

# **2. CONTEXT GEOLÒGIC I HIDROGEOLÒGIC.**

---

---

## **2.1 DESCRIPCIÓ GEOLÒGICA**

### **2.2. CARACTERITZACIÓ DE LES UNITATS GEOLÒGIQUES**

2.2.1. FORMACIONS PALEOZOIQUES

2.2.2. FORMACIONS PALEÒGENES

2.2.3. FORMACIONS NEÒGENES

Vessant sud-oest de les Gavarres

Vessant nord de les Gavarres

2.2.4. MATERIALS DEL QUATERNARI

Vall d'Aro

Depressió de la Selva

Vessant nord de les Gavarres i plana del Baix

Empordà

### **2.3. DESCRIPCIÓ DE LES FORMACIONS HIDROGEOLÒGIQUES**

La zona d'estudi presenta quatre unitats geomorfològiques i estructurals diferenciades, el massís de les Gavarres, els turons de les Pregavarres, la depressió del Baix Empordà i la depressió de la Selva; les quals seran tractades individualment en la descripció geològica i estructural (Figura 2.1).

Es presenta a continuació una síntesi de les característiques litològiques, petrològiques i estructurals il·lustrades amb diversos blocs diagrama, mapes i talls geològics realitzats en el marc del projecte on s'inclou el present treball. Atès que l'objectiu de la tesi és la caracterització del sistema de flux, la descripció del context geològic es realitza atenent a aquesta finalitat i es defineixen les formacions hidrogeològiques i el seu potencial aquífer. Per a una caracterització estratigràfica més àmplia es remet als treballs introduïts en el capítol anterior.

Si bé la cartografia geològica de superfície d'aquesta àrea és àmpliament coneguda, la complexitat estructural en complica la seva interpretació en les tres dimensions de l'espai. La recopilació d'informació sobre les captacions existents, ha permès traçar correlacions d'aquests materials en profunditat (per exemple, Mas-Pla i Vilanova, 2000) les quals s'han utilitzat

posteriorment per la interpretació de l'establiment del sistema de flux i la identificació de les trajectòries.

## 2.1 DESCRIPCIÓ GEOLÒGICA

Els trets geològics generals que es cartografien a la Figura 2.1 i es descriuen a continuació són bàsicament bibliogràfics; si bé s'han corroborat i detallat més extensament en els punts considerants hidrogeològicament més importants.

Els trets geològics més rellevants són:

- El massís de les Gavarres està format per materials d'edat paleozoica, bàsicament per roques sedimentàries i vulcanosedimentàries metamorfitzades en grau variable i per roques plutòniques i filonians de composició diversa (Roqué, 1993). La distribució de les litologies és asimètrica, al nord es localitzen els materials pissarrossos, esquists i altres metasediments; al sud en canvi afloren granitoids i roques filonians amb algunes clapes d'esquists i corneanes afectades per metamorfisme tèrmic el qual se sobreposà al produït durant l'orogènesi.

Aquest massís experimentà els efectes dels plegaments polifàsics de l'orogènesi herciniana i els processos de metamorfisme associat, bàsicament de tipus regional de baix grau, en fàcies dels esquists verds.

Les estructures hercinianes venen representades per plecs, plans d'esquistositat i fractures menors que foren reactivades per la posterior orogènesi alpina, la qual també originà un sistema de falles d'orientació preferent ENE-OSO, NE-SO i NO-SE (Roqué, 1993). Aquestes falles són les que individualitzen el massís de les depressions veïnes, a la vegada que el compartimenten en blocs més petits. Dins de les Gavarres podem diferenciar dos blocs principals enlairats, el de Fitor i el dels Àngels-Arques, limitats per una sèrie de fractures d'orientació NO-SE. El primer bloc limita al nord amb la fossa empordanesa mentre que el bloc dels Àngels-Arques, de dimensions més considerables, queda limitat a l'est per la falla de Palamós i a l'oest un seguit de falles d'orientació N-S de les que en destaca la falla de Girona (Berástegui i Martínez, 1986). Aquestes separen el massís de la Serralada Transversal. Al sud, les falles de la vall d'Aro generen aquesta petita depressió d'uns 11 km

de llargada d'orientació est-oest. Tot aquest bloc dels Àngels-Arques queda, a més, subdividit en quatre unitats limitades per fractures com la de Girona-Platja d'Aro, que les compartimenten, al seu torn en blocs de menor entitat

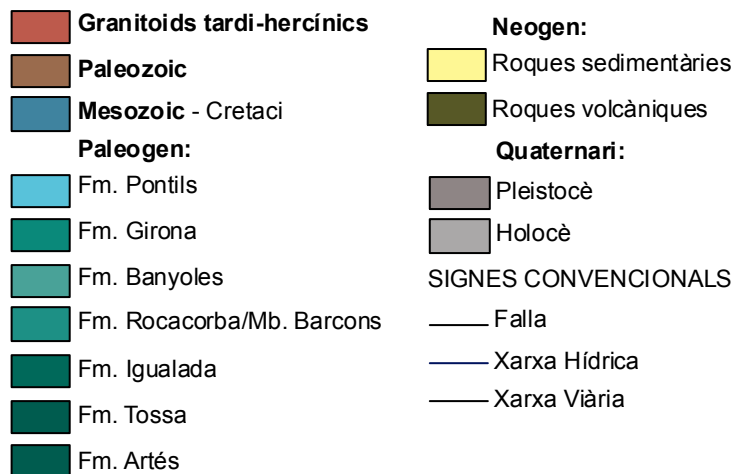
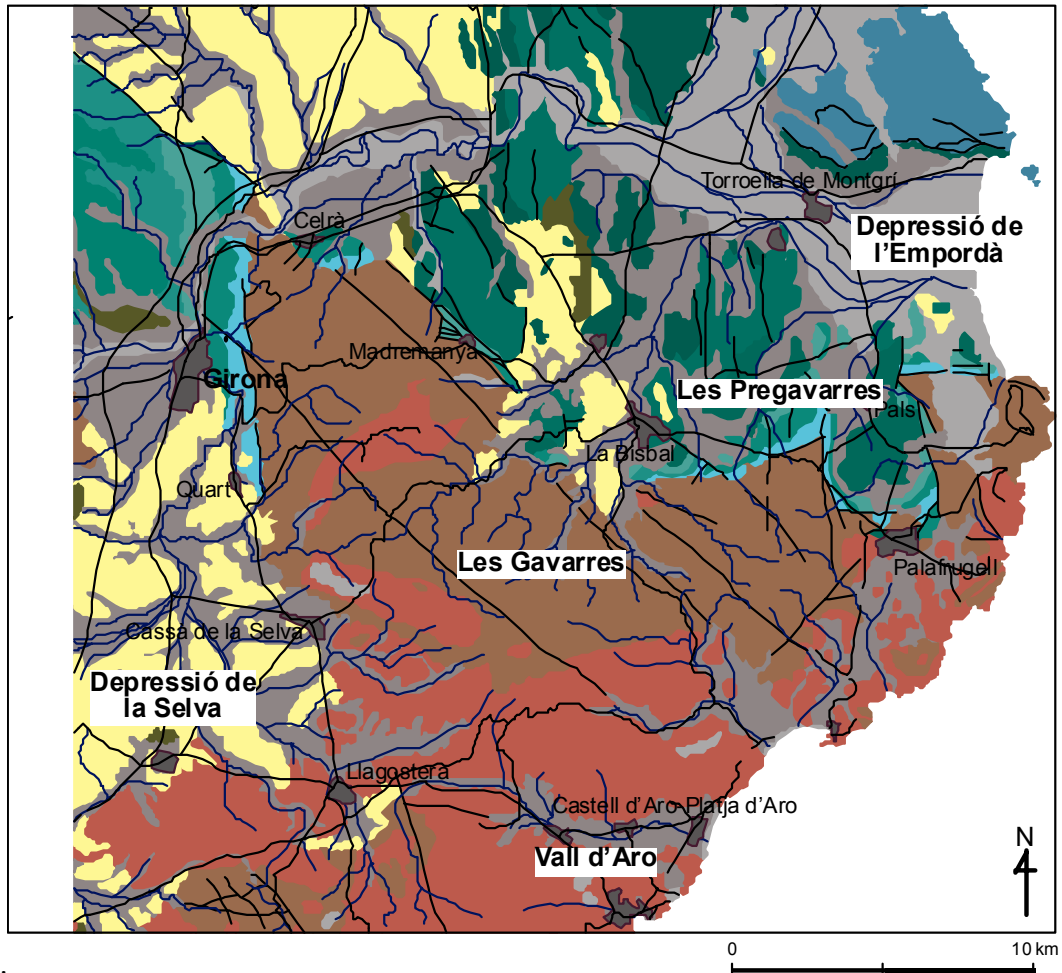


Figura 2.1. Mapa geològic de la zona d'estudi (ICC, 1989)

- Al nord de massís, en contacte per falla amb els materials paleozoics, es localitzen roques sedimentàries detrítiques i carbonatades d'edat paleògena que formen les Pregavarres. També se'n localitzen a la part més septentrional de la Depressió de la Selva, prop de Girona. Aquests materials estan separats de la sèrie superior del Neogen continental per una discordança mentre que a la base, hi manquen els sediments mesozoics.
- La depressió de la Selva, d'origen tectònic, queda limitada per falles d'orientació NO-SE i N-S, com la falla de Girona (Berástegui i Martínez, 1986) (Figura 2.2). És l'esglaó més enfonsat d'una sèrie de blocs dels quals els més enlairats són el Montseny-Guilleries i les Gavarres. Ha estat de caràcter endorreic des del Neogen, i el reompliment es realitzà a partir de dispositius al·luvials procedents del massís de les Gavarres. Aquests es disposaren discordantment sobre els materials paleozoics i no han estat afectats significativament pels moviments tectònics més recents. La configuració en horst i grabens del substrat determina la variabilitat de potències assolides. La naturalesa del rebliment vindrà condicionada per les litologies de l'àrea font, trobant-se així sediments arcòsics en les àrees d'influència del sector meridional del massís, i sediments més argilosos al nord de la depressió, coincidint amb els materials paleozoics del vessant nord-oest del massís.
- La depressió de l'Empordà queda limitada per falles d'orientació dominant NO-SE que han actuat durant tot el cicle alpí i etapes posteriors. El sistema de falles més important, no obstant, es relaciona amb l'etapa de distensió posterior a l'orogènesi alpina i hi pren direcció NO-SE el qual compartimenta la depressió en blocs que poden assolir salts de falla de fins 1 km (Saula et al., 1994). Com a conseqüència, es va formar una conca, oberta a l'est, dins la qual sedimentaren els materials neògens i quaternaris. Les manifestacions volcàniques locals (Foixà, Rupià, Corçà i La Pera) daten del Neogen (Pallí i Roqué, 1996). El gruix d'aquests materials sedimentaris neogens s'estima d'uns 150-200 a la zona del Baix Empordà i especialment a les proximitats de les Gavarres (Fleta i Escuer, 1991).
- Els materials d'edat quaternària cobreixen els sediments del Neogen a les depressions del Baix Empordà i de la Selva. Els sediments d'origen al·luvial responen a processos geodinàmics que segueixen actius a l'actualitat i assoleixen gruixos molt considerables al sector empordanès on prop del litoral registren fins 60 m de gruix (ICC, 1994). De menor importància són els al·luvials del Rissec, i de les rieres de Peratallada i Grossa de Pals doncs assoleixen uns 15-20 m. Altres formacions recents, però menys importants en

extensió, són els dipòsits de vessant que es localitzen a la base dels relleus més elevats i que sovint constitueixen l'enllaç geològic del massís amb les planes al·luvials. També s'hi ha localitzat dipòsits marins, palustres i eòlics (Mas-Pla et al., 1989). Al sector meridional, els materials quaternaris venen representats per dipòsits al·luvials i col·luvials. Les formacions al·luvials del Ridaura, a la Vall d'Aro, són arenes de gra mig a groller de composició granítica que assoleixen gruixos d'entre 20 i 35 m (Domènech *et al.*, 1979). A la depressió de la Selva, els al·luvials contenen sediments més fins i no superen els 15 m de potència (Mas-Pla, 1986 i Frias, 1987).

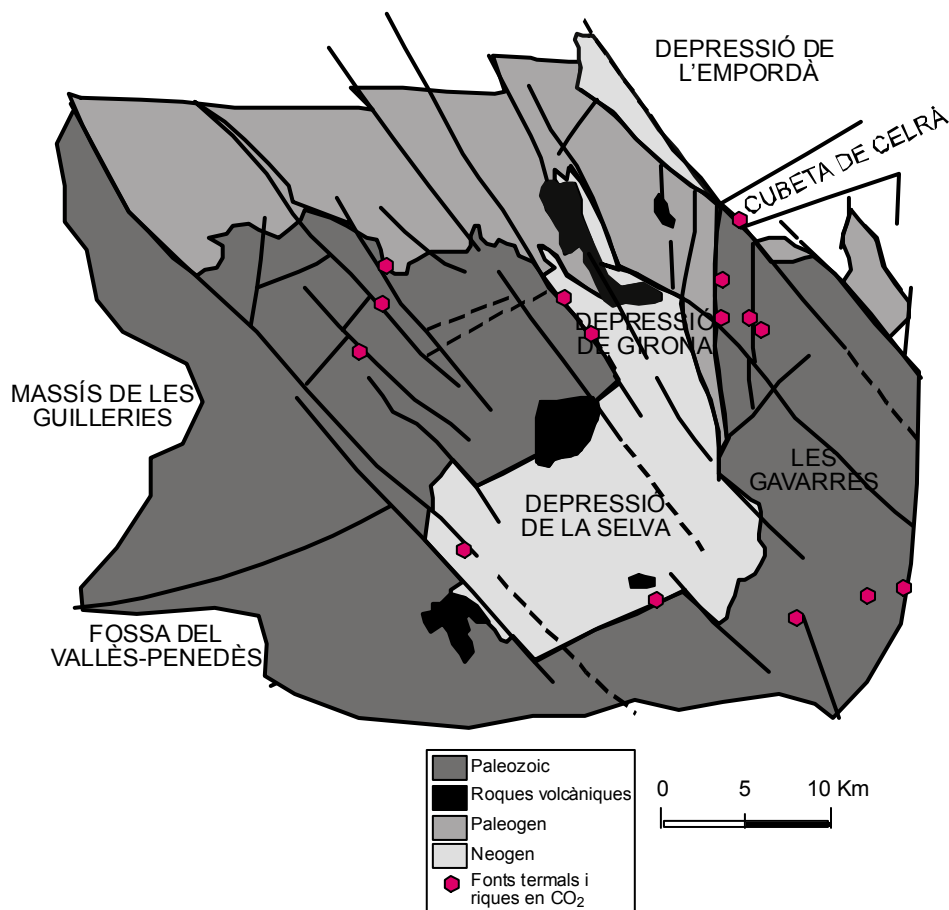


Figura 2.2 Esquema litoestructural de la depressió de la Selva i àrees adjacents (Berástegui i Martínez, 1986)

## 2.2. CARACTERITZACIÓ DE LES UNITATS GEOLÒGIQUES

Es procedeix a continuació la descripció geològica de les formacions que determinaran el funcionament hidrogeològic del sistema i s'emfasitzen les característiques que poden quedar reflectides en les fàcies hidroquímiques.

### 2.2.1. FORMACIONS PALEOZOIQUES

El massís de les Gavarres el formen materials ignis i metamòrfics que també constitueixen el sòcol de les depressions veïnes. La Vall d'Aro, no obstant, es troba encaixada exclusivament sobre materials granítics. Aquests materials de les Gavarres han estat àmpliament descrits per treballs de Roqué (1993), i Pallí i Roqué (1994) (Figura 2.3), a partir dels quals s'ha elaborat aquesta síntesi.

Les roques sedimentàries paleozoiques afloren bàsicament a la meitat septentrional del massís. Han sofert una evolució geològica complexa que comprèn l'orogènia herciniana, l'emplaçament dels batòlits granítics i el consegüent metamorfisme de contacte (Figura 2.3). Aquestes roques es poden agrupar en tres unitats, en base als materials que les componen i a la seva edat:

- La Unitat inferior, del Cambro-Ordovicià, constituïda per pissarres i fil·lites amb alguns nivells calcaris, dolomítics i quarsítics intercalats, que formen el conjunt carbonàtic de Begur, el conjunt lutític dels Àngels i el conjunt quarsític de Sant Cebrià.
- La Unitat mitjana (Ordovicià Superior) es compon de conglomerats, esquistos quarfeldspàtics i grauvàquics, porfiroïdes, llimolites cavernoses, marbres i pissarres.
- La Unitat Superior, d'edat Silurio-Devoniana, és formada per quarsites, pissarres, calcàries i calcoesquistos (no hi són presents sediments del Carbonífer i del Permià).

La composició plutònica és majoritàriament granítica i granodiorítica. Aquest batòlit s'emplaçà al final de l'orogènia herciniana mentre les roques filonianes s'introduïren a diferents edats entre l'emplaçament del batòlit fins al Mesozoic. En funció de la composició mineralògica i textura es diferencien els següents grups de roques plutòniques (Roqué, 1993):

- 1) Roques amb baix contingut en quars. Es tracta de diorites, sienites i monzonites, amb una proporció de quars inferior al 10% del total volumètric de la roca.
- 2) Roques de composició granodiorítica. Són les més abundants a la zona d'estudi. El seu color característic és gris fosc i solen estar molt alterades a sauló. Quan ofereixen textura porfírica es corresponen a granodiorites biotítics. Són compostes per quars, plagiòclasi (bàsicament sòdica), feldspat potàssic (ortosa i/o microclina) i biotita molt abundant (al voltant del 15% del volum de la roca). Les granodiorites no porfíriques contenen, com a minerals essencials, quars, plagiòclasi (oligoclasi, andesina i albita), feldspat potàssic (ortosa i/o microclina) i biotita, a vegades alterada a clorita.
- 3) Roques de composició granítica. Les roques d'aquest grup s'emplaçaren posteriorment a les granodiorites. S'hi diferencien varis tipus de leucogranits, tots poc alterats i amb diàclasis molt netes.
- 4) Granitoids cataclàstics. S'anomenen així a les roques plutòniques afectades per processos de cataclasi, generats en zones de fracturació intensa d'edat alpina. Tenen una tonalitat vermellosa i aspecte bretxós. Solen presentar disseminacions de minerals de ferro, el quars sol superar el 10 % del total de la roca i hi és freqüent el feldspat potàssic. La biotita està totalment alterada a clorita.

Les roques filonianes afloren en multitud de dics d'escassa potència, la seva composició és molt variada trobant-hi tant fàcies àcides com bàsiques.





### 2.2.2. FORMACIONS PALEÒGENES

Aquests materials afloren principalment als turons de les Pregavarres i a la part septentrional de la depressió de la Selva. També, constitueixen el substrat del rebliment neogen i quaternari de la plana del Baix Empordà. La sèrie paleògena completa assoleix una potència de quasi 2000 m (ICC, 1997).

Pallí (1972) definí la successió estratigràfica del Baix Empordà en base al concepte de formacions estratigràfiques. A grans trets la successió definida, de base a sostre, és la següent:

- Fm. Pontils: Conglomerats i sorrenques vermelloses amb nivells d'argila que es disposen discordantment damunt els materials del Paleozoic. Aflora al llarg de tot el contacte amb les Gavarres.
- Formació Girona: Calcàries organògenes de color gris, molt riques en microfauna.
- Formació Banyoles: Argiles i margues argiloses blaves amb intercalacions de sorra de gra fi i nivells de calcàries arenoses, de gruix mètric a decamètric, a la part superior.
- Formació Rocacorba – membre Barcons: Complex sorrenc amb intercalacions microconglomeràtiques, de color gris-groguenc i ric en glauconita. Localment, a la base, Martínez-Gil (1972) descriu uns nivells calcaris de color marronós-vermellós amb elements detrítics d'argila vermella que es relacionen amb un nivell de calcàries descrites per Pallí (1972). Aquest tram calcari només es presenta a profunditats accessibles (fins a 200 m.) a les vores dels massissos de les Gavarres i de Begur. En la present tesi es referirà a aquest nivell com a Tram Calcari Basal (TCB).
- Formació Igualada: Sèrie formada per argiles, llims i sorrenques gris-blavoses.
- Formació Tossa – Membre Coll d'Úria: Es presenta molt localitzat en aquesta àrea. És format per calcàries blanquinoses organògenes o coral·lines.
- Formació Artés: Formada per argiles vermelloses i grises, sorrenques de gra groller i conglomerats, que corona la sèrie paleògena.

Les formacions paleògenes es caracteritzen, en general, per presentar una sèrie estratigràfica uniforme arreu de la plana. La seva distribució espacial (Figura 2.1) ve condicionada pels trets estructurals així com per les potències, les quals augmenten bàsicament cap a l'oest (Pallí, 1972). Concretament, les formacions paleògenes basals són les que mostren una major variabilitat al llarg del límit nord de les Gavarres.

La sèrie paleògena es troba fracturada en diferents blocs i això ha aprofitat diferents formacions litoestratigràfiques mitjançant contactes mecànics. La zona de Peratallada-Palau-Sator (Figura 2.4), per exemple, presenta una elevada complexitat geològica (Mas-Pla i Vilanova, 2000). Per a la interpretació de l'estructura en profunditat s'ha confeccionat, un pannel de correlació i diversos talls geològics (Figura 2.5).

La complexitat estructural dels materials paleògens també queda palesa al sector nord-oest de les Gavarres. Entre Sarrià de Ter-Sant Martí (Figura 2.6), en el contacte amb el massís es disposen els materials de les Formacions Pontils, Girona, Banyoles o Rocacorba, fortament condicionats per la tectònica local. El joc més important el juguen les falles de Celrà i de Juià amb salts de falla entre 1300 i 2000 m i compostes per fractures disposades en arc. La primera constitueix el límit geològic entre les Serres Transversals i l'Empordà (Saula *et al.*, 1994).

A la zona de Girona la disposició dels materials paleògens es veu afectada per dos sistemes de falla. Un sistema d'orientació NO-SE (falla de Girona-Platja d'Aro, Figura 2.2), actiu durant el Paleogen segons moviments destres i durant el Neogen actuaren com a falles normals. S'estimen moviments verticals de més de 500 metres (Berástegui i Martínez, 1986). L'altre sistema, subvertical d'orientació N-S (les falles de Girona), d'edat neògena, ha actuat com a un sistema de falles normals amb desplaçaments verticals d'uns 300 metres. Aquestes, localment, a la depressió de Girona acosten a la superfície la Formació Girona (Figura 2.7). Se li associen fonts riques en CO<sub>2</sub> i manifestacions termals.

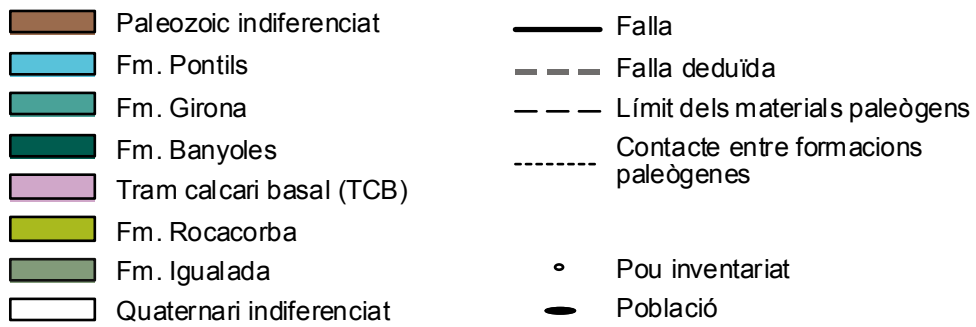
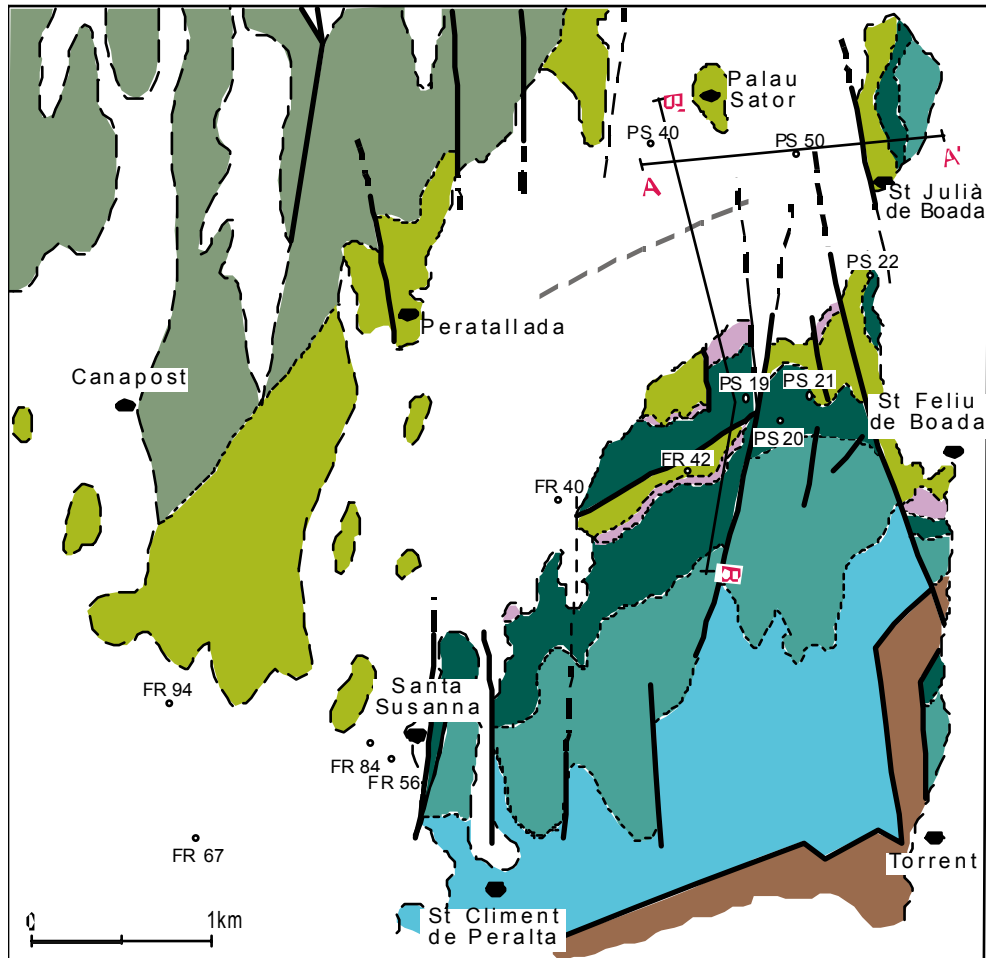


Figura 2.4 Geologia de l'àrea de Palau-Sator – Peratallada (Mas i Vilanova, 2000)

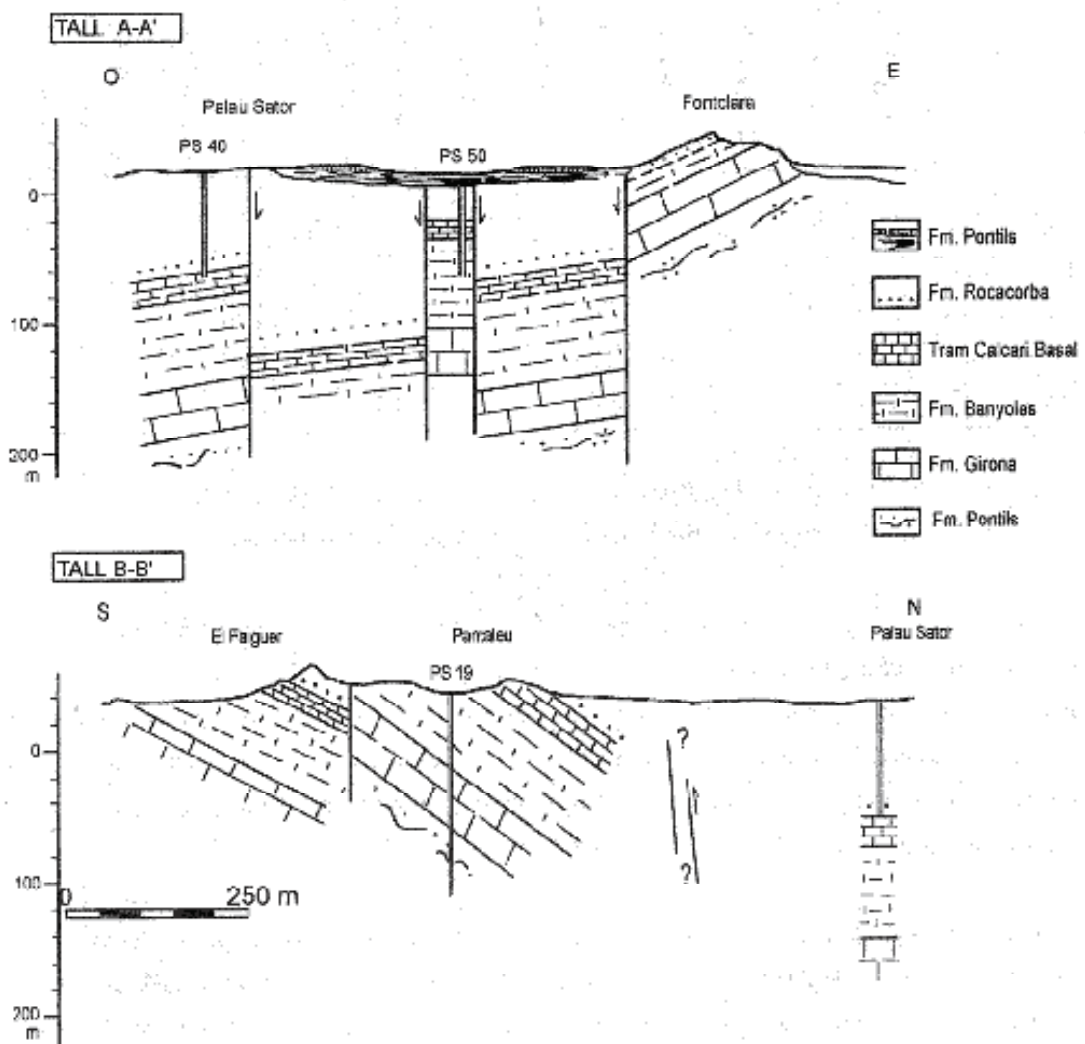


Figura 2.5 Talls geològics realitzats a la zona de Palau-Sator – Peratallada (Mas i Vilanova, 2000). La ubicació d'aquests es mostra a la Figura 2.4.

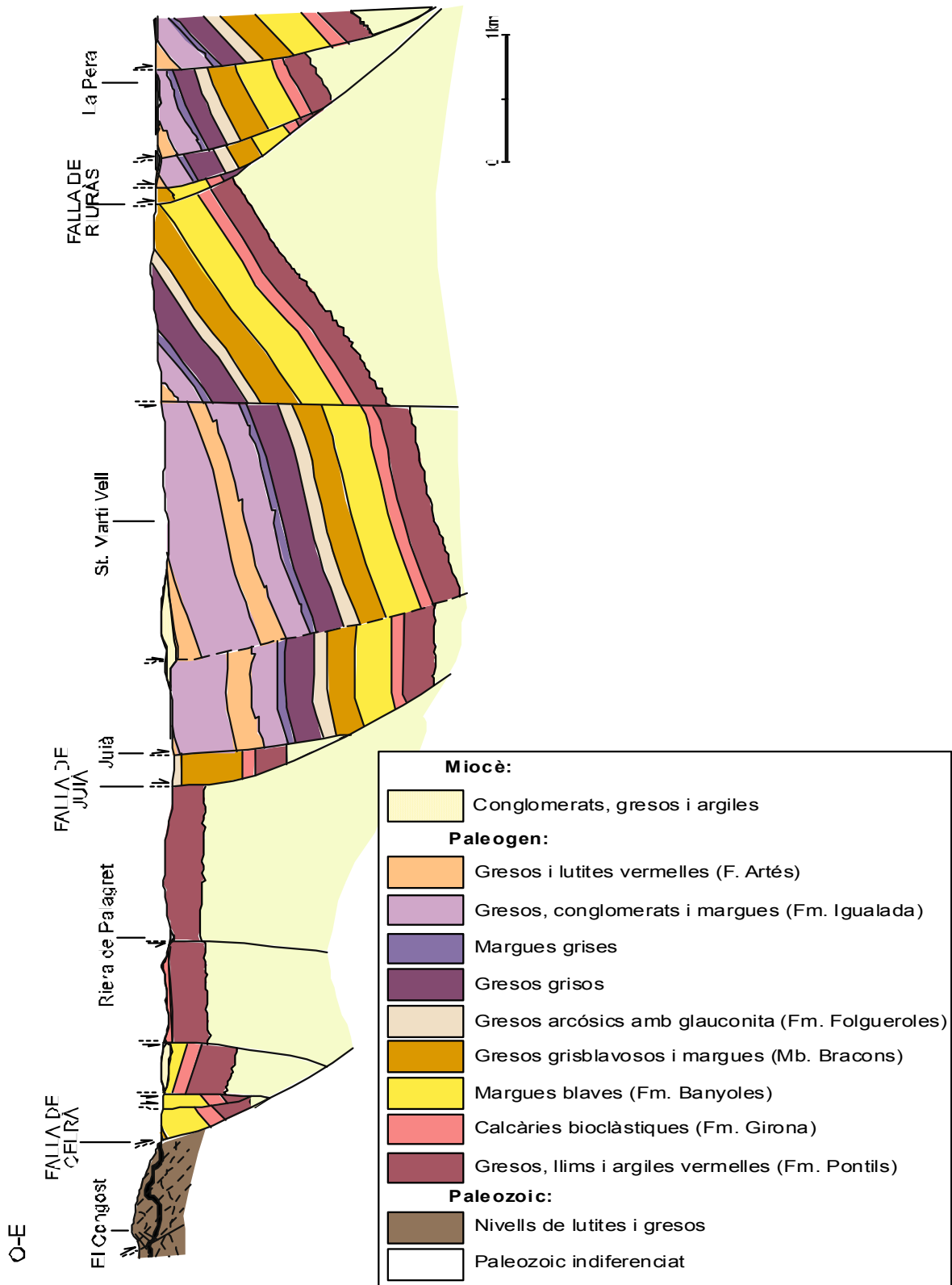


Figura 2.6 Tall geològic al límit nord-oest de les Gavarres (ICC, 1997). Situació a la Figura 2.7.

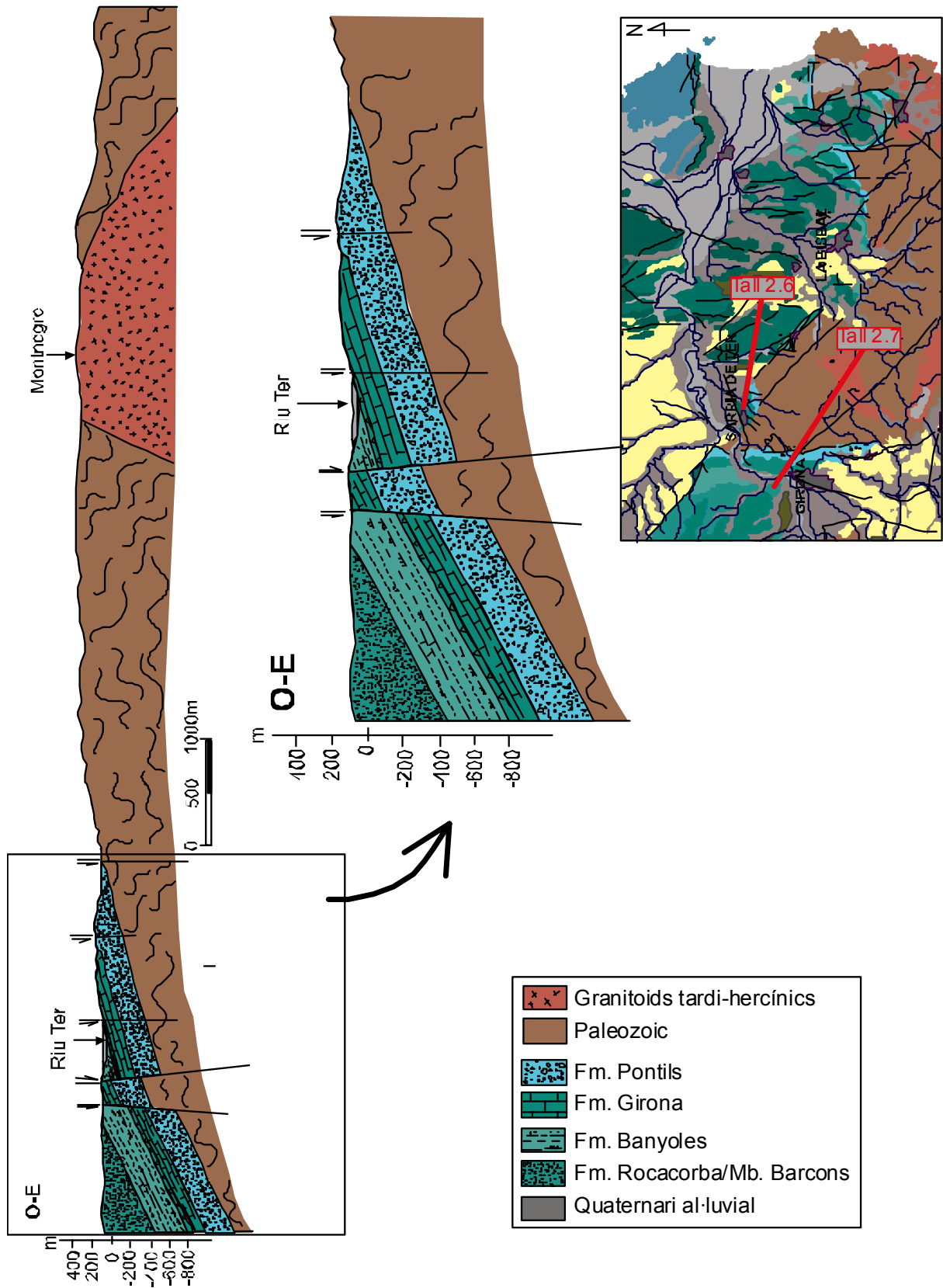


Figura 2.7. Tall geològic al nord de Girona (adaptat de Berástegui i Martínez, 1986) i ubicació del mateix sobre el mapa geològic.

### 2.2.3. FORMACIONS NEÒGENES

#### Vessant sud-oest de les Gavarres

El procés de rebliment de la depressió de la Selva es realitzà mitjançant la implantació de dispositius al·luvials amb petits sistemes lacustres subordinats. El gruix sedimentari ve determinat per la configuració en blocs del substrat i es presenta molt variable.

Els dipòsits de la depressió amb origen a les vessants granítiques, tenen un marcat caràcter arcósic, predominantment arenós, constituïts conseqüentment, per sediments terrígens amb un elevat percentatge de feldspats. De sud a nord, es passa de fàcies caracteritzades per lutites i argiles amb cossos arenosos arcósics i conglomeràtics intercalats, a fàcies cada vegada més fines representades per una alternança d'arenas blanques i argiles groguenques del Pliocè. Localment, a Caldes de Malavella, els dipòsits arcósics han estat sotmesos a la influència de l'hidrotermalisme lligat a l'activitat volcànica i intensament cimentats per sílice, que els confereix una gran duresa (Solé-Sabarís, 1962). En profunditat, la naturalesa arcósica dels sediments detrítics en dificulten la seva diferenciació del propi granit alterat.

A la Figura 2.8 es presenta un dels talls geològics realitzats a la depressió, al sud de Cassà de la Selva, segons la informació obtinguda de sondatges i segons les dades dels propietaris d'algunes captacions. El gruix del rebliment pot variar d'entre pocs metres fins a quasi 120. Es detecten dos nivells sorrencs més importants, a profunditats variables, que constitueixen els aquífers més importants en l'àmbit de la depressió de la Selva. El quaternari oscil·la tan sols entre 9-15 m.

Els sistemes al·luvials alimentats en una àrea font de composició esquistosa i pissarrenca (sector nord de la depressió de la Selva) foren de caràcter més local i donaren lloc a conglomerats de còdols d'esquists, lutites i sorres.



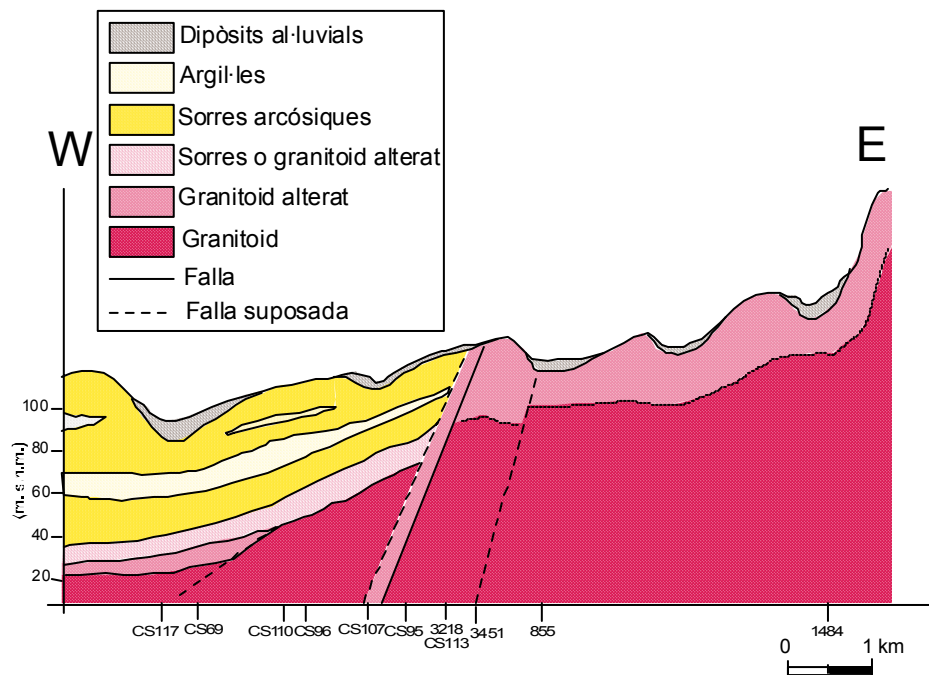


Figura 2. 8 Tall geològic del contacte entre la depressió de la Selva i les Gavarres. A l'eix horitzontal s'indiquen les captacions i sondejos de l'arxiu del Dept. de Mines utilitzats (Vilanova, 2001).

### Vessant nord de les Gavarres

Els dipòsits neògens, localitzats entre la Bisbal i Medinyà, es desenvoluparen associats al funcionament de les falles. La potència de les acumulacions neògenes és variable, amb un augment generalitzat cap a l'est. Es disposen de manera discordant damunt dels materials paleozoics i paleògens, reblint les conques creades com a conseqüència de la fase tectònica de distensió la qual és també responsable d'una notable activitat volcànica (Donville, 1976). La distinció entre els materials miocènics i pliocènics és complicada degut a la similitud dels sediments: ambdós períodes estan representats per sediments detrítics que responen a una dinàmica de ventalls al·luvials amb àrea font al massís de les Gavarres. Els nivells pliocènics que es troben damunt dels miocens i presenten una disposició discordant, com a resultat de les etapes erosives anteriors.

Les fàcies proximals dels ventalls, d'origen continental i ubicades prop del marge de la conca es caracteritzen per nivells conglomeràtics desorganitzats i es disposen segons geometries tabulars. Aquestes fàcies evolucionen, en el sentit de les paleocorrents, a fàcies mig-distals on dominen els sediments més fins, lutítics, amb intercalacions de nivells conglomeràtic-arenosos. Aquests

tipus de fàcies són les que s'hi troben més desenvolupades en potències sempre inferiors als 100 m.

Localment, a les rodalies de Celrà i Juià, les capes pliocèniques han estat cimentades per carbonats, formant-se conglomerats i sorrenques. La sèrie pliocena presenta potències superiors als 20 m a St. Martí Vell on se situa discordantment sobre una colada bassàltica i a Celrà s'han mesurat 15.5 m de potència sobre els materials paleozoics (Roqué, 1993).

Al límit de la plana empordanesa amb el massís, es localitzen alguns petits afloraments de roques efusives. Es tracta de bassanites s.s. i basalts olivínics molt alterats (López-Ruiz i Rodríguez-Radiola, 1985), de textura microporfírica amb fenocristalls d'olivina i augita (Roqué, 1993).

#### **2.2.4. MATERIALS DEL QUATERNARI**

Aquests materials són de composició i gènesi diversa responent a processos al·luvials, de vessant i fins i tot eòlics. Dins el massís es localitzen reblint les valls més amples, però el gruix més important l'assoleixen a les depressions tectòniques que circumden el massís.

##### **Vall d'Aro**

Aquest dipòsit assoleix un gruix de 20 m a l'alçada de Sta. Cristina i 35 a la desembocadura, ocupant una àrea de 9 km<sup>2</sup>. Està format per arenos de gra mig i groller alternant amb llims arenosos. Els sediments més grollers són de composició granítica amb una potència mitja de 12-15 m. A la Figura 2.9 es presenten tres talls geològics realitzats a diferents alçades en aquests materials, els quals mostren la disposició dels dos aquífers separats per una unitat llimosa a partir de Sta. Cristina.

Els dipòsits de peu del massís, d'àrea font granítica, estan formats bàsicament per clastes de quars i feldspats subangulosos enmig d'una matriu argiloarenosa.

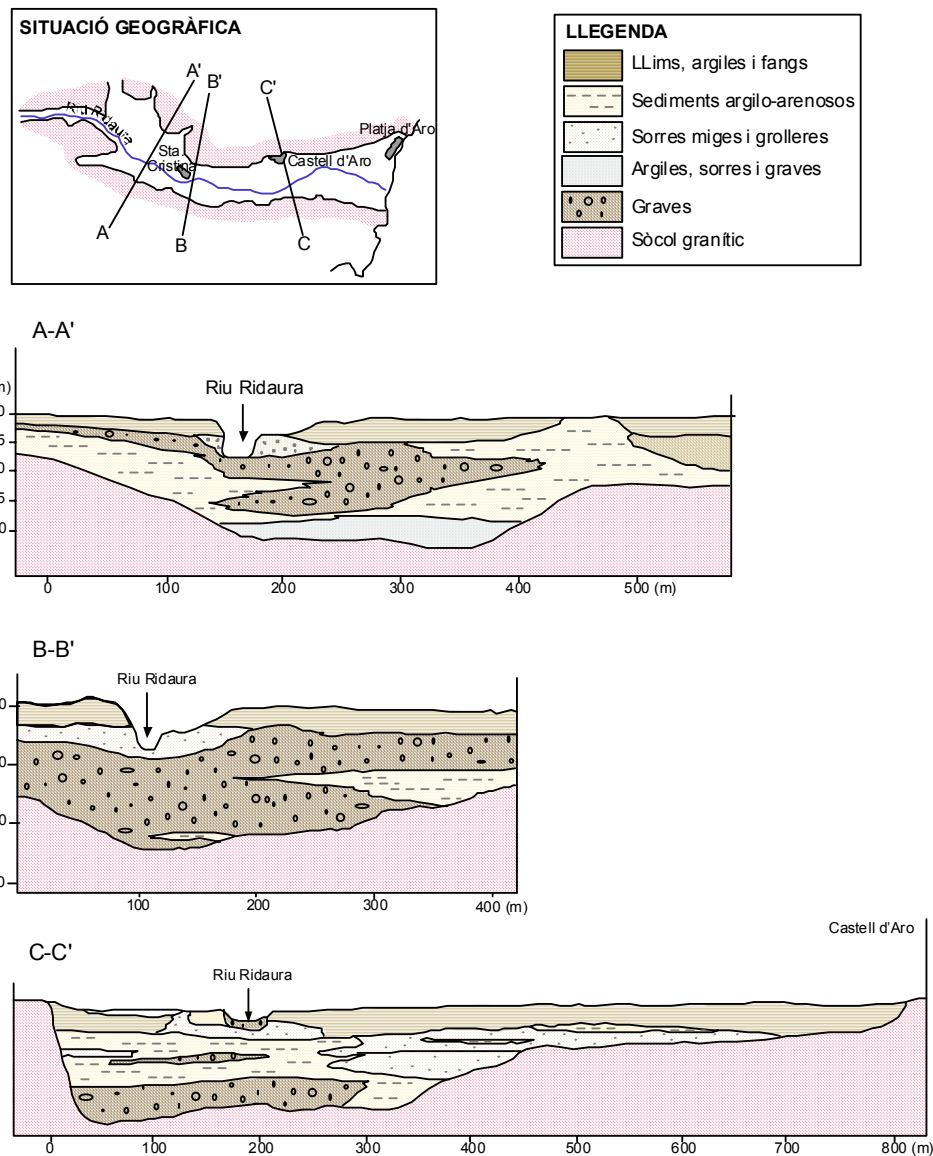


Figura 2.9 Tall geològics a diferents alçades a la Vall d'Aro (Chamorro i Otero, 1989)

### Depressió de la Selva

Els dipòsits al·luvials són formacions pel·lítiques amb nivells de graves arrodonides que no acostumen a superar els 15 metres i poden presentar-se barrejats amb dipòsits d'origen col·luvial formats per còdols angulosos heteromètrics de composició granítica en una matriu pel·lítica. El seu gruix pot ser de fins 8-10 m al peu de vessants.

Es consideren també dins els materials quaternaris les formacions de sauló que es formen per alteració del granit. Aquest nivell, a les vessants del sud del massís poden assolir uns 40 metres de gruix.

### **Vessant nord de les Gavarres i plana del Baix Empordà**

A la Plana del Baix Empordà els materials responen a la colmatació de la conca durant el Pleistocè superior i Holocè (Mas-Pla *et al.*, 1989 i 1999), resultant una notable diversitat de dipòsits quaternaris. L'al·luvial del Ter és el dipòsit de dimensions més importants. La seva potència varia entre uns 20 m en les proximitats de Colomers a uns 60 a uns 3 km. del litoral (SGC, 1994).

Els sediments es disposen formant diferents seqüències sedimentàries (Montaner *et al.*, 1995b). A la plana del Baix Ter es presenten segons tres seqüències granodecreixents amb evolució temporal semblants a l'espacial. S'hi poden reconèixer i diferenciar les variacions espacials (Solà *et al.*, 1996):

- a la part proximal de cada seqüència es localitzen sediments de gra groller (graves i arenes) que cap al sostre evolucionen a sediments més fins, arenosos i llimosos.
- a les parts distals (prop de la línia de costa), es localitzen menys sediments grossers i evolucionen a cossos arenosos i a sediments argilosos. També s'hi localitzen dipòsits representats per sediments d'origen eòlic i maresmes.

L'al·luvial del riu Daró ve definit per tres seqüències de dipòsits al·luvials correlacionables a escala regional. Al tram meridional de la plana presenta un gruix de 18.5 m, mentre que al nord de Corçà, hi assoleixen 25 m (Montaner *et al.*, 1999).

Altres dipòsits al·luvials els configuren les rieres de Vullpellach i Peratallada, amb uns gruixos màxims de 14 m.

El glacis de Fonteta es troba constituït per materials col·luvials, caracteritzats per una important fracció argilosa-arenosa. Localment, pot presentar cossos lenticulars mètrics d'arena, ben granoclassificada. Aquests dipòsits presenten una potència de 5-8 m a la vora oest i augmenten fins a 15-20 m a les proximitats de Fonteta. A la base s'hi ha localitzat un nivell de 2-3 m de graves.

Altres dipòsits de menor entitat són els d'origen eòlic que alternen amb cordons de maresmes.

### 2.3. DESCRIPCIÓ DE LES FORMACIONS HIDROGEOLÒGIQUES

En base a les descripcions anteriors i a les observacions de camp, s'ha pogut diferenciar:

- 1) Les formacions metamòrfiques i ígnies que configuren el massís de les Gavarres són materials, en general, poc permeables, i, consegüentment, es comporten des d'una perspectiva hidrogeològica com aquítards o aquícludes. Malgrat això, presenten porositat produïda per les heterogeneïtats del medi (fracturació, esquistositat i presència de dics). Aquests fets els hi atorguen un considerable potencial hidrogeològic, tal i com palesen algunes captacions que ofereixen rendiments notables.

El sòcol granític, en concret, també mostra rendiments notables, tant en les fractures com en el nivell superior alterat. Se situa a profunditats variables, entre 60 i 120 metres, enfonsant-se progressivament cap al SO i O, al centre de la depressió de la Selva.

En superfície, la potència del nivell d'alteració del granit pot assolir i 40 m i també si situen captacions tot i que permeten cabals més modestos.

Els majors rendiments es constaten en els materials granítics altament alterats localitzats a la zona de fractura on el granit, de tipus cataclàstic, s'enfonsa sota els materials neògens de la Selva (Vilanova, 2001).

- 2) Les formacions hidrogeològiques en materials paleògens de les Pregavarres presenten una estructura tectònica complexa (Figures 2.4 i 2.5) i rendiments hidràulics molt variables en funció de la litologia de la formació. Així, s'hi ha reconegut l'explotació dels nivells calcaris (Fm. Girona i TCB) i dels sorrencs (Fm. Rocacorba i Igualada).

La Fm. Girona, com a formació aquífera més rellevant i contínua, aflora o es troba a profunditats explotables al llarg de tota la zona de contacte amb el massís des de la platja de Pals fins a Peralta. La potència d'aquest nivell augmenta considerablement cap a l'oest. A la zona de Palau-Sator té importància el TCB.

A partir de totes les observacions i de l'estudi de les columnes litològiques dels pous i sondeigs, així com el seu rendiment hidrogeològic, s'ha definit la distribució espacial dels nivells litològics més interessants des de la perspectiva hidrogeològica. D'est a oest, són els següents:

- Al corredor de Palafrugell, a la zona entre Torrent i Pals, hi ha excel·lents captacions situades al tram calcari basal i a les calcàries de la Fm. Girona les quals també s'exploten entre Sant Julià de Boada i Fontclara, on la Fm. Girona és aflorant.
  - A Palau-Sator, les captacions exploten el tram calcari basal, situat a una fondària variable, a uns 80-100 m al SO de la població i a uns 35 m al SE, en funció de l'escalonament tectònic local. El rendiment d'aquests pous és excel·lent. Es considera la influència de les fractures en la connectivitat del flux subterrani.
  - A l'àrea de Peratallada - Peralta, la majoria dels pous, amb fondàries properes als 100 m o superiors, perforen la Fm. Rocacorba i alguns d'ells intersecten estrats carbonatats, interpretats com el tram calcari basal a un dels pous. La intersecció en nivells mètrics de sorrenques i calcàries de la Fm. Rocacorba atorga bon rendiments a aquests pous, però sempre menor al dels pous situats a la zona de Palau-Sator.
  - Els petits pujols a l'est de Fontclara i els turons als voltants de Fontanilles, Gualta i Ullastret estan constituïts per materials de la Fm. Igualada i Rocacorba. De fet, existeixen poques captacions profundes en aquests materials, la qual cosa no permet definir el seu comportament hidrogeològic, que s'assumeix poc eficient. No obstant, dues captacions a Fontanilles (FN1 i FN3) demostren que, localment, aquest pot ser notable; malgrat que, en aquests dos casos, la complexitat tectònica local pugui jugar un paper hidrodinàmic important.
  - El límit nord de les Gavarres, des dels voltants de Fonteta al nord de la Bisbal, es repeteix la situació descrita en el punt anterior. Les captacions més properes a les Gavarres poden, localment, arribar a les calcàries de la Fm. Girona. En general, és rar que els pous profunds no presentin un rendiment acceptable, amb descensos considerablement petits una vegada estabilitzats.
- 3) Les formacions en materials neògens són més extenses a la depressió de la Selva que a la de l'Empordà i és en la primera on els aprofitaments són més notables. Els diferents nivells rendibles presenten una limitada extensió tant lateral com vertical.

A la depressió de la Selva es presenten com un aquífer multicapa on s'han diferenciat dos nivells més arenosos amb propietats aquíferes, els quals, lateralment, varien de composició i

potència. Aquesta característica dificulta la comunicació entre els diferents nivells dels materials. Tanmateix, es tracta de l'aquífer més explotat en aquest sector i pot oferir cabals considerables.

A l'àmbit de la depressió de l'Empordà, aquests materials són constituïts bàsicament per argiles; les quals no són hidràulicament explotables. Més localment, al nord de la depressió, també contenen nivells de granulometries majors, el qual els fa explotables però oferint normalment cabals modestos. Concretament, a l'àrea de Monells i rodalies de Celrà i Juià es disposen en nivells de granulometria major i esdevenen localment explotables amb rendiments acceptables.

- 4) Els materials quaternaris són els que concentren el major nombre de captacions i es localitzen al voltant dels principals cursos fluvials i al peu del massís. Es tracta de l'aquífer més accessible i presenta un rendiment hidrogeològic molt variable. A la depressió de l'Empordà, on es troba ben desenvolupat (materials al·luvials del riu Ter i Daró), permet l'extracció de grans volums d'aigua. A la zona de la Selva no obstant, el seu potencial és molt menor, fins i tot alguns pous de poca profunditat han deixat d'ésser productius, fet que es relaciona amb els alts cabals d'explotació i la notable sequera dels període d'estudi..

Els nivells superiors d'alteració dels materials granítics (el sauló), que es localitzen a la part meridional del massís de les Gavarres també s'han inclòs dins d'aquest grup. Aquests presenten característiques litològiques i hidrogeològiques variables espacialment, però es constata una certa continuïtat hidràulica entre aquest nivell i els sediments quaternaris d'origen al·luvial i col·luvial.

El sector de la Vall d'Aro forma part, des del 1989, d'un projecte de reutilització de les aigües residuals procedents de la depuradora de Castell d'Aro per atendre les necessitats de reg d'un camp de golf. Els estudis hidrogeològics d'aquesta àrea diferencien dues àrees dins el mateix aquífer separades a l'alçada de Sta. Cristina on el mateix s'estreny. Així la part més distal del mar representa una capacitat total de 1.8-2.5 Hm<sup>3</sup> en un gruix mig saturat de 8-10 m mentre que la zona de Castell d'Aro ocupa una extensió de 6 km<sup>2</sup>, amb una capacitat total de 8.5-10 Hm<sup>3</sup> i el seu gruix mig saturat és de 15-20 m. La porositat eficaç varia en els dos casos entre 8-10 % i la permeabilitat mitja és aproximadament de 70 m/dia (Domènec *et al.*, 1979).

Els materials quaternaris al·luvials de la depressió de la Selva afloren amb potències poc importants i limitada continuïtat variabilitat. Una gran part dels pous antics, ubicats en aquest dipòsit, es troben actualment secs, mostrant la baixa capacitat d'exploració d'aquests materials, tal i com s'ha descrit anteriorment.

Les tres seqüències sedimentàries descrites en els materials al·luvials del riu Ter configuren els tres aqüífers principals de la conca separats pels materials fins que colmaten cada seqüència sedimentària. Són materials de porositat considerable i que ofereixen grans cabals d'exploració. Es tracta de l'aqüífer més explotat arreu de la plana, especialment el nivell inferior (la seva base se situa a uns 60 m de fondària), doncs subministra l'aigua a diversos municipis de la zona. Aquesta intensiva explotació ha conduït a una disminució de les qualitats de l'aigua provocada per la intrusió salina.

Finalment, destacar el paper que jugaran les fractures en la dinàmica hidrogeològica regional. Si bé els materials ignis i metamòrfics han estat clàssicament considerats com a medis de baixa impermeabilitat; la seva influència en el sistema estudiat es confirma al llarg de la tesi, tant en la recàrrega entre diferents formacions hidrogeològiques com en l'existència de punts singulars amb termalisme i CO<sub>2</sub> dissolt a l'aigua.



# **3. DINÀMICA HIDROGEOLÒGICA**

---

---

## **3.1 INVENTARI DE CAPTACIONS**

### **3.2 CARTOGRAFIA PIEZOMÈTRICA**

#### **3.2.1 SECTOR DE LA VALL D'ARO**

3.2.1.1 Formacions hidrogeològiques explotades

3.2.1.2 Dinàmica hidrogeològica

#### **3.2.2 SECTOR ONYAR SUD-EST**

3.2.2.1 Formacions hidrogeològiques explotades

3.2.2.2 Dinàmica hidrogeològica

#### **3.2.3 SECTOR ONYAR NORD-TER MITJÀ**

3.2.3.1 Formacions hidrogeològiques explotades

3.2.3.2 Dinàmica hidrogeològica

#### **3.2.4 SECTOR BAIX TER - DARÓ**

3.2.4.1 Formacions hidrogeològiques explotades

3.2.4.2 Dinàmica hidrogeològica

### **3.3 VARIACIÓ TEMPORAL DEL NIVELL HIDRÀULIC**

3.3.1 REGISTRES DELS PIEZÒMETRES DE  
L'ACA

3.3.2 TENDÈNCIES DE LES CAPTACIONS

Les característiques litològiques i estructurals de les formacions hidrogeològiques mostren una notable complexitat que es farà manifesta en la cartografia hidrogeològica. Amb l'objectiu de caracteritzar al màxim les particularitats locals, s'ha realitzat un extens inventari de pous que inclou el recopilatori de camp i les dades pertanyents a captacions documentades a la Secció de Mines de la Delegació Territorial de Girona. A l'Annex 1 es detallen les captacions utilitzades i els nivells hidràulics registrats en cada una. La seva ubicació es mostra a l'Annex 2 i les cartografies piezomètriques obtingudes es descriuen en aquest capítol.

S'han integrat les dades de nivell hidràulic a les característiques de les unitats geològiques descrites amb la finalitat de:

- establir les direccions i trajectòries de les components espacials del flux subterrani,
- identificar les àrees de recàrrega del sistema,
- avaluar els rendiments de les formacions hidrogeològiques,
- analitzar l'evolució temporal dels nivells hidràulics com a resposta de diferents escenaris d'exploració.

La representació dels nivells hidràulics de cada punt i de la base de dades associades en un sistema d'informació geogràfica (SIG) ha permès realitzar consultes i representar les dades mostrant-se com una eina molt útil en els estudis hidrogeològics.

Es presenta a continuació una síntesi de les característiques piezomètriques, àmpliament detallades al treball de recerca de Vilanova (2001).

### 3.1 INVENTARI DE CAPTACIONS

La cartografia piezomètrica s'ha elaborat en base un total de 620 captacions inventariades, tot i que les piezometries es realitzen sobre una base màxima d'unes 400 mesures de nivell. Dels pous utilitzats es descriuen les característiques tècniques, la profunditat i la formació hidrogeològica que presumiblement exploten (Annex 1).

Els punts utilitzats per elaborar la cartografia piezomètrica s'agrupen en quatre sectors en funció de la conca hidrogràfica a la que pertanyen i de la conca limítrof amb la que es relacionen:

- 1- **Vall d'Aro.** Comprèn la vessant nord de la conca del Ridaura, des de Bell-lloc fins a Platja d'Aro i la conca de la riera de Calonge.
- 2- **Onyar sud-est.** Conté la subconca de la Gotarra a la depressió de la Selva, des de Llagostera fins a Quart.
- 3- **Onyar nord – Ter mitjà.** Inclou la conca de l'Onyar entre Quart i Girona i la del Ter mig des de Girona fins a Madremanya.
- 4- **Baix Ter – Daró.** Ubicada en la depressió de l'Empordà, abraça la plana del Baix Ter, des de Colomers, i la conca del Daró.

Es disposa d'un total de 7 campanyes piezomètriques: juny de 1996, juny de 1997, setembre de 1997, gener de 1999, octubre de 1999, juny del 2000 i desembre del 2000. Les tres primeres només inclouen captacions de l'àrea del Baix Ter – Daró i es realitzaren en el marc del projecte CICYT-AMB95/0867 (Mas-Pla i Oliveras, 1997) La quarta, a raó del projecte CICYT98-HID0366, amplià la zona d'estudi i se centra en la depressió de la Selva i en les tres darreres campanyes es recolliren dades a tots els sectors. L'àrea del Baix Ter-Daró i de l'Onyar sud-est són les que compten amb un major volum de dades suggerint que l'explotació de les aigües

subterrànies és més elevada en aquestes zones (Figura 3.1). S'ha intentat recollir les dades abans i després dels mesos d'estiu que comporten la màxima explotació de l'any i la mínima recàrrega.

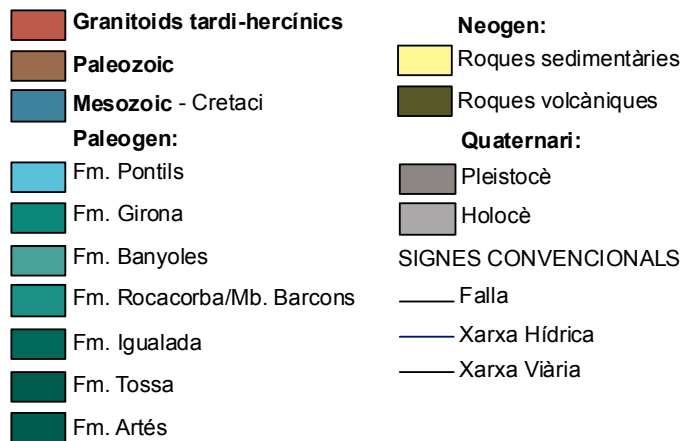
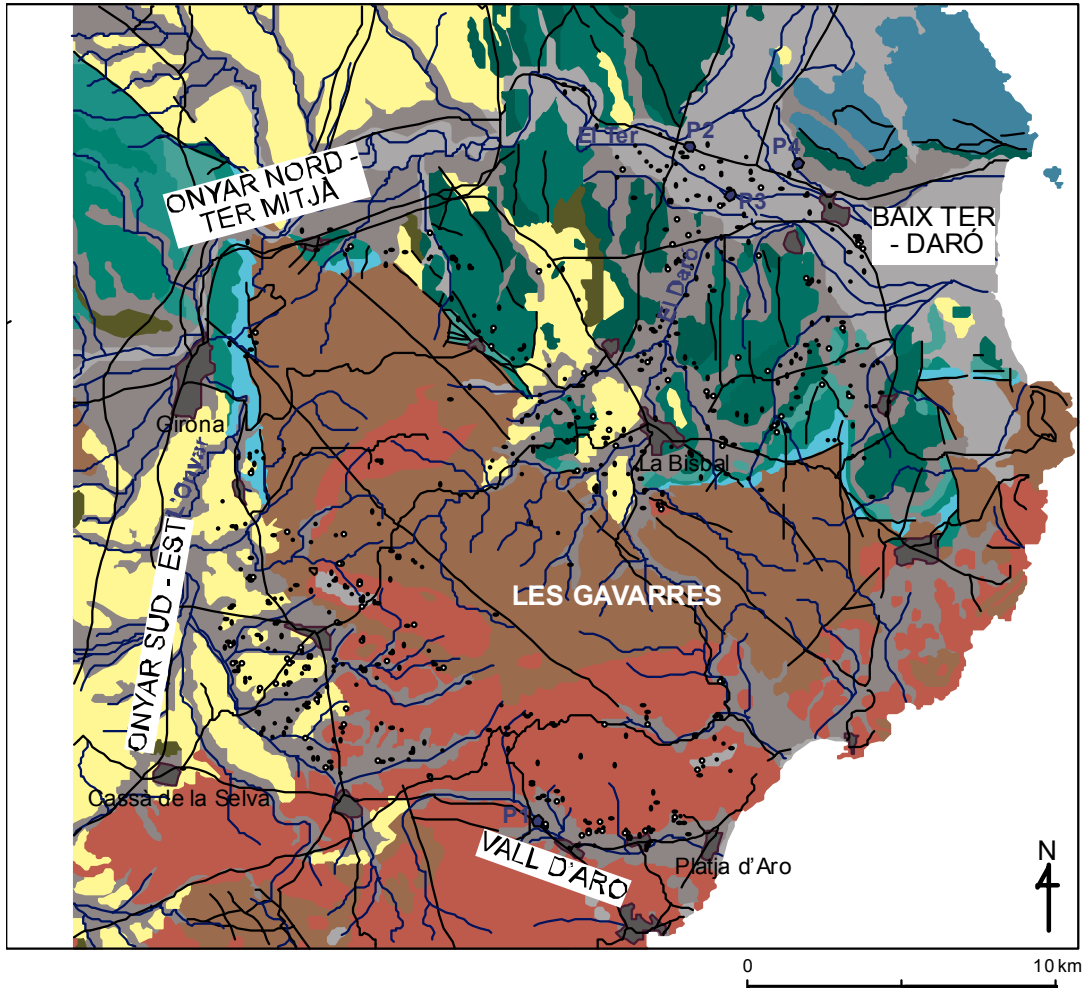


Figura 3.1 Pous inventariats utilitzats en cada una dels sectors (base geològica segons ICC, 1989).

### 3.2 CARTOGRAFIA PIEZOMÈTRICA

Els mapes piezomètrics s'han realitzat a partir de la integració de les dades en un sistema d'informació geogràfica (SIG), tal i com s'ha indicat anteriorment. S'han corregit els possibles errors de precisió associats a la resolució que resulten en la projecció dels punts a partir de les coordenades. Aquest tractament informàtic de la cartografia ha permès representar les diferents variables mesurades sobre la geologia i relacionar-les entre elles espacialment facilitant-ne la interpretació.

La cartografia piezomètrica que és presenta a l'Annex 2 correspon a la campanya més completa, la de l'octubre del 1999. S'hi mostra també una de les utilitats del SIG en incorporar-hi la sobreposició de les isopieces corresponents a diferents campanyes al sector Baix Ter – Daró. L'equidistància entre isopieces pot variar en funció del gradient hidràulic, a cada mapa s'indica el valor corresponent. A la Figura 3.2 es presenta una síntesi de la darrera piezometria (desembre del 2000).

L'observació en detall de la piezometria revela que cada una de les formacions hidrogeològiques presenta una dinàmica diferent; per la qual cosa s'han traçat les isopieces referides als aqüífers quaternaris (dels quals es disposa d'un major nombre de dades) i s'indiquen els valors dels nivells de les restants formacions. S'ha considerat aquesta aproximació perquè, com a hipòtesi de partida, es desconeix el grau de continuïtat hidràulica entre les diferents formacions.

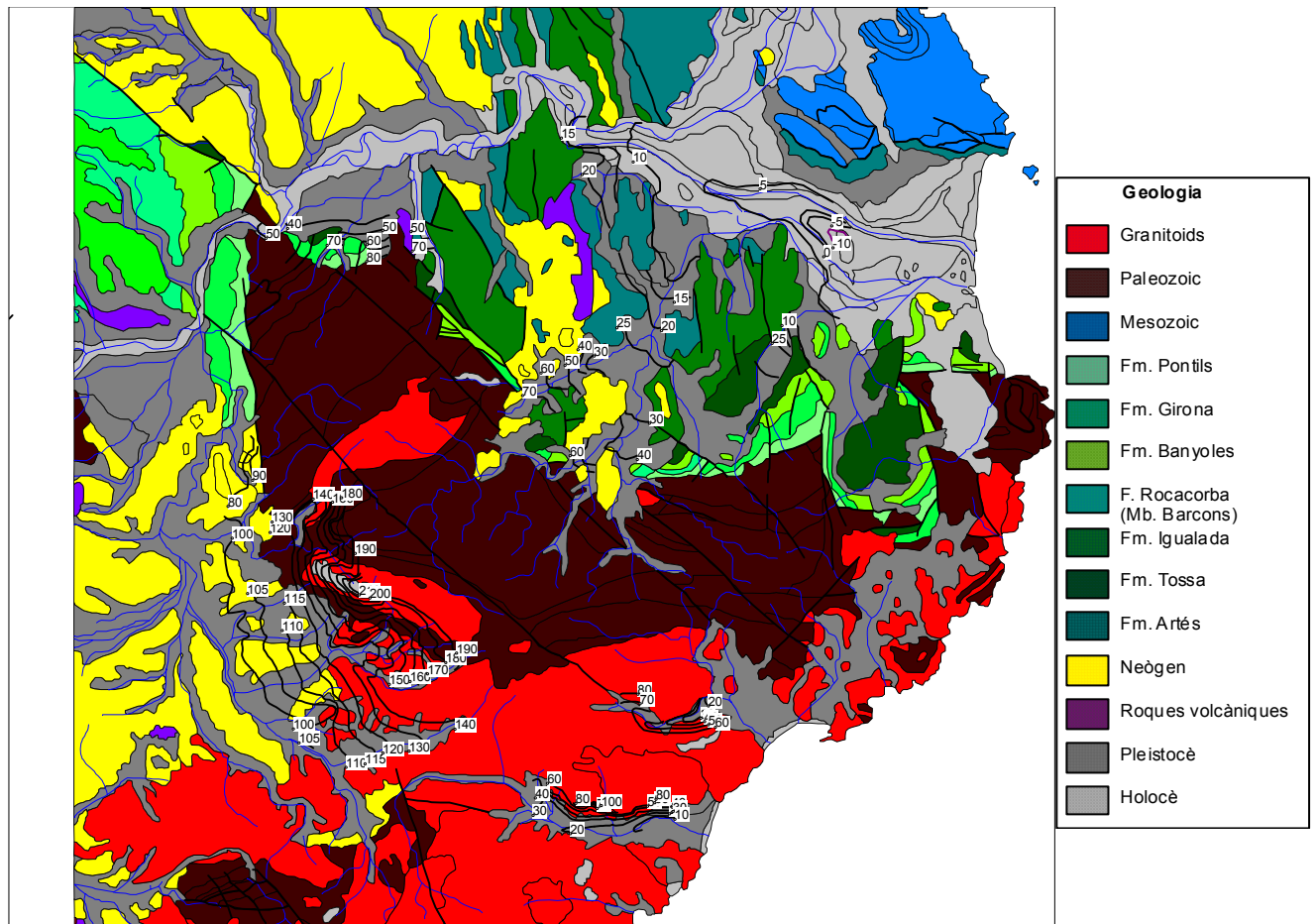


Figura 3.2 Cartografia piezomètrica corresponent al març del 2000. A l'Annex 2 es detalla per sectors.

Respecte les característiques hidrològiques de les diferents formacions, aquestes s'han estimat a partir de dades bibliogràfiques i informes de les captacions. A grans trets, els pous ubicats als sediments al·luvials de la Selva presenten rendiments molt modestos, normalment inferiors a 4 m<sup>3</sup>/h. A la al·luvial de la plana del Ter, no obstant, s'han identificat comportaments diferenciats en els diferents nivells aquífers davant l'explotació, evidenciats pels nivells hidràulics més baixos que mostra l'aquífer inferior. En aquest cas, els rendiments de les captacions són més elevats, variant entre 40 i 360 m<sup>3</sup>/h en els nivells profunds i als voltants dels 90 m<sup>3</sup>/h els més superficials. Alguns pous ubicats en materials eocènics de les Pregavarres, així com les fonts de Palau-Sator, Peralta i Llabià, s'han descrit com a sorgents després d'una època de pluges

abundants. Acostumen a oferir cabals majors que els materials quaternaris però es constata una notable variabilitat espacial.

Es procedeix a continuació a la descripció de la piezometria segons les àrees definides.

### **3.2.1 SECTOR DE LA VALL D'ARO**

#### **3.2.1.1 Formacions hidrogeològiques explotades**

La formació més explotada en aquesta àrea són els materials al·luvials del riu Ridaura, els primers metres d'alteració del granit (el sauló) i els dipòsits col·luvials i de peu de mont adossats als vessants. Els sediments al·luvials presenten un rang de transmissivitat d'entre 100-1000 m<sup>2</sup>/d amb els majors valors prop de la costa. No es tracta no obstant, d'una àrea d'explotació intensiva, doncs les instal·lacions agrícoles utilitzen aigua regenerada de la depuradora d'aigües residuals de Castell d'Aro, i pel subministrament compten amb aigua transvasada des del riu Ter. Addicionalment, des de l'any 2000 s'efectuen proves de recàrrega amb aigua externa a la conca. Les captacions en el subsòl granític mostren comportaments diversos.

En general, els pous profunds presenten rendiments més elevats (5 m<sup>3</sup>/h) que els ubicats en el sauló (2 m<sup>3</sup>/h).

#### **3.2.1.2 Dinàmica hidrogeològica**

- La Vall d'Aro (sud-est de la zona d'estudi) presenta una superfície piezomètrica regional única pels materials quaternaris (al·luvials, col·luvials i sauló) indicant no obstant, que heterogeneïtats a escala local produïdes per exemple, per la presència de dics, poden quedar emmascarades per la precisió topogràfica i la separació entre punts de mesura.
- La piezometria indica una direcció de flux vers el sud i sud-est, des del massís cap a al centre de la vall, i est-oest en els materials al·luvials, suggerint una recàrrega efectiva de l'aquífer al·luvial del centre de la vall i es constata el caràcter drenant del riu respecte l'aquífer.
- Les poques dades de pous profunds en materials granítics de que es disposa en la Vall d'Aro, suggereixen una continuïtat entre aquests materials i els més superficials; així com la funció reguladora que exerceixen els nivells d'alteració superficial (sauló). S'hi constata una major

constància del nivell hidràulic al llarg de l'any, en comparació amb les formacions quaternàries. Tanmateix, apuntar que determinades fractures, a escala local, poden produir variacions en el ritme de recàrrega, o bé, a l'evolució temporal del nivell hidràulic.

### **3.2.2 SECTOR ONYAR SUD-EST**

#### **3.2.2.1 Formacions hidrogeològiques explotades**

Poden diferenciar-se, en aquest sector, les captacions ubicades en els vessants del massís de les Gavarres emplaçades en els materials de la depressió de la Selva. Les primeres, exploten els nivells superficials d'alteració, el sauló, o nivells més profunds, granítics i metamòrfics, on existeixen discontinuïtats. També es localitzen captacions a dipòsits al·luvials i col·luvials d'escassa entitat. A l'àmbit de la depressió també s'exploten materials quaternaris junt amb els nivells detrítics neògens, i només unes poques captacions arriben fins al sòcol granític de la depressió.

Les captacions ubicades en les formacions neògenes ofereixen rendiments importants, superiors als dels pous quaternaris i supleixen la major part de les necessitats agrícoles de l'àrea. Les necessitats hídriques d'abastament municipal, a l'estiu, no poden ser totalment suplertes per la captació que explota aquests nivells detrítics i ha de recórrer a pous privats que s'abasteixen del sòcol granític de la depressió. Les característiques hidràuliques d'aquests darrers varien lateralment en funció del grau d'alteració i fracturació, però presenten uns rendiments excel·lents, especialment els que exploten la zona alterada de la vora de la depressió, en contacte amb el massís. Es tracta de nivells confinats que es mostraren surgents durant la seva perforació.

Si bé el nivell i el rendiment dels pous profunds ubicats en els vessants de massís és variable espacialment aquest és notablement constant al llarg de l'any.

En general, els dipòsits al·luvials permeten cabals d'extracció mitjans de 4 m<sup>3</sup>/h i els nivells superior i mig del Neogen de la depressió són inferiors a 10 m<sup>3</sup>/h. Els majors cabals es registren en els nivells inferiors detrítics de la depressió (fins a 30 m<sup>3</sup>/h) i al sòcol granític (fins a 90 m<sup>3</sup>/h). Als vessants de la depressió, el sauló ofereix rendiments modestos, de l'ordre de 5-15 m<sup>3</sup>/h, els quals són semblants als dels pous més profunds.



### **3.2.2.2 Dinàmica hidrogeològica**

- S'observa una bona continuïtat del nivell hidràulic dels materials al·luvials, col·luvials i el sauló. Aquests nivells hidràulics són diferenciables dels mesurats a les captacions profundes ubicades en els materials neògens, granítics i metamòrfics profunds. La cartografia piezomètrica dels materials quaternaris mostra una direcció de flux dominant vers el sud-oest, indicant una recàrrega efectiva dels materials de la conca des de les formacions superficials dels vessants del massís.
- Els materials profunds de la depressió de la Selva (a més de 60 metres), tant cristal·lins com detrítics, presenten nivells hidràulics inferiors als de les formacions superficials, especialment els corresponents al sòcol granític. Aquestes diferències constatades entre diferents profunditats del rebliment neogen permeten considerar que aquests materials es comporten com un aquífer multicapa amb nivells discontinus. La causa que els nivells hidràulics dels materials profunds neògens siguin inferiors als de les formacions superficials s'atribueix a la forta explotació dels nivells neògens i a una recàrrega limitada dels mateixos. L'alternança de nivells aquífars entre els aquífers neògens suggereix que la recàrrega d'aquests aquífers és d'origen lateral i procedent, per tant, de les Gavarres. Els elevats cabals d'explotació, especialment a l'estiu fan considerar la inducció d'un flux vertical ascendent, procedent del granit sotjacent, que caldrà investigar més detingudament.
- En canvi, les captacions ubicades pròpiament en el subsòl granític ofereixen els rendiments més elevats de tota la depressió i es troben parcialment desconnectats dels nivells mitjos del rebliment neogen. La connexió hidràulica entre ambdós és induïda pel flux provocat pels elevats cabals d'explotació. En aquest sentit, els baixos nivells hidràulics constatats en aquestes captacions en les èpoques de màxima demanda, reflecteixen una recàrrega local limitada a través de fractures quan no hi ha influències per bombament.
- A les zones de la depressió de la Selva i de les Gavarres on aflora el granit, els pous profunds mostren tendències temporals distintes que els pous superficials podent mostrar, fins i tot, nivells hidràulics superiors. S'atribueix a les discontinuïtats d'aquest medi l'establiment de fluxos preferencials al llarg de les fractures i/o contactes amb dics.

- Finalment, es constata que la individualització en blocs dels materials paleozoics de les Gavarres causa una notable variabilitat en la distribució piezomètrica d'aquest massís.

### **3.2.3 SECTOR ONYAR NORD-TER MITJÀ**

#### **3.2.3.1 Formacions hidrogeològiques explotades**

L'aqüífer més rellevant se situa als dipòsits al·luvials del riu Ter el qual serveix de nivell de referència. Es tracta d'una àrea amb notable complexitat estructural en la que també s'exploten, en menor grau, els materials paleozoics (amb rendiments mitjans de 2-4 m<sup>3</sup>/h), els al·luvials de poca entitat dels tributaris del Ter i les formacions miocèniques i paleògenes. En aquestes darreres, concretament, els nivells amb més nombre de captacions són els superiors i inferiors de la Formació Igualada que ofereixen entre 2 i 6 m<sup>3</sup>/h i les formacions calcàries amb rendiments majors. Tanmateix, les captacions en formacions miocèniques presenten rendiments modestos i forts descensos durant l'estiu.

A la zona nord de Girona, la complexitat estructural es palesa amb salts de falla d'entre 300 i 500 m del sistema de falles N-S de Girona. Concretament aquestes apropen a la superfície les calcàries de Girona les quals hi assoleixen potències de 60-110 m. Se'ls hi atribueixen importants rendiments, amb permeabilitat per fissuració i transmissivitats d'entre 500 i 700 m<sup>2</sup>/d (Berástegui i Martínez, 1986).

#### **3.2.3.2 Dinàmica hidrogeològica**

- Els aquífers al·luvials dels tributaris del riu Ter presenten una direcció de flux vers el nord seguint la vall. Les formacions superficials presenten una piezometria regional única.
- Es desconeix la relació amb els materials eocens o miocens sotjacentes, però atesa la complexitat estructural es considera una limitada continuïtat hidràulica sotmesa a variacions espacials. En aquest sentit, s'han constatat comportaments diferenciats dins dels materials eocènics degut a la individualització en blocs provocada per la tectònica local, bé observant-s'hi casos de connexió hidràulica bé provocant un aïllament dels nivells hidràulics.

- La influència de la heterogeneïtat del medi en la dinàmica hidrogeològica també es fa palesa en les formacions metamòrfiques; les quals presenten rendiments i cabals variables espacialment però més constants en el temps.

### **3.2.4 SECTOR BAIX TER - DARÓ**

#### **3.2.4.1 Formacions hidrogeològiques explotades**

Els materials paleògens, els al·luvials del Ter i del Daró i els dipòsits col·luvials, en menor grau, concentren el potencial hidrogeològic d'aquesta regió. A les formacions neògenes, en canvi, s'ubiquen poques captacions atès que no ofereixen propietats hidràuliques rendibles.

Els majors rendiments en els materials paleògens s'obtenen en les formacions carbonatades i en les zones de fractures importants. No obstant, són notables les diferències espacials de rendiment entre els distints pous situats en materials paleògens. Els pous situats en la Formació Rocacorba són només rendibles si intersecten nivells detrítics tot i que la proximitat a fractures importants pot fer augmentar el seu rendiment.

Els pous superficials del glacis de Fonteta solen presentar forts descensos dels nivells durant l'estiu (d'entre 4 i 5 m) i sovint queden, fins i tot, secs.

En síntesi, les formacions calcàries de l'Eocè són les que ofereixen millors propietats, amb transmissivitats de l'ordre de 500-700 m<sup>2</sup>/dia i permeabilitats d'aproximadament 10 m/d (IGME, 1987). Tanmateix, aquestes poden ésser més elevades en els dipòsits al·luvials d'entre 200-1200 m<sup>2</sup>/d en la formació superficial i d'entre 500-1500 m<sup>2</sup>/d en la profunda. Els cabals poden variar entre 360 m<sup>3</sup>/h pels materials profunds i 40-90 m<sup>3</sup>/h en els superficials. Les elevades explotacions dels materials al·luvials poden suposar però altres problemes com la degradació qualitativa del recurs, la qual es tracta més endavant.

#### **3.2.4.2 Dinàmica hidrogeològica**

- Els principals rius mostren una relació drenant respecte l'aquífer al·luvial superficial, això constata una continuïtat hidràulica entre ambdós. Concretament, l'aquífer al·luvial del riu Daró, juntament amb el glacis de Fonteta, canalitza els aports subterranis cap al nord. A l'aquífer al·luvial de la riera Nova de Peratallada la direcció de flux és vers l'est.

- Els aqüífers superficials i profunds del riu Ter també mostren una superfície piezomètrica regional única; excepte a la zona de Gualta, on se situen importants captacions de subministrament urbà que generen cons de depressió clarament diferenciats a l'aqüífer inferior.
- Les tendències a la zona de Gualta són diferents en funció de la profunditat explotada. El notable con de depressió generat pels pous de la Mancomunitat de Palafrugell (GU4 i GU5) es manifesta en les importants diferències estacionals que mostren els piezòmetres de l'ACA, de més de 10 metres (a la resta de la plana les variacions estacionals són inferiors a 2 metres). També, la progressiva sobreexplotació ha repercutit en la salinització dels nivells aqüífers al·luvials (Montaner et al., 1996).
- La sèrie paleògena presenta importants desplaçaments tectònics que es reflecteixen en una variabilitat notòria de la distribució piezomètrica. Al sector oest, entre Monells i Fonteta, la superfície piezomètrica paleògena sol coincidir amb la dels materials quaternaris presentant però, certes variacions locals situen el nivell hidràulic de les formacions profundes a cotes més elevades. A l'est de Fonteta els materials paleògens mostren, en general, un nivell hidràulic superior al de les formacions al·luvials i col·luvials superficials, havent-se fins i tot inventariat diverses captacions surgents en terrenys eocènics (al tram calcari basal a les proximitats de Palau-Sator i diverses fonts en aquesta àrea, PS40, PS43 i SD5).
- El fet que les captacions profundes de les formacions paleògenes, en general, registrin un nivell hidràulic superior al de les formacions superficials, per exemple, a la zona de Palau-Sator-Gualta (Figura 3.3), suggereix una àrea de recàrrega diferent per les dues formacions. En aquest sentit, es proposa una possible recàrrega per flux vertical ascendent entre les formacions paleògenes del substrat i les al·luvials sobrejacentes.
- A la zona de les Pregavarres els nivells carbonatats més rendibles (Fm. Girona i TCB) se situen a fondàries molt distintes com a resultat de la fragmentació estructural, fet que determina la seva possibilitat d'explotació. Els desplaçaments tectònics de la sèrie estratigràfica permeten cartografiar un conjunt de fractures, les quals influeixen notablement en la hidrogeologia regional i constitueixen vies de circulació subterrània que connecten els distints blocs de formacions aqüíferes que havien quedat aïllats estructuralment.

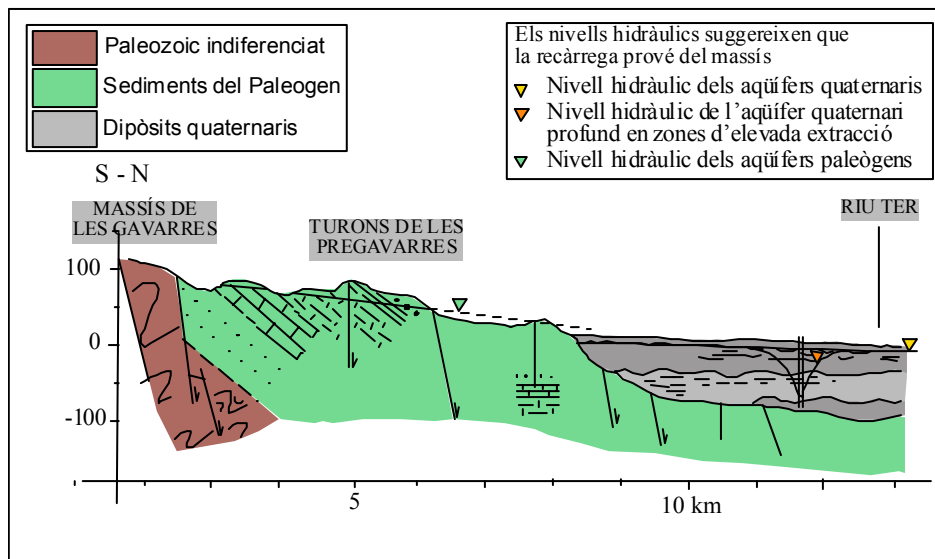


Figura 3.3. Tall interpretatiu de la dinàmica hidrogeològica als aqüífers paleògens de les Pregavarres i els al·luvials del sector del Baix Ter (modificat de Vilanova, 2001).

### 3.3 VARIACIÓ TEMPORAL DEL NIVELL HIDRÀULIC

La observació de la variació dels nivells hídràulics de captacions i piezòmetres permetrà avaluar la dinàmica de flux i la influència antròpica, en el sentit de l'explotació sostenible dels recursos hidrogeològics. També, es pretén estudiar el comportament dels diferents tipus de formacions, els seus potencials i evolucions per analitzar futurs escenaris de gestió.

Es procedeix a continuació, a observar el comportament de les diferents formacions hidrogeològiques al llarg del temps considerant-hi els potencials d'explotació de cadascuna descrits anteriorment.

Per a tal fi, s'han utilitzat les mesures recollides durant les diferents campanyes piezomètriques i les dades registrades dels piezòmetres que l'ACA disposa a de la zona d'estudi. A la Figura 3.4 es presenten els registres de 4 d'aquests piezòmetres (descrits a la Taula 3.2). Són els considerats més representatius pel registre de dades amb el que compten. Poden comparar-se les evolucions amb els registres pluviomètrics anuals de Mas Badia (Figura 3.5). Les Figures 3.6 i 3.7 mostren les evolucions del nivell hídràulic en pous durant el període 1996-2000. No es disposa de dades de piezòmetres a la depressió de la Selva, en conseqüència l'evolució d'aquesta zona s'analitzarà en funció del nivell hídràulic mesurat de les captacions inventariades.

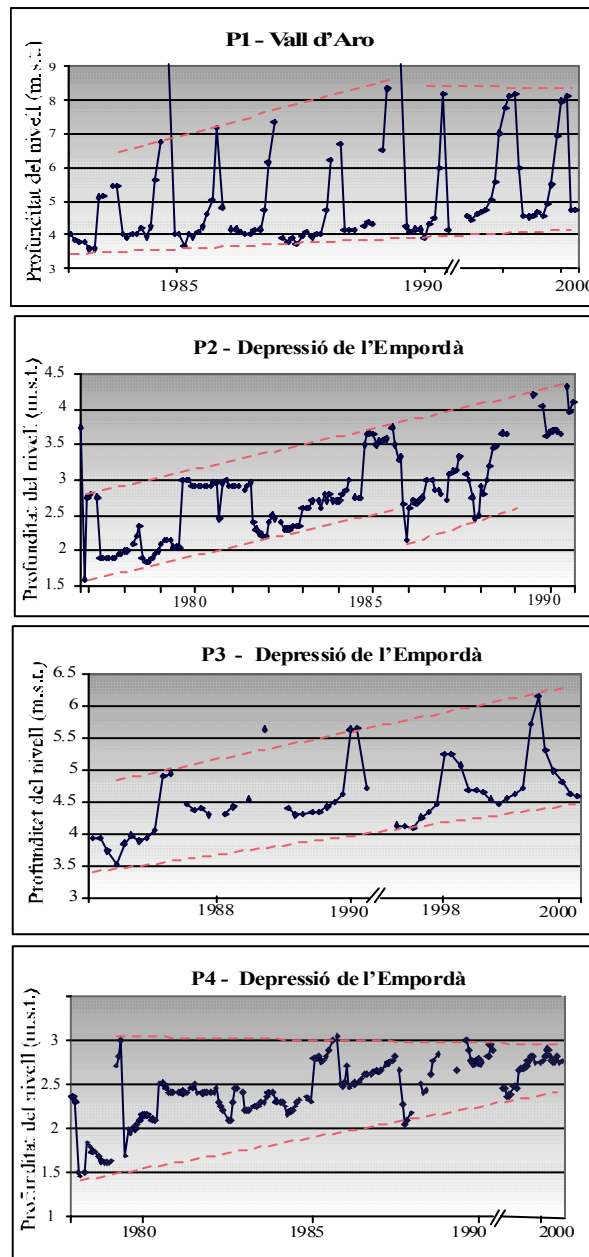


Figura 3.4 Evolució del nivell de diferents piezòmetres, la ubicació dels quals es mostra en la Figura 3.1. Les dades de nivell es presenten en metres respecte la superfície de la terra en aquell punt (m.s.t).

Taula 3.1 Característiques dels piezòmetres utilitzats en l'estudi (Prof: profunditat piezòmetre en metres des de la superfície).

<b>CODI MAPA</b>	<b>CODI ACA</b>	<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>	<b>Z (m)</b>	<b>PROF. (m)</b>	<b>AQUÍFER</b>
P1	S-3-A	498450	4629830	38	12.1	Al·luvial Ridaura
P2	N-43	505600	4655800	14	4.8	Al·luvial superior Ter
P3	S-2	505950	4654370	15	26.3	Al·luvial superior-mig Ter
P4	N-88	507680	4554950	15	3.9	Al·luvial superior Ter

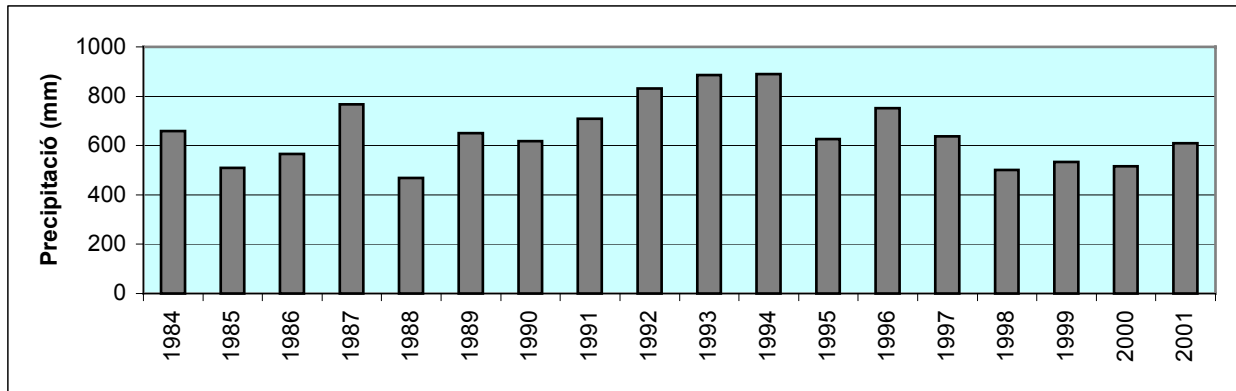


Figura 3.5. Precipitació total anual (mm) a Mas Badia el període 1984-2001 (www.meteocat.es)

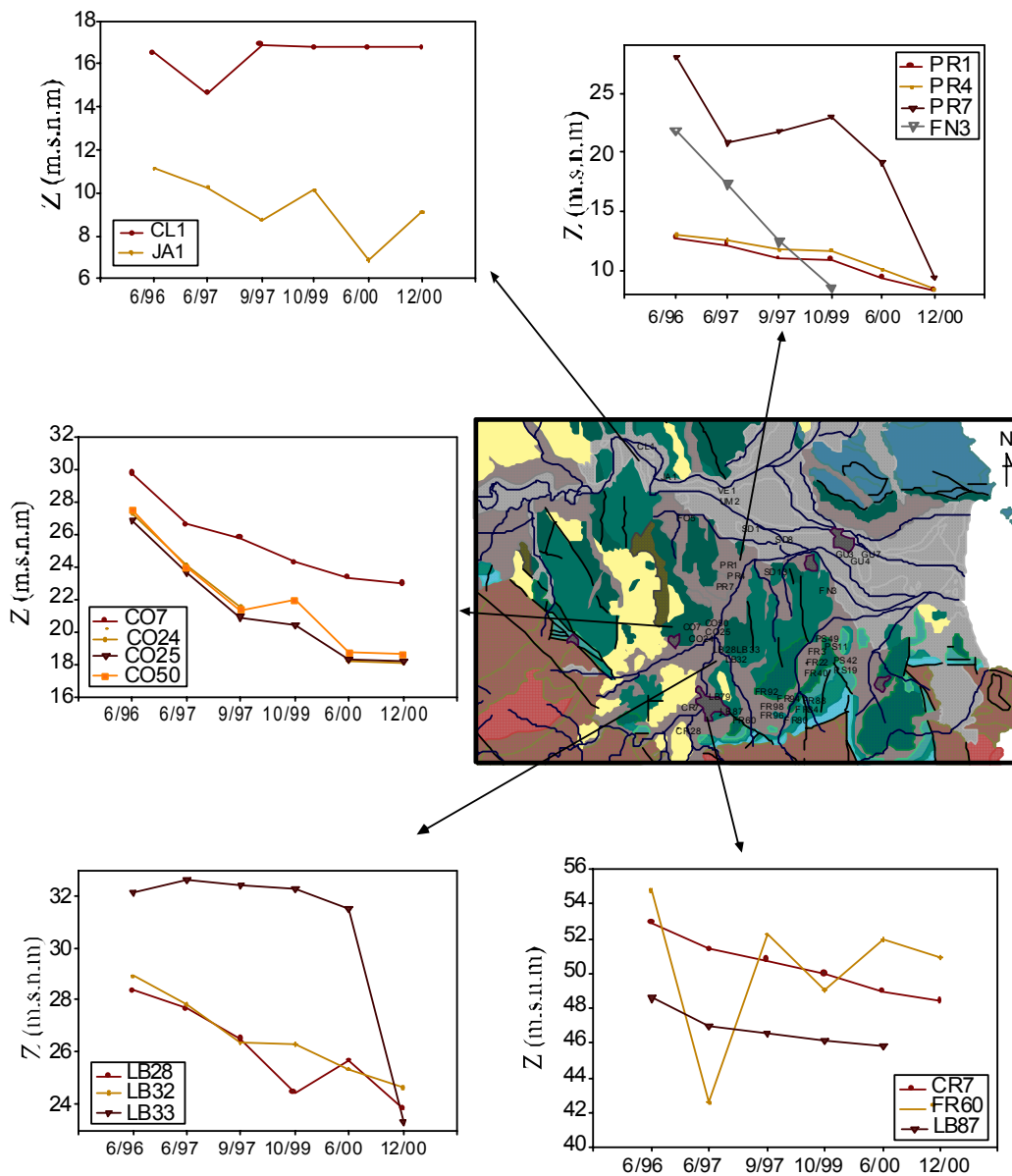


Figura 3.6 Variació del nivell hidràulic en diferents pous del sector del Baix Ter durant el període 1996-2000. Els registres es presenten en metres sobre el nivell del mar.

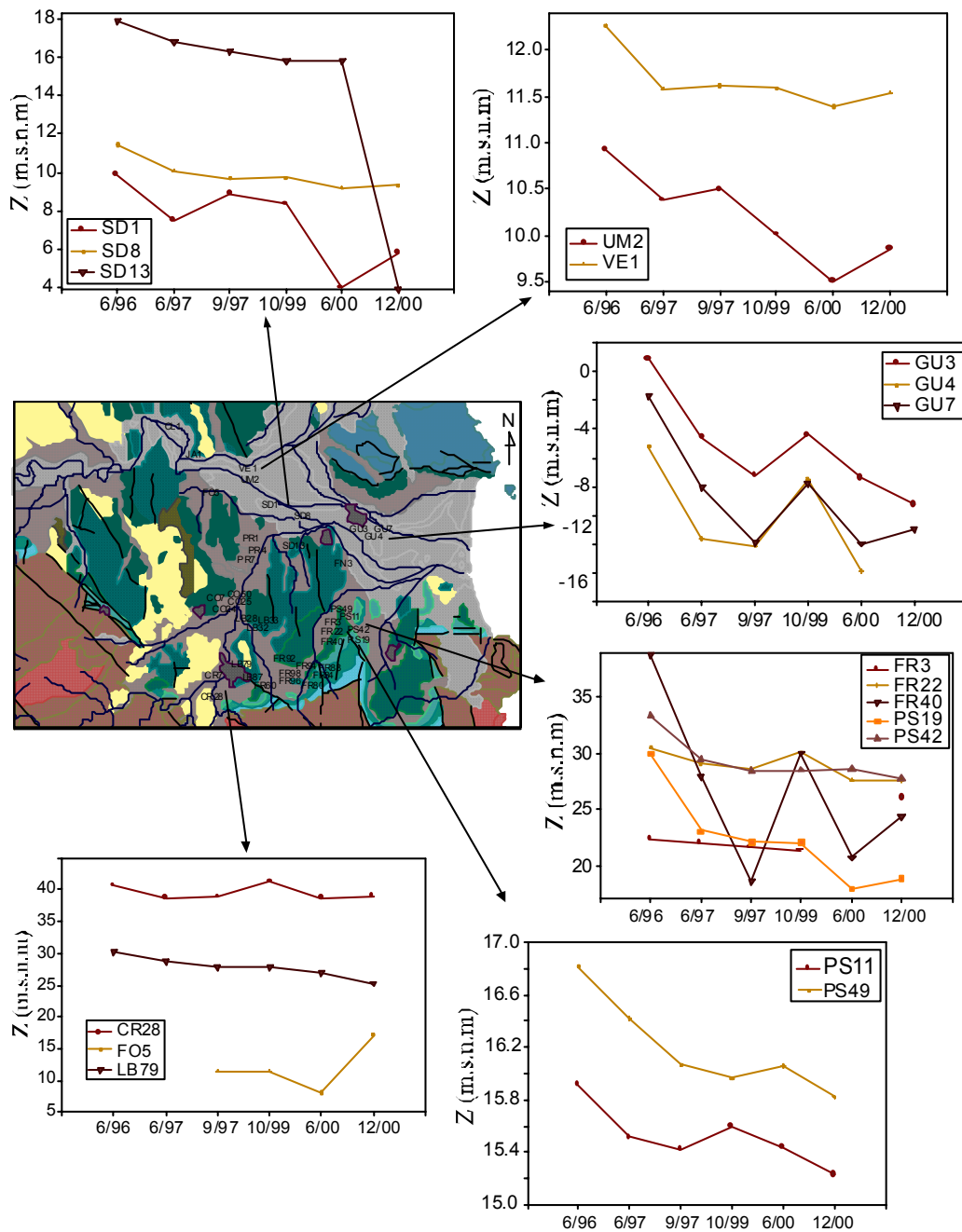


Figura 3.7 Evolució del nivell hidràulic de diferents pous i corresponent ubicació geològica durant el període 1996-2000 (en metres sobre el nivell del mar).

### 3.3.1 REGISTRES DELS PIEZÒMETRES DE L'ACA

Els piezòmetre corresponent de la vall d'Aro (Figura 3.4) s'ubiquen a l'aquífer al·luvial del centre de la vall i en la interpretació cal tenir en compte que les extraccions disminuïren a partir de l'any 1989 quan es començaren a utilitzar les aigües regenerades de la depuradora d'aigües per al reg local. La disminució d'extraccions fou més notable a partir del 1998, a causa de



l'increment en la importació d'aigua del riu Ter per a abastament. Actualment, l'aquífer del Ridaura s'empra principalment, per cobrir les màximes demandes estiuenques provocades pel turisme. Es constata que en els dos darrers anys, notablement secs, si bé el nivell piezomètric no baixa per sota dels mínims registrats en períodes anteriors, la recuperació d'aquests nivells no és suficient per arribar a màxims registrats en períodes anteriors. En síntesi, s'observa una disminució en el valor del màxim nivell piezomètric assolit.

Els piezòmetres de l'ACA ubicats en els dipòsits al·luvials del Ter, a distintes profunditats, mostra progressius descensos. Aquests són menors que els que es registren en captacions (Figures 3.6 i 3.7) però es consideren no comparables atès que les captacions mostren només valors puntuals de la sèrie i es relacionen amb elevades extraccions d'aigua.

S'observa que aquests piezòmetres registren una disminució dels valors màxims i mínims dels nivells piezomètrics. La Figura 3.5 mostra que el període 1998-2000 ha estat notablement sec, no obstant, els piezòmetres ja indiquen la tendència a la disminució amb anterioritat a l'any 1998. Igual que en la Vall d'Aro, es constata que la recuperació dels nivells piezomètrics durant les èpoques de recàrrega disminueix amb els anys. En aquest sentit, les variacions estacionals són molt variables, d'entre 1.5 i 8 metres en funció dels anys.

### 3.3.2 TENDÈNCIES DE LES CAPTACIONS

La zona del Baix Ter és la que compta amb els registres més llargs de nivells piezomètrics de pous. Les Figures 3.6 i 3.7 mostren la disminució general del nivell en la majoria dels pous des de l'any 1996 fins a l'actualitat. Els màxims descensos continuats s'han registrat a les formacions al·luvials del Daró, especialment al tram final on s'observen disminucions d'entre 5 i 9 metres. A l'aquífer de materials al·luvials del Baix Ter també es constaten tendències semblants. L'aquífer mig i profund si bé actualment mostren nivells inferiors a 5 anys enrera, no es poden treure conclusions de la variabilitat registrada doncs són formacions sotmeses a elevats règims d'explotació. En la formació al·luvial superficial, els descensos són més acusats en els pous més propers al riu i solen ser d'entre 2 i 4 metres.

Tanmateix, les captacions ubicades en materials de l'Eocè, malgrat suggerir descensos paral·lels als anteriors, mostren molta variabilitat indicant les possibilitats de recuperació d'aquests materials i una recàrrega més efectiva.

A la depressió de la Selva es coneixen només els nivells hidràulics corresponents al 1999 i al 2000 els quals foren anys de notable sequera. Això fa que, malgrat observar en els nivells piezomètrics una tendència a disminuir, s'evita extreure'n conclusions fins a disposar de més dades. Els descensos més notoris s'atribueixen a les formacions sedimentàries superficials doncs són nombroses les que s'han assecat durant aquest període. No obstant, les majors variacions de nivell (uns 3 metres) s'han detectat en els nivells més profunds de la depressió els quals coincideixen amb les majors cabals extrets suggerint que els majors descensos es poden atribuir a afeccions puntuals de l'aquífer.

En el pous en materials metamòrfics i granítics dels vessants de les Gavarres les variacions són menys acusades. Aquestes captacions són les que han mostrat una major regularitat al llarg de l'època d'estudi, especialment els més somers. La constància dels nivells s'atribueix a la l'heterogeneïtat descrita en aquest medi, la qual els hi configura rendiments menors i alhora individualitza el comportament hidrològic de cada pou.