICIAL	HUMITAT INICIAL	INDEX INFLAMENT (MPa)	CANVI POTENCIAL VOLUM
	m	C _v	e _i	e _f	P _c	C _c	γ _d	γ _n	w	I	%	P _v	γ _d	w	%	kPa	γ _d	w	kPa	%	γ _d	w	MPa	%
C26b/005/MC	0,50														0,20		18,40	14,50						

Figura 135: Aspecte de la pestanya associada als assaig de deformació de sòls de la fitxa ENDINS.

-Assaigs de compactació: D'on s'obtenen els valors d'inflament a diferents percentatges de compactació i la humitat òptima de compactació. Els assaigs preestablerts són:

- PROCTOR NORMAL (UNE 103500)
- PROCTOR MODIFICAT (UNE 103501 NLT 108)
- ASSAIG CBR (UNE 103502 NLT 111/87)

A la següent Figura 136 es mostra l'aspecte de la pestanya on s'informa dels resultats dels assaigs de compactació per sòls.

MOSTRA		PROCTOR NORMAL (UNE 103500)		PROCTOR MODIFICAT (UNE 103501 NLT 108)		ASSAIG CBR (UNE 103502 NLT 111/87)												
CODI MOSTRA	PROFUNDITAT (punt mig del mostrejador des de boca sondaeig)	PES ESPECÍFIC SEC MÀXIM	HUMITAT ÒPTIMA	PES ESPECÍFIC SEC MÀXIM	HUMITAT ÒPTIMA	ÍNDEX CBR AL 100%	PES ESPECÍFIC 100%	ABSORPCIÓ AIGUA AL 100%	INFLAMENT AL 100%	ÍNDEX CBR AL 98%	PES ESPECÍFIC 98%	ABSORPCIÓ AIGUA AL 98%	INFLAMENT AL 98%	ÍNDEX CBR AL 96%	PES ESPECÍFIC 96%	ABSORPCIÓ AIGUA AL 96%	INFLAMENT AL 96%	Paràmetre
																		Unitats S.I.
C26b/005/MC	0.50			18.40	14.50	20.30	18.40		0.61	15.00	18.00			9.90	17.50			

Figura 136: Aspecte de la pestanya associada als assaig de compactació de sòls de la fitxa ENDINS.

-Assaigs de classificació: D'on s'obtenen els valors d'inflament a diferents percentatges de compactació i la humitat òptima de compactació. Els assaigs preestablerts són:

- CLASSIFICACIÓ DEL SÒL SEGONS PG-3
- PERMEABILITAT AMB PRESSIÓ DE CUA
- DISPERSABILITAT PER TUBIFICACIÓ PIN-HOLE (NLT-207)
- PERMEABILITAT DE MOSTRA DE SÒL (UNE 103403)

A la següent Figura 137 es mostra l'aspecte de la pestanya on s'informa dels resultats dels assaigs de classificació per sòls.

MOSTRA		CLASSIFICACIÓ DEL SÒL			PERMEABILITAT AMB PRESSIÓ DE CUA			DISPERSABILITAT PER TUBIFICACIÓ PIN-HOLE (NLT-207)			PERMEABILITAT DE MOSTRA DE SÒL (UNE 103403)		
CODI MOSTRA	PROFUNDITAT (punt mig del mostrejador des de boca sondaeig)	UNIFICADA segons USCS	PG3	PERMEABILITAT	PES ESPECÍFIC SEC	HUMITAT NATURAL	TERBOLESA	CABAL	CLASSIFICACIÓ	PERMEABILITAT	Paràmetre		
											Unitats S.I.		
C26b/005/MC	0.50	SC											

Figura 137: Aspecte de la pestanya associada als assaig de classificació de sòls de la fitxa ENDINS.

Roques:

-**Identificació i estat:** D'on s'obtenen el pes específic, la humitat natural i la composició mineralògica mitjançant la difracció de raig X. Els assaigs preestablerts són:

- DENSITAT ROCA
- HUMITAT ROCA
- DIFRACCIÓ DE RAIGS X ROCA

A la següent Figura 138 es mostra l'aspecte de la pestanya on s'informa dels resultats d'identificació per roques.

MOSTRA		DENSITAT ROCA	HUMITAT ROCA	DIFRACCIÓ DE RAIGS X ROCA										
CODI MOSTRA	PROFUNDITAT (punt mig del 'mostrejador' des de boca sondeig)	PES ESPECÍFIC NATURAL	HUMITAT NATURAL	IL·LITA	CLORITA	ESMECTITA	QUARS	FELDSPAT	ANHIDRITA	MONTMORIL·LONITA	SIDERITA	CALCITA	DOLOMITA	Paràmetre
	m	γ_n kN/m ³	w %	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	Unitats S.I.
S3/104/TS	10.40													
S3/567/TS	56.70													
S3/299/TS	29.90													
S3/506/TS	50.55													

Figura 138: Aspecte de la pestanya associada a la identificació de roques de la fitxa ENDINS.

-Resistència: D'on s'obtenen la resistència a compressió simple, el mòdul de Young, el coeficient de Poisson, la cohesió, l'angle de fregament intern, l'angle de fregament residual, la cohesió aparent residual, l'índex de càrrega puntual, la resistència a la tracció indirecte i els pesos específics i humitats de les mostres assajades. Els assaigs preestablerts són:

- COMPRESSIÓ SIMPLE EN ROCA (UNE 22950-90/1 i UNE 22950-90/3)
- TALL EN ROCA
- TRIAIXIAL EN ROCA (UNE 22950-92/4)
- RESISTÈNCIA A LA CÀRREGA PUNTUAL (UNE 22950-5)
- BRASILER (UNE 22950-90/2)

A la següent Figura 139 es mostra l'aspecte de la pestanya on s'informa dels resultats dels assaigs de resistència per roques.

MOSTRA		COMPRESSIÓ SIMPLE EN ROCA (UNE 22950-90/1 i UNE 22950-90/3)						TALL EN ROCA						TRIAIXIAL EN ROCA (UNE 22950-92/4)						RESISTÈNCIA A LA CÀRREGA PUNTUAL (UNE 22950-5)		BRASILER (UNE 22950-90/2)					
CODI MOSTRA	PROFUNDITAT (punt mig del mostrejador des de boca sondatg)	RESISTÈNCIA A LA COMPRESSIÓ UNIAXIAL	MÒDUL DE YOUNG	COEFICIENT DE POISSON	PES ESPECÍFIC NATURAL	HUMITAT NATURAL	COHESIÓ	ANGLE DE FREGAMENT INTERNI	COHESIÓ RESIDUAL	ANGLE DE FREGAMENT INTERNI RESIDUAL	PES ESPECÍFIC NATURAL	HUMITAT NATURAL	PRESSIÓ CONFINAMENT	RESISTÈNCIA AXIAL	MÒDUL DE YOUNG	COEFICIENT DE POISSON	COHESIÓ APARENT DE PIC	ANGLE DE FREGAMENT INTERNI DE PIC	COHESIÓ APARENT RESIDUAL	ANGLE DE FREGAMENT INTERNI RESIDUAL	PES ESPECÍFIC NATURAL	HUMITAT NATURAL	ÍNDEX DE CÀRREGA PUNTUAL	RESISTÈNCIA A LA TRACCIÓ INDIRECTA	PES ESPECÍFIC NATURAL	HUMITAT NATURAL	
	m	q _s kPa	E MPa	ν %	γ _n kNm ³	w %	c kPa	φ °	c _r kPa	φ _r °	γ _n kNm ³	w %	P ₀ kPa	σ _c kPa	E MPa	ν %	c _a kPa	φ _a °	c _r kPa	φ _r °	γ _n kNm ³	w %	I _{s(50)}	σ _t kPa	γ _n kNm ³	w %	
C26b/005/MC	0.50																										

Figura 139: Aspecte de la pestanya associada als resultats dels assaigs de resistència per roques de la fitxa ENDINS.

-**Altres:** D'on s'obtenen altres paràmetres que caracteritzen la roca com l'Índex de Schimazeck, l'agressivitat Cerchar, l'Índex de duresa Cerchar, Slake Durability Test, la pèrdua de material i fisuració de l'estabilitat d'àrids així com el coeficient de desgast de Los Angeles. Els assaigs preestablerts són:

- ÍNDEX SCHIMAZEK
- ABRASSIVITAT CERCHAR
- DURESA CERCHAR
- SLAKE DURABILITY TEST
- ESTABILITAT DELS ÀRIDS (NLT 255/99)
- ASSAIG DESGAST LOS ANGELES (UNE-EN 1097-2)

A la següent Figura 140 es mostra l'aspecte de la pestanya on s'informa dels resultats d'aquests assaigs de caracterització per roques.

MOSTRA		ABRASSIVITAT SCHIMAZEK	ABRASSIVITAT CERCHAR	DURESA CERCHAR	SLAKE DURABILITY TEST	ESTABILITAT DELS ÀRIDS (NLT 255/99)			ASSAIG DESGAST LOS ANGELES (UNE-EN 1097-2)	
CODI MOSTRA	PROFUNDITAT (punt mig del mostrejador des de boca sondieg)	ÍNDEX SCHIMAZEK	ÍNDEX CERCHAR	ÍNDEX DE DURESA	SLAKE DURABILITY INDEX	PÈRDUA TOTAL	PÈRDUA MITJA	FISURACIÓ	COEFICIENT DE DESGAST	
	m	N/mm	CAI	CHI	SDI	%	%		LA	Paràmetre
										Unitats S.I.
C26b/005/MC	0.50									

Figura 140: Aspecte de la pestanya associada als resultats dels assaigs de caracterització per roques de la fitxa ENDINS.

Assaig in situ :

La pestanya d'assaig in situ és independent de si s'estan prospectant sòls o roques. Es pot informar de diferents assaigs que de forma preestablerta són:

- SPT (UNE 103-800-32)
- ASSAIG PERMEABILITAT LUGEON
- ASSAIG PERMEABILITAT LEFRANC
- ASSAIG SLUG
- ASSAIG PRESSIOMÈTRIC
- MARTELL DE SCHMIDT
- PENETRÒMETRE DE BUTXACA
- VANE TEST
- COLPEIG DE MOSTRA INALTERADA
- ASSAIG DE PLACA DE CÀRREGA (UNE-7-391-75 NLT 357)
- ASSAIG DE BOMBAMENT

A la següent Figura 141 es mostra l'aspecte de la pestanya on s'informa dels resultats dels assaigs in situ realitzats.

DADES GENERALS ASSAIG IN SITU			SPT (UNE 103-800-92)					PRESSIOMÈTRIC		
Exploració										
CODI Assaig IN SITU	Tipus d'Assaig	PROFUNDITAT (punt mig del mostrejador des de boca sondeig)	15 cm	30 cm	45 cm	60 cm	RESISTÈNCIA A LA PENETRACIÓ ESTÀNDAR	TIPUS PRESSIOMÈTRIC	PRESSIÓ LÍMIT	MÒDUL PRESSIOMÈTRIC
			N ^a	N ^a	N ^a	N ^a	N		p _u	E _p
		m					*		MPa	MPa
										PARÀMETRE
										UNITATS S.I.
S3/022/SPT	SPT (UNE 103-800-32)	2.15	11	27	34	31	61			
S3/114/SPT	SPT (UNE 103-800-32)	11.40	R				R			
S3/426/PPR	Pressiomètric	42.60						Pressiòmetre amb perforació prèvia (PBP)		1112.37
S3/476/PPR	Pressiomètric	47.60						Pressiòmetre amb perforació prèvia (PBP)		1390.91
S3/516/PPR	Pressiomètric	51.60						Pressiòmetre amb perforació prèvia (PBP)		2429.81
	SPT (UNE 103-800-32)									
	Permeabilitat Lugeon									
	Permeabilitat Lefranc / Gilg Gavard									
	Slug									
	Pressiomètric									
	Martell Schmidt									
	Penetròmetre de Butxaca									
	Vane Test									
	Colpeig Mostra Inalterada									
	Assaig plaques de càrrega (UNE 7-391-75 NLT 357)									
	Assaig de Bombament									

Figura 141: Aspecte de la pestanya associada als resultats dels assaigs de resistència per roques de la fitxa ENDINS.

Lectures del nivell freàtic :

La pestanya de lectures del nivell freàtic també és independent de si s'estan prospectant sòls o roques. Es pot informar de la data i la profunditat del nivell freàtic així com de si s'han pres mostres d'aigua. A la següent Figura 142 es mostra l'aspecte d'aquesta pestanya.

MOSTRA D'AIGUA			
Exploració			
NOM PIEZÒMETRE	DATA	PROFUNDITAT NIVELL FREÀTIC	SI HAN REALITZAT ANÀLISIS D'AIGUA
	dd/mm/aa	m	
1	18/03/05	50.00	
1	22/03/05	53.80	
1	27/04/05	53.70	
1	02/05/05	53.00	

Anàlisi d'Aigua

Anàlisi d'Agressivitat al formigó

Anàlisi In Situ d'Aigua

Anàlisi Físico-químics de Laboratori

Figura 142: Aspecte de la pestanya associada als resultats de les lectures del nivell freàtic i de les mostres d'aigua de la fitxa ENDINS.

- **Assaig d'agressivitat:** Si es prenen mostres d'aigua i es fa l'assaig d'agressivitat al formigó segons l'EHE s'informa a la pestanya que es mostra a la Fig. 143.

Lectures Nivell Freàtic			AGRESSIVITAT AL FORMIGÓ EHE						
CODI O NÚMERO PIEZÒMETRE	DATA	PROFUNDITAT NIVELL FREÀTIC	PH	RESIDUO SEC	SULFATS	MAGNESI	AMONI	DIÒXID DE CARBONI	Classificació Agressivitat segons EHE
	dd/mm/aa	m		mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	CO ₂ mg/l	
1	29/10/07	3.25	8.23	913.00	382.00	79.80	0.50	5.64	

Figura 143: Aspecte de la pestanya associada als assaig d'agressivitat de l'aigua de la fitxa ENDINS.

- **Assaig in situ:** També es pot informar dels assaigs d'aigua fets in situ a la pestanya corresponent que es mostra a la Fig. 144.

Lectures Nivell Freàtic			ANÀLISI AIGUA IN SITU			
CODI O NÚMERO PIEZÒMETRE	DATA	PROFUNDITAT NIVELL FREÀTIC	CONDUCTIVITAT ELÈCTRICA	PH	Eh	TEMPERATURA
	dd/mm/aa	m	µS/cm			mg/l
1	29/10/07	3,25				

Figura 144: Aspecte de la pestanya associada als resultats d'assaigs in situ d'aigua de la fitxa ENDINS.

- **Anàlisis Físicoquímiques de Laboratori:** Aquesta és la pestanya on s'informa dels resultats obtinguts dels assaigs de laboratori de les mostres d'aigua on de forma preestablerta es pot registrar els resultats referents a:

- ANÀLISI FÍSICA
- ANÀLISI CATIONS
- ANÀLISI ANIONS
- METALLS PESANTS
- RELACIONS IÒNIQUES
- INDICADORS CONTAMINACIÓ

A les següents Figures. 145 i 146 es mostra l'aspecte de la pestanya on es registren els resultats dels anàlisis d'aigua realitzats a laboratori.

Lectures Nivell Freàtic			ANÀLISI FÍSIC					ANÀLISI CATIONES					ANÀLISI ANIONS							
CODI O NÚMERO PIEZÒMETRE	DATA	PROFUNDITAT NIVELL FREÀTIC	CONDUCTIVITAT A 25 °C	PH	Et	TOC (Carboni Orgànic Total)	Oxidabilitat al permanganat	RESIDUO SEC	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	OH ⁻
	dd/mm/aa	m	µS/cm			mg/l	mg/l	%	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1	29/10/07	3.25		8.23				###				79.80	0.50	382.00						

Figura 145: Aspecte de la pestanya associada als resultats d'assaigs de laboratori de les mostres d'aigua de la fitxa ENDINS.

METALLS PESANTS													RELACIONS IÒNIQUES						INDICADORS CONTAMINACIÓ											
ARSENIC	BARI	BOR	CADMI	COBALT	COBRE	CROM total	FERRO	MANGANÈS	MERCURI	MOLIBDÈ	NIQUEL	PLOM	ZINC	Cl ⁻ /Na ⁺	Cl ⁻ /Na ⁺ + K ⁺	Cl ⁻ /SO ₄ ²⁻	(CO ₃ ²⁻ + HCO ₃ ⁻)/Ca ²⁺	(CO ₃ ²⁻ + HCO ₃ ⁻)/Ca ²⁺ + Mg ²⁺	Mg ²⁺ /Ca ²⁺	Na ⁺ /Ca ²⁺	Na ⁺ /K ⁺	SO ₄ ²⁻ /Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻ /(Ca ²⁺ + Mg ²⁺)	HIDROCARBURS TOTALS	DB05	DOO	SÒLIDS EN SUSPENSIÓ	COMPOSTOS ORGÀNICS VOLÀTILS HALOGENATS	COMPOSTOS ORGÀNICS VOLÀTILS NO HALOGENATS (BTEX: Benzè, Toluè,	
As	Ba	B	Cd	Co	Cu	Cr	Fe	Mn	Hg	Mo	Ni	Pb	Zn											mg/l	mgO ₂ /l	mgO ₂ /l	mg/l	mg/l	mg/l	

Figura 146: Continuació de l'aspecte de la pestanya associada als resultats d'assaigs de laboratori de les mostres d'aigua de la fitxa ENDINS.

Annex 2: Fitxes d'adquisició de dades de l'inventari de talussos inestables:



Generalitat de Catalunya
 Departament de Política Territorial
 i Obres Públiques
Direcció General de Carreteres
 Àrea de Tecnologia

**FITXA GENERAL DE
 TALUSSOS
 EXCAVATS EN ROCA**

ESTUDI ESTRUCTURAL TALUSSOS ROCA				CODIFICACIO:	
DATA INSPECCIO:			TECNIC:		
CARRETERA:			Pk inicial		Pk final
UTM X _i	UTM Y _i	UTM X _r	UTM Y _r	ESQUERRA	<input type="checkbox"/>
				DRETA	<input type="checkbox"/>
TIPUS ESTUDI <small>(assenyalar amb una creu)</small>	Constructiu <input type="checkbox"/>		Patologia <input type="checkbox"/>		ALTRES:
TIPUS TALUS <small>(assenyalar amb una creu)</small>	Natural <input type="checkbox"/>		En desmunt <input type="checkbox"/>		En terraplé <input type="checkbox"/>
Nº TOTAL ESTACIONS ESTRUCTURALS					

ESQUEMA GENERAL AMB SITUACIO D'ESTACIONS ESTRUCTURALS

OBSERVACIONS DE LA ZONA/PATOLOGIES/ETC



PATOLOGIES TALUSSOS		
1-DESPRENIMENT S/AVALANTXES		
<input type="checkbox"/>	Blocs de roca:	Talussos verticals amb esquerdes de retracció.
<input type="checkbox"/>	Massa de sòls:	Alternança de capes dures i toves: erosió diferencial, meteorització.
2-VOLCADES (TOPPLING)		
<input type="checkbox"/>	En roca:	Estrats de direcció // al front i cabussament contrari.
<input type="checkbox"/>	En sòls:	Talussos verticals amb esquerdes verticals // a la direcció front.
3-PANDEIG		
<input type="checkbox"/>	Trencament per pandeig estrats:	Estrats de direcció // al front i cabussament elevat.
4-MOVIMENTS TRASLACIONALS		
<input type="checkbox"/>	Trencament planar, roca:	Discontinuitats de direcció // i cabussament a favor i més elevat al front.
<input type="checkbox"/>	Trencament en falca, roca:	Intersecció a favor del front de dos o més famílies de discontinuïtats.
<input type="checkbox"/>	Trencament paral·lel al talús, en contacte roca-sòl:	Recobriments de sòls sobre roca, poc potents.
5-MOVIMENTS ROTACIONALS		
<input type="checkbox"/>	Trencament circular, roca:	Massa rocosa tova poc competent o molt fracturada i/o alterada.
<input type="checkbox"/>	Trencament circular superficial, sòls:	Desenvolupats al llarg de la superfície del front.
<input type="checkbox"/>	Trencament circular de peu, sòls:	Pel peu del talús.
<input type="checkbox"/>	Trencament circular profund, sòls:	Per la base del talús.
6-FLUXES		
<input type="checkbox"/>	Colada fang:	Massa de sòl i aigua
<input type="checkbox"/>	Colada de roca:	Blocs rocósos amb presència abundant aigua
<input type="checkbox"/>	Debris flow:	Colada de derrubis
<input type="checkbox"/>	Col·lapses:	Sòls poc cohesius: dessecació-saturació, mov. sísmics.
<input type="checkbox"/>	Reptació	
<input type="checkbox"/>	Solifluxió	
7-ALTRES		
<input type="checkbox"/>	Col·lapses:	Dissolució guixos, sals, pèrdua compacitat, etc
<input type="checkbox"/>	Karstificació:	Formació cavernes en materials solubles: calcàries, dolomies, guix+6
<input type="checkbox"/>	Argiles expansives:	os
<input type="checkbox"/>	ALTRES:	

POSSIBLES FACTORS DESENCADENANTS		
I-NATURALS		
<input type="checkbox"/>	Plujes	Desviaments per avingudes Processos de desgel, glaçades, sequeres Acumulació masses esllavissades, derrubis, pes pluja, neu, aquífers, etc. p.ex fluxe aigua
<input type="checkbox"/>	Aportament anormal d'aigua	
<input type="checkbox"/>	Canvi condicions hidrogeològiques:	
<input type="checkbox"/>	Canvi climàtic:	
<input type="checkbox"/>	Canvi sobrecàrregues:	
<input type="checkbox"/>	Erosió o sacavació del peu del talús:	
<input type="checkbox"/>	Moviments sísmics	
<input type="checkbox"/>	ALTRES:	
II-ARTIFICIALS		
<input type="checkbox"/>	Excavacions:	Descalçament, modificació pendent equilibri
<input type="checkbox"/>	Retirada elements contenció	Trencament d'estructures, trencament/colmatació drenatges, etc.
<input type="checkbox"/>	Aportaments anormals d'aigua:	
<input type="checkbox"/>	Construcció embassament i llacs	Replè, deixalleria, replec materials, estructures, cultius i recs vessant Voladures properes, maquinària pesada, etc.
<input type="checkbox"/>	Canvi sobrecàrregues:	
<input type="checkbox"/>	Vibracions:	
<input type="checkbox"/>	Deforestació	
<input type="checkbox"/>	ALTRES:	



Generalitat de Catalunya
 Departament de Política Territorial
 i Obres Públiques
Direcció General de Carreteres
 Àrea de Tecnologia

**FITXA DE TALUSSOS
 EXCAVATS EN ROCA**

DESCRIPCIÓ AFLORAMENT			DATA:		CODIFICACIÓ: ESTACIÓ MESURA:	
COORDENADES UTM	Punt inicial			Punt final		
	X:	Y:		X:	Y:	
ORIENTACIÓ DEL FRONT	Direcció:			Inclinació:		
DIMENSIONS	Longitud:			Altura màxima (m):		
QUALITAT <small>(assenyalar amb una creu)</small>	Fresc <input type="checkbox"/>	Descobert <input type="checkbox"/>	Parcialment cobert <input type="checkbox"/>	Molt cobert <input type="checkbox"/>	ALTRES:	
LITOLOGIA SUBSTRAT						
RECOBRIMENTS <small>(encarreu)</small> Descripció i gruix aproximat (h)	Cobertura edàfica	Sòls col·luvials	Sòls al·luvials	Sòls ressiduals	ALTRES:	
						H:
VEGETACIÓ						
TIPUS EXCAVACIÓ						
SOSTENIMENT						
DRENATGE						
CUNETES						
LITOTIPUS (descripció litològica)			ESQUEMA			
1						
2						
3						
4						
5						
6						
OBSERVACIONS:						



**FITXA DE TALUSSOS
 EXCAVATS EN ROCA**

CARACTERITZACIÓ MÀTRIU ROCOSA					REFERÈNCIA:		
					ESTACIÓ MESURA:		
					ESTACIÓ GEOMECÀNICA:		
LITOLÒGIA/LITOTIPUS:							
ESTRUCURA: (estratificació, diaclasi, falles, plecs, dics, foliació, etc.)							
TIPUS FRACTURACIÓ		Massiva (poques discontinuïtats i espaiades)	Cúbica (Blocs aporx. Esquidimensionals)	Tubular (blocs amb 1 dimensió molt inferior a les altres 2)	Columnar (blocs amb 1 dimensió molt superior a les altres 2)	Irregular (variació en mida i forma dels blocs)	Triturada (massís fracturació heterogènia)
FRACTURACIÓ PER BLOCS (Jx: juntes/m²)		Molt grans <1	Grans 1-3	Mitjans 3-10	Petits 10-30	Molt petits >30	Molt brexificat >60
METEORITZACIÓ		GRAU I Roca sana: es manté el color a tota la massa.	GRAU II Lleugerament meteoritzada: cares oxidades, però el bloc entre juntes manté color de roca sana.	GRAU III Moderadament meteoritzada: canvi color en taques o variació de color a la massa, fragments de secció 25 cm² no poden desfer-se amb la mà.	GRAU IV Molt meteoritzada: es desfa amb la mà.	GRAU V Completament meteoritzada: aspecte de sòl però es reconeix l'estructura original	GRAU VI Descomposada: sòl residual
RESISTÈNCIA ROCA SANA	Extremadament tova (e.s. ratlla amb l'ungla)	Molt tova (e.s. ratlla amb la navalla)	Tova (e.s. ratlla amb la punta del martell)	Mitjana (1 cop de martell)	Dura (+ 1 cop de martell)	Molt dura (xatís, cops martell)	Extremadament dura (el martell només ratlla)
RESISTÈNCIA ROCA ALTERADA	Extremadament tova	Molt tova	Tova	Mitjana	Dura	Molt dura	Extremadament dura
RESISTÈNCIA "R" ESCLEROMETRE		ROCA SANA:			ROCA ALTERADA:		
HIDROLOGIA		Sec	Sec amb senyals d'aigua	Humit	Degoteix	Fluxe/Caval:	
CARACTERITZACIÓ DISCONTINUITATS MÀTRIU ROCOSA							
TIPOLOGIES	ESPAIAT	CONTINUITAT	ABERTURA	RUGOSITAT	REPLÉ	ALTERACIÓ	AIGUA
St: Estratificació	Molt separades (>2m)	Molt baixa (<1m)	Gens	Molt rugoses	Cap	Inalterada	Seqües
DC: Diaclasi	Separades (de 2m a 60. cm)	Baixa (1-3. m)	Molt tancades (<0,1mm)	Rugoses	Dur < 5. mm	Lleugerament alterada	Lleugerament humides
CT: Contacte	Moderadament juntes (de 60 a 20. cm)	Moderada (3-10. m)	Parcialment obertes (<0,1-1,0. mm)	Lleugerament rugoses	Dur > 5. mm	Mitjanament alterada	Humides
FA: Falla	Juntes (de 20 a 6. cm)	Alta (10-20. m)	Obertes (1-5. mm)	Ondulades	Tou <5. mm	Molt alterada	Rajen
EQ: Esquistositat	Molt juntes (<6. cm)	Molt alta (>20. m)	Molt obertes (> 5. mm)	Suaus	Tou > 5. mm	Descomposada	Afluència
CZ: Cisalla							
VT: Veta			FORMA	Plana	Ondulada	Esglaonada	



Generalitat de Catalunya
 Departament de Política Territorial
 i Obres Públiques
Direcció General de Carreteres
 Àrea de Tecnologia

**FITXA DE TALUSSOS
 ELEMENTS
 D'ESTABILITZACIÓ,
 DREN O CONTENCIÓ**

DESCRIPCIÓ AFLORAMENT			DATA:		CODIFICACIÓ: ESTACIÓ MESURA:	
COORDENADES UTM	Punt inicial			Punt final		
	X:	Y:		X:	Y:	
PUNTS KILOMÈTRICS	PK inicial	Dist. Pk inicial		PK final	Dist. PK Final	
DIMENSIONS	SUPERFÍCIE (m ²)			Inclinació (° / V:H) : ° / :		
	Longitud:			Altura màxima (m):		
SISTEMES DE SOSTENIMENT I/O CONTENCIÓ	Bermes (Talús)	Número	Amplada	Bermes (peu)	Número	Amplada
	Bulons (Núm/m ²)			Ancoratges(Núm/m ²):		
	Malla triple torsió(m ²)		Malla de cable (m ²)		Ecomalla (m ²)	
	Pantalles Estàtiques (núm)			Pantalles dinàmiques (núm)		
	Murs	Tipus :	Longitud:		Alçada:	
	Altres:					
DRENATGE	Cunetes calçada revestides (ml):			Cunetes calçada no revestides (ml):		
	Cunetes de guarda revestides (ml)			Cunetes de guarda no revestides (ml):		
	Baixants	Tipus :	Núm.:		MI:	
	Californià	Num.				
HIDROSEMBRES	Si	% de superfície total				
	No					
PLANTACIONS	Arbres	Núm.				
	Arbustos	Núm/ densitat				