

## 11.- RESUM I CONCLUSIONS

En la zona de la depressió de la Selva, a l'àrea compresa entre les conques de l'Onyar i la riera de Santa Coloma (568,8 km<sup>2</sup>), s'ha realitzat un estudi de geologia ambiental estructurat en dos parts: l'avaluació dels recursos geològics i l'anàlisi dels riscos geològics. Per a realitzar-lo s'han utilitzat els sistemes d'informació geogràfica (SIG), concretament s'ha treballat amb el programa Arcview 3.2, que permet visualitzar, explorar, consultar i analitzar dades de forma espacial. Aquest processament de les dades en SIG ha sigut fonamental tant pel que fa a la quantificació dels recursos com en l'anàlisi dels riscos.

L'estudi dels **recursos geològics** s'ha centrat en els tres que s'han considerat més importants en aquesta zona. En primer lloc, s'ha estudiat les roques i minerals industrials a partir d'una cartografia litològica prèvia. Posteriorment, s'ha estudiat els recursos hídrics, tant superficials com subterranis. Per últim, s'han contemplat els recursos geoculturals, que corresponen a zones en les que el patrimoni geològic és prou important com per realitzar-hi activitats culturals i/o geoturístiques i que, per tant, són un recurs geològic més del qual se'n pot obtenir un benefici econòmic. A partir de l'estudi d'aquests recursos s'ha arribat a les següents conclusions:

- Les roques ornamentals i de construcció més abundants a la zona són els granits de gra mitjà (13,8 km<sup>2</sup>) i les pissarres i esquists (32,87 km<sup>2</sup>). Ara bé, en ambdós casos l'explotació d'aquests materials és limitada. Per una banda, els granits es situen majoritàriament en una de les zones que s'ha classificat com a recurs geocultural per la qual cosa la seva explotació significaria una degradació d'aquest. Per l'altra, les pissarres i esquists són molt heterogenis, amb un grau d'alteració superficial important i amb plecs a petita escala que fan inviable la seva explotació com a roca ornamental i de construcció.
- No s'ha trobat cap zona on els materials cartografiats siguin aptes (sense cap mena de restricció) per a l'explotació industrial com a roca ornamental i de construcció. Les limitacions més freqüents són les prohibicions sobre el territori (restriccions legals per a la instal·lació d'activitats extractives) o limitacions (destrucció de patrimoni geològic, mala situació geogràfica, o poca quantitat de material disponible).
- La disponibilitat de materials per a la seva utilització com a àrids és molt més important amb una quantitat considerable de materials amb propietats físiques aptes per a la seva explotació. La major quantitat disponible correspon a granits de gra gros i granodiorites alterades a sauló (184,67 km<sup>2</sup>) i a graves i sorres (220,13 km<sup>2</sup>). Malgrat aquestes quantitats disponibles inicialment remarcables hi ha certes limitacions a tenir en compte. En el primer cas, els granits i granodiorites es troben en part a la zona de Santa Coloma de Farners (un dels recursos definits com a geoculturals) i la seva explotació provocaria un important impacte visual. Pel que fa a les graves i sorres, les unitats neogenes (120,65 km<sup>2</sup>) tenen sovint una fracció argilosa

abundant, difícil de separar, que comportaria un procés de rentat complex i, lògicament, l'encariment del producte final.

- Malgrat que en la major part de la zona hi ha materials aptes per a la seva utilització com a àrids, únicament els basalts (9,21 km<sup>2</sup>) i els materials quaternaris al·luvials (99,48 km<sup>2</sup>) no tenen prohibicions administratives per a la seva extracció, existeixen algunes limitacions de caràcter local com és la destrucció de patrimoni, situació dins zones PEIN, afectació del nivell freàtic o pressió urbanística.
- L'explotació actual de roques i minerals industrials es centra bàsicament en l'extracció d'àrids. Hi ha 24 activitats extractives actives i 6 permisos d'extracció. La superfície total ocupada per aquest tipus d'activitat és de 1,84 km<sup>2</sup>, majoritàriament destinats a graveres i sorreres (1,23 km<sup>2</sup>) i extraccions de sauló (0,39 km<sup>2</sup>)
- Pel que fa a les roques ornamentals i de construcció hi ha 4 explotacions actives que extreuen granit i calcàries, amb una superfície total afectada de 0,077 km<sup>2</sup>.
- La circulació hídrica superficial ve marcada per dues conques principals: la riera de Santa Coloma, amb una aportació anual de 7,1 Hm<sup>3</sup>, i el riu Onyar, amb uns aports anuals de 57,4 Hm<sup>3</sup>. Actualment, el cabal circulant és alterat pels aports de les estacions depuradores les quals representen, en el cas de la conca de la riera de Santa Coloma, per l'any 2000, el 40% de l'aigua circulant total.
- La qualitat química de l'aigua superficial és acceptable tot i que s'han analitzat punts amb conductivitats altes (2120  $\mu$ S/cm) i concentracions d'amoni i nitrit considerables (entre 5 mg/l i 8,9 mg/l d'NH<sub>4</sub><sup>+</sup> i entre <0,1 mg/l – 5 mg/l de NO<sub>2</sub><sup>-</sup>).
- Al sud de l'àrea d'estudi hi ha dues zones humides caracteritzades pel seu mal drenatge, que han donat lloc a dos espais naturals d'interès: l'estany de Sils (declarat espai PEIN per la Generalitat de Catalunya) d'uns 7 km<sup>2</sup> d'extensió i situats als municipis de Sils, Maçanet de la Selva i Caldes de Malavella; i els prats de Sant Sebastià, al sud-oest del poble de Caldes, de molt menor extensió (1,5 km<sup>2</sup>).
- Durant la realització d'aquesta tesi s'ha detectat que a la zona dels Prats de Sant Sebastià hi ha unes àrees amb anomalies en la conductivitat del sòl. Després de realitzar un estudi de les característiques geològiques, edafològiques i hidrogeològiques de l'indret, s'ha arribat a la conclusió preliminar que en aquesta zona hi ha una manifestació termal que queda obstruïda per materials neogens llimosos amb nivells sorrencs, de gruix no determinat però d'entre 15 i 20 m, entre els quals l'aigua altament mineralitzada es dispersa provocant l'increment de sals i conductivitat al sòl.
- A partir de l'inventari de 329 punts d'aigua, la cartografia geològica i els sondatges elèctrics verticals realitzats en treballs anteriors, s'ha determinat que a la zona es poden definir cinc aqüífers principals, alguns d'ells amb subsistemes ben diferenciats, que són:
  - Aqüífer Quaternari, format per materials al·luvials quaternaris, majoritàriament sorres i graves. Se'n distingeixen tres subsistemes: l'al·luvial riera de Santa Coloma, l'al·luvial de

l'Onyar i l'al·luvial del Ter. Té poc gruix, oscil·lant d'un màxim de 25 m al Ter al nord de la zona, fins a un mínim de 2 a 7 m en la sèquia de Sils, a la riera de Santa Coloma.

- Aqüífer volcànic explosiu, format per materials piroclàstics procedents de la colada del volcà de la Crosa de Sant Dalmai i amb un gruix aproximat de 10 a 25 m.
  - Aqüífer Mio-pliocè sedimentari, en el qual hi distingim dos subsistemes: sedimentari i volcànic efusiu. El primer està format per conglomerats arcòsics no consolidats d'edats compreses entre el Miocè i Pliocè i té un gruix molt variable de 15 a 180 m o fins i tot més. El subsistema volcànic efusiu és el que queda representat per les colades volcàniques de Maçanet de la Selva i Vidreres i té un gruix màxim de 86 m.
  - Aqüífer granit alterat – sauló, que és el que configura el tram de sauló que sovint es troba entre el sòcol granític i els materials argilosos i sorrencs sedimentaris moderns. El gruix és molt variable i sovint indeterminat però en general varia d'entre 5 a 45 m.
  - Aqüífer Paleozoic – granits de la Selva, caracteritzat per granit paleozoic fracturat, sovint difícil de diferenciar del tram de sauló. Es troba en tota la zona d'estudi però a molt variades profunditats, des de nivells aflorants fins a profunditats de 190 m o més.
- Els nivells piezomètrics estan condicionats per la topografia, que provoca que els nivells més propers a la superfície siguin els de l'aqüífer Quaternari al·luvial i el volcànic explosiu. Les característiques litològiques i tectòniques, per altra banda, condicionen que els altres tres aqüífers tinguin una important variabilitat en el gruix i en la profunditat on que es troben, la qual cosa provoca diferències de fins a 100 m en les cotes on es situa el nivell piezomètric. (taula 11 a).

Aqüífer	Profunditat màxima	Cota màxima	Profunditat mínima	Cota mínima
Quaternari al·luvial	7,4	174,0	1,4	70,5
Volcànic explosiu	7,0	126,5	8,1	126,5
Mio-pliocè	36,19	182,5	0	76,9
Granit alterat – Sauló	24,9	146,7	1,75	43,2
Paleozoic – Granits de la Selva	33,9	150,3	3,9	72

Taula 11 a.- Taula les profunditats i cotes màximes i mínimes dels diferents sistemes aqüífers.

- A partir de les anàlisis químiques realitzades a 111 mostres d'aigua subterrània es poden definir com a magnèsiques i generalment bicarbonatades. Hi ha algun cas particular on les mostres mesurades es poden classificar de mixtes entre bicarbonatades i clorurades i les mostres de l'aqüífer volcànic explosiu es caracteritzen per ser lleugerament sulfatades.
- Les característiques químiques són molt similars en tots els aqüífers. Hi destaca el Paleozoic – Granits de la Selva com a més mineralitzat i els nivells més superficials (al·luvials i Mio-pliocens) en els que s'hi han analitzat més valors alts de nitrats, nitrits i amoni. En tots els aqüífers hi ha nivells alts de magnesi, tot i que els valors més alts són en els sistemes més

profunds, la qual cosa fa pensar que no es tracta de contaminació sinó que està lligat a la mineralogia dels materials (taula 11 b).

AQUÍFER		C,E S/c m	PH	DQO*	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	CO <sub>2</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	CL <sup>-</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	Ca <sup>++</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l
Al.luvial	mín.	207	6,7	0,86	139,08	0	0,5	0,03	0,005	39,8	11,6	19,7	12,8	Inf, 0,3
	màx.	25900	8	8,5	930,71	0	76,8	0,61	3,446	302,9	127,0	151,0	130,7	16,79
Volcànic explosiu	mín.	431	7,1	0,063 1	145,42	0	3,52	0,02	0,005	25,7	10,0	67,7	43,8	Inf, 0,3
	màx.	1363	7,7	10,94	474,07	0	155,8	0,22	0,790	134,0	106,4	144,8	66,1	10,7
Mio-pliocè sedimentari	mín.	518	6,7	0	431	0	0,1	145,4	0	3,5	7,0	19,0	25,7	Inf, 0,3
	màx.	2500	8,3	17,2	456,62	9	442,9	1,06	1,200	725,5	106,4	294,7	249,6	49,05
Mio-pliocè volcànic	mín.	557	6,96	0,625	219,6	0	1	0,01	0,005	47,8	10,0	64,8	19,1	Inf, 0,3
	màx.	976	7,8	3,1	526,43	0	44,54	0,02	0,147	324,8	104,3	123,8	48,6	2,3
Granit alterat - Sauló	mín.	230	6,8	0,375	142,5	0	0,5	0,01	0,005	29,9	27,0	65,6	15,9	Inf, 0,3
	màx.	1767	8,1	8,4	495,32	0	179,1 7	1,20	0,770	535,7	81,0	227	224,9	6,14
Paleozoic - Granits de la Selva	mín.	135,5	6,1	0	75,6	0	1,0	0,01	0,005	29,9	29,8	34,0	9,5	Inf, 0,3
	màx.	1873	8	9,64	1276,7	0	334,8	1,21	4,710	697,3	137,6	416,2	238,4	24,3

\*= Oxidabilitat al permanganat potàssic

Taula 11 b.- Valors màxims i mínims dels paràmetres químics majoritaris. Anàlisis realitzades al laboratori de química analítica de la Universitat de Girona.

- El sistema aquífer Paleozoic – Granits de la Selva té una sèrie de surgències naturals en superfície, algunes de caràcter termal, associades a les importants fractures del sòcol. Les fonts no termals més importants es situen als marges de la depressió, concretament als massissos de les Guilleries i de Gavarres, però les més importants pel que fa al cabal i les característiques mineralògiques són les termals que es troben als termes municipals de Santa Coloma de Farners i Caldes de Malavella.
- Les característiques químiques de les dues surgències termals són molt similars, clarament bicarbonatades sòdiques, tot i que les concentracions absolutes de cadascun dels ions són molt elevades a les de Caldes de Malavella, a on la temperatura és més alta (59 °C). Segons diferents treballs en els que es realitzen anàlisis de triti es demostra un origen meteòric, tot i que amb una antiguitat de com a mínim 4 dècades.
- L'explotació actual dels recursos hídrics subterranis és d'uns 24 Hm<sup>3</sup> anuals, dels quals se'n recuperen 4,32 Hm<sup>3</sup> que són els que tracten les estacions depuradores de la zona. Segons les dades de cabals la circulació superficial és de 65,5 Hm<sup>3</sup> i, tot i que actualment no s'estan explotant els recursos superficials, hi ha 8 petites rescloses en les que s'ha comptabilitzat una reserva de 8,4 Hm<sup>3</sup>. Les entrades per precipitació són d'uns 403,3 Hm<sup>3</sup>.
- Segons el balanç hídric realitzat la diferència entre les entrades per precipitació i les sortides de circulació hídrica superficial i l'explotació de recursos al sistema considerat és de 318,12 Hm<sup>3</sup>. Aquesta xifra correspon a la suma de les sortides no controlades directament: evapotranspiració, fluxes subterranis a altres conques i els consum de diferents propietaris de pous no legalitzats. Segons càlculs empírics l'evapotranspiració real podria ser, en l'opció de valor més gran d'uns 300 Hm<sup>3</sup> (mètode de Coutagne), la qual cosa indicaria que com a mínim

uns 18 Hm<sup>3</sup> surten subterràniament del sistema i/o són extrets de la reserva hídrica superficial o subterrània sense que hi hagi constància a l'administració.

- S'han definit quatre zones com a recurs geocultural:
  - El volcà de la Crosa de Sant Dalmai, una important manifestació de vulcanisme quaternari caracteritzat per dos edificis volcànics: un de principal de grans dimensions i construït per activitat freatomagmàtica i un de secundari, més petit, format per una fase estromboliana terminal.
  - L'estany de Sils, zona constituïda per les restes d'un antic estany endorreic en una àrea topogràficament deprimida respecte el territori circumdant i que actua com a receptor de l'escolament superficial de les diverses rieres que drenen el sector meridional de la plana selvatana.
  - Caldes de Malavella: aigües termals, el Volcà del Camp dels Ninots i Prats de Sant Sebastià. Zona on es pot observar les manifestacions termals típiques del poble, una petita manifestació ígnia de vulcanisme hidrovulcànic i una altra zona endorreica similar a l'anterior però on s'ha definit una nova manifestació termal, anteriorment descrita.
  - Santa Coloma de Farners: aigües termals i itinerari de morfologies granítiques. S'hi poden observar dos fenòmens geològics importants com són les manifestacions termals similars a les anteriors i les diferents formes granítiques situades als sector muntanyós del municipi.
- El volcà de la Crosa caracteritzat per cinc fases d'activitat eruptiva es troba dins un sector profundament humanitzat la qual cosa ha afectat a la conservació de l'indret. Fins a la seva declaració com a PEIN els materials volcànics varen ser explotats per a la construcció i actualment la important activitat agrícola i ramadera ha afectat negativament a les aigües subterrànies disminuint-ne la qualitat.
- Malgrat els impactes rebuts el grau de conservació de l'edifici volcànic de la Crosa és considerable i l'actual estat de protecció en fa viable la seva explotació per activitat lúdiques i culturals. En aquest sentit, actualment hi ha una empresa privada en una casa de colònies pròxima, que hi realitza activitats culturals adreçades a conèixer la geologia i natura de l'entorn. Aquesta empresa però és la única infraestructura disponible actualment per a la programació de visites, no hi ha equipaments municipals, zones d'informació o plafons, tot i que el pla especial aprovat al 1995 definia una estratègia d'ús públic en la que es contemplava aquestes obres. Per últim, destacar que hi ha una agrupació sense ànim de lucre que realitza guiatges gratuïts a escoles.
- A l'Estany de Sils s'hi desenvolupen importants processos sedimentaris relacionats amb materials fluviolacustres pliocenics i quaternaris els qual s'han vist afectats per la tectònica distensiva miocena que dona lloc a la formació d'una fractura que fa que el sòcol granític que a pocs metres es troba a més de 200 m de profunditat a la zona de Sils es troba aflorant. Aquesta especial situació tectònica a facilitat el fenomen de l'endorreisme i el fet que els pous d'aquesta zona s'abasteixin de gairebé tots els sistemes aquífers descrits.

- L'estany de Sils s'ha vist afectat per contaminació d'origen agrícola, ramader, industrial i d'abocament d'aigües residuals. Hi ha hagut i encara hi ha abocament d'aigües residuals i lixiviats sense tractar provinents de petits nuclis, granges i indústries que han provocat contaminació de l'aigua superficial i en alguns casos d'aigua subterrània.
- Tot i ser una zona molt ben comunicada Sils no disposa d'infraestructura per a la realització de visites i no hi ha cap empresa que en faci un ús directe. Malgrat això són freqüents les visites d'escoles de l'entorn immediat sobretot a la tardor i primavera ja que en aquests períodes són abundants les aus migratòries que hi fan estada.
- Caldes de Malavella ha sigut coneguda geològicament des d'antic per les seves surgències termals i les manifestacions de vulcanisme efusiu, però durant la realització d'aquesta tesi es va reinterpretar uns dipòsits piroclàstics definits fins al moment com a sedimentaris, posant de manifest un nou volcà freatomagmàtic a la zona volcànica catalana que es va denominar volcà del Camp dels Ninots. Aquest volcà ha estat fortament erosionat, però es pot reconèixer una depressió envoltada de turons de poca alçada a la qual es troben uns materials argilosos lacustres, amb abundants menilits d'òpal, testimonis d'activat hidrotermal a l'interior del cràter. Durant el treball de camp es van trobar restes de fauna fòssil en un dels marges del cràter (*Bos primigenius*), que van permetre datar el seu rebliment com a Quaternari.
- Hidrogeològicament, el recurs geològic Caldes de Malavella és un dels punts més interessants de la zona ja que permet estudiar els fenòmens termals, tant els tradicionalment coneguts en les múltiples fonts del poble, com la novament descrita als prats de Sant Sebastià. S'hi pot estudiar fenòmens relacionats amb l'endorreisme com en el cas de Sils, però a on a més hi ha unes petites zones de plantes salenques conseqüència de l'elevada mineralització del sòl resultat de la manifestació termal anteriorment comentada.
- Els impactes més importants a la zona de Caldes són els derivats d'abocaments incontrolats els quals, tot i no ser nocius provoquen un impacte visual considerable i la sobreexplotació de l'aigua termal per part de les indústries que la comercialitzen.
- Caldes de Malavella no disposa gairebé d'infraestructures per a la programació de visites tot i també està molt ben comunicada. Actualment no hi ha cap empresa que en faci un ús comercial i únicament una agrupació cultural realitza guiats gratuïts centrats bàsicament en temes arquitectònics i històrics.
- A Santa Coloma és conegut el seu important nombre de fonts, tant d'origen termal com d'aigua freda, a vegades carbòniques, però també és de gran importància el modelatge granític que s'observa a la zona de Guilleries. S'hi poden observar macroformes (moltes d'elles amb llegenda pròpia) i microformes localitzades en roques plutòniques i filonianes, majoritàriament en leucogranits i granodiorites.
- En la zona de Santa Coloma és en la que s'ha constatat una més alta qualitat de l'aigua subterrània, de la qual majoritàriament s'explota l'aqüífer Quaternari al·luvial i el Paleozoic – Granits de la Selva. L'impacte més important a l'espai és l'activitat de diverses explotacions de

roques industrials, sobretot per a la seva utilització com àrid que, tot i que no han provocat cap alteració en el nivell freàtic si que provoquen un considerable impacte visual.

- Tot i estar ben comunicada i ser capital de comarca, Santa Coloma tampoc disposa d'infraestructura per a la programació de visites i no hi ha cap empresa que actualment en faci un ús comercial.

L'anàlisi dels riscos geològics s'ha estructurat segons les categories de riscos naturals, mixtes i induïts i s'ha realitzat a partir de la suma de la informació elaborada en l'estudi dels recursos, la recollida d'informació sobre l'ocurrència d'aquests fenòmens i l'avaluació dels impactes. Concretament, s'ha estudiat detalladament els riscos més importants a la zona, que són: dos d'origen naturals lligats a dinàmica externa (inundació i expansivitat d'argiles), un risc mixt (erosió) i tres induïts (impacte d'activitats extractives, impacte d'activitats agrícoles i ramaderes i abocament de residus urbans i industrials). També s'ha dedicat un apartat al conjunt de riscos que a la zona es consideren menors com són el risc sísmic i volcànic, el de moviments de vessant, l'esgotament de recursos geològics i els canvis dels usos del sòl. Les conclusions més importants a les que s'ha arribat pel que fa als riscos, són les següents:

- La superfície inundable és gran, degut a la seva morfologia plana, però afecta majoritàriament zones de conreu. Girona és l'únic municipi important on es poden produir desbordaments que provoquin danys a infraestructures, immobles i persones. Segons el registre històric i les dades de cabals màxims instantanis del riu Onyar, el cabal mínim necessari per desencadenar una inundació a Girona és de  $500 \text{ m}^3/\text{s}$ , cabal que s'assoleix amb un període de retorn de 25 anys.
- El risc d'expansivitat és baix o molt baix a tota la zona estudiada però s'han cartografiat dues petites zones on afloren argiles expansives, Quart ( $3,21 \text{ km}^2$ ) i Caldes ( $0,18 \text{ km}^2$ ). A més, hi ha una part de Girona (urbanitzacions de Palau i Montilivi) on s'han analitzat mostres amb un grau d'expansivitat alt o molt alt i dues zones més (Maçanet i Riudellots) on també hi ha constància d'argiles expansibles però el nivell argilós és més superficial que l'anterior i poc potent.
- La susceptibilitat morfològica a l'erosió es pot considerar nul·la o molt baixa a tota la part plana de la zona estudiada, on únicament els petits relleus enlairats i les zones elevades dels voltants (Guilleries, Gavarres i Selva Marítima) es pot considerar de moderada a alta.
- La poca superfície dedicada actualment a les activitats extractives fa que l'impacte que produeixen sigui mínim i bàsicament visual, no havent-se afectat el nivell freàtic. En el passat les extraccions de lapil·li de la Crosa van produir un impacte visual important i la gènesi d'un abocador incontrolat que va provocar contaminació orgànica l'aigua subterrània, actualment recuperada.
- En els resultats de les anàlisis d'aigua subterrània s'observa que el major nombre de punts contaminats per nitrats es concentren a les zones on l'ocupació del terreny per activitats agrícoles supera el 40%, essent les zones on hi ha menys del 20% del territori ocupat per conreus les úniques en les que no s'ha detectat contaminació nitrogenada.

- Malgrat que hi ha punts amb concentracions superiors a 50 mg/l de nitrat a tota la zona d'estudi, en els municipis amb més de 10.000 caps de bestiar (Vilobí, Cassà de la Selva i Llagostera) és on se n'hi concentren major quantitat.
- L'impacte més important que està afectant als recursos hídrics és la de les activitat agrícoles i ramaderes. La única zona sense evidències de contaminació nitrogenada és a la conca de la riera de Santa Coloma, coincidint amb les àrees on s'ha determinat menor excedent de nitrogen. Aquest excedent s'ha calculat a partir de les possibles entrades de nitrogen de purins procedents dels caps bestiar i les sortides per absorció de nitrogen dels diferents conreus. Segons aquestes estimacions les zones on l'excedent és superior a 100 kg/ha són a les que es concentren el major nombre de punts amb contaminació nitrogenada, ja sigui per nitrat, nitrit o amoni.
- L'impacte dels residus industrials i urbans afecta fonamentalment a les aigües superficials i subterrànies, tot i que l'impacte visual d'abocaments incontrolats és considerable. La contaminació per residus urbans i industrial ha afectat bàsicament a les aigües superficials, sobretot a la conca de la riera de Santa Coloma on la mala gestió de dues urbanitzacions i abocament intermitents d'efluents industrials han contaminat la sèquia de Sils, afluent d'aquesta riera, i que afecta directament al recurs geocultural estany de Sils. També s'ha detectat alguns punts d'aigua subterrània amb elevada conductivitat que podria ser conseqüència d'una mala gestió dels residus urbans.
- S'ha detectat uns valors elevats de magnesi, ferro i fluor. Per la seva situació lluny de qualsevol focus contaminant i la seva distribució geogràfica, aquestes concentracions anòmales semblen estar lligades clarament a la mineralogia dels materials i per tant es tracta de contaminació natural.
- En alguns punts de Caldes de Malavella s'han trobat concentracions altes de seleni i bari. L'origen és natural ja que en aquesta zona són abundants les mineralitzacions de baritina ( $Ba_2SO_4$ ) que es dissolen en l'aigua. Cal tenir en compte que en condicions termals el sofre és intercanviat per seleni.
- A tota la zona d'estudi el risc sísmic és baix, amb terratrèmols de magnitud 4 com a més alta, mentre que el risc volcànic es pot considerar pràcticament nul.
- Com a conseqüència de la morfologia plana de la major part de l'àrea estudiada, es pot considerar que el risc de moviments de vessant és molt baix i es concentra únicament a les zones amb argiles expansives i en l'obertura de talussos en la construcció de noves carreteres.
- L'explotació més important és la que té lloc als recursos hídrics, sobretot en les activitats agrícoles i ramaderes que consumeixen el 70% del total d'aigua subterrània explotada. A més, les surgències termals han sofert una explotació continuada durant l'últim segle que s'ha incrementat considerablement en les últimes quatre dècades, la qual cosa ha provocat un descens del cabal de surgència que podria arribar a ser de 3,55 l/s i una baixada de la temperatura, tot i que no ha generat cap canvi en la mineralogia de l'aigua.



- Els impactes més grans de canvis d'usos del sòl han estat la creació de polígons industrials, zones residencials, la creació d'un camp de golf de gran superfície a Caldes i la construcció o ampliació de vies de comunicació. Els que més han afectat als recursos són les noves zones residencials, sovint sense connexió a la xarxa de clavegueram. Els pocs anys de funcionament del camp de golf fa difícil determinar si provocarà impacte a l'aigua, tot i que dels controls realitzats se n'extreu que no està afectant a la quantitat d'aigua disponible ja que reutilitzen aigua de depuradora, però que aquest fet pot provocar afectació a la qualitat de l'aigua de xarxa hídrica superficial. Les carreteres actuals no han provocat cap impacte important, tret del visual, però la nova construcció de la línia del TGV i l'ampliació de la N-II poden afectar a la vall de Sant Daniel i als recursos geoculturals de Sils i de Caldes de Malavella.



## 12.- BIBLIOGRAFIA

Alberch, R., Freixes, P., Massanas E. & Miró J. (1982) *Girona: rius, ponts i aiguats*. Ajuntament de Girona.

Albert, J.F. & Corominas, J. (1980). *Estudio geotérmico de la depresión de la Selva*. ITME-Compañia General de Sondeos. Inèdit.

Albert, J.F. (1980). *Estudio geotérmico preliminar de Cataluña*. Tesi doctoral. Universitat de Barcelona. Secretariado de publicaciones intercambio científico y extensión universitaria.

Albert, J.F., Corominas, J. & París, C. (1979). El estudio hidrogeológico de los manantiales y su aplicación geológica; caso de las aguas termales, carbónicas y sulfhídricas de Cataluña. *Acta Geológica Hispánica* (Homenatge a Lluís Solé i Sabarís), 14: 391-394.

Ayala, F.X (1987). *Introducción a los riesgos geológicos*. Dins *Riesgos Geológicos*. ITGE. pàg. 3-19.

Ayala, F.X. (1975). Las arcillas expansivas y el carst, dos problemas geotécnicos. *Revista española de geología y minería (tecniterrae)*. Año II, 7: 26-30.

Barnolas, A & García-Sansegundo, J. (1992). Caracterización estratigráfica y estructural del Paleozoico de Les Gavarres (cadenas Costero Catalanas, NE de España). *Bol. Geol y Minero*, 103(1): 94-108.

Barnolas, A., García Velez, A. & Sourier, J. (1980). Sobre la presencia del Caradoc en Les Gavarres. *Acta Geológica Hispánica*, 15(1): 1-13.

Bataller, J.R. (1933). *Condiciones geológicas de las aguas minerales de Cataluña*. Laboratorio de Geología del Seminario de Barcelona, Publ. núm. 8, Barcelona, 90 pàg.

Bayés, A. & Ortega, I. (1988). *Estudi de les fonts de Santa Coloma de Farners*. Inèdit.

Bennett, M.R.; Doyle, P. (1997) *Environmental Geology. Geology and the Human Environment*. John Wiley & Sons. Chichester.

Busquets, O. (1994). *Estudi dels afloraments vulcano-sedimentaris de l'àrea de Maçanet de la Selva (Girona)*. Tesi de llicenciatura, Universitat Autònoma de Barcelona. Inèdit.

Camarasa, M., Bescós, A. & Sancho, J.(1998). Evaluación del riesgo de erosión en relación con la dinámica del suelo a partir de sistemas de información geográfica. *Investigaciones recientes de la Geomorfología española*. Barcelona, pàg. 579-592.

Canter, L.W. (1997) Nitrates in groundwater. Lewis publishers. USA, 263 p.

Chia, M. (1879). Nuevos hallazgos en Caldas y Serinyà. *Revista de Gerona*.

Clotet, M.T., Pallí, L. & Roqué, C. (1999). *Les fonts de les Gavarres*. Col·lecció Dialogant amb les pedres, núm. 7. Àrea de Geodinàmica de la Universitat de Girona.

Comisión Interministerial de Planificación Hidrológica (1980). *Plan hidrológico Nacional. Grupo de trabajo regional de Pirineo Oriental. AVANCE/80*. Inèdit.

Compañía General de Sondeos, S.A (1979). *Estudio geotérmico preliminar de la depresión de la Selva (Gerona). Informe geoquímico*. Tomo I-Memoria y anexos. Inèdit.

De Villota, I., Goy, J.L., Zazo, C., Barrera, I. & de Bustamante, I. (1996). Aspectos metodológicos sobre la cartografía ambiental. Asentamientos urbanos en la Vall de Gallinera, Alicante. *Geogaceta*, 20(5): 1131-1134.

D.G.O.H. (1971). *Estudio de los recursos hidráulicos totales del Pirineo Oriental, zona norte*. M.O.P. Dirección General de Obras Públicas.

Direcció General de Patrimoni Natural (Generalitat de Catalunya) (1995). *Pla especial de protecció del medi natural, del paisatge del Volcà de la Crosa*. Inèdit

Direcció General de Patrimoni Natural i del Medi Físic (Generalitat de Catalunya) (1998). *Pla especial de protecció del medi natural i del paisatge de l'Estany de Sils, la Riera de Santa Coloma i els Turons de Maçanet*. Inèdit

Donville, B. (1973a). Géologie Néogène et Âges des eruptions volcaniques de la Catalogne orientale. Tesi doctoral, Universitat Paul Sabatier- Tolosa. Inèdit.

Donville, B. (1973b). Âges potassium-argon des roches volcaniques de la dépression de La Selva (Nord-Est de l'Espagne). *C. R. Acad. Sc. Paris*, 2777: 1-4.

Donville, B. (1976). *Géologie néogène de la Catalogne orientale*. Bulletin du BRGM 2, IV: 177-210

Duran, H. (1985): *El paleozoico de Les Guilleries*. Tesi doctoral. UAB. Inèdit.

Duran, H., Gil Ibarguchi, J.I., Julivert, M. & Ubach, (1984). *Early paleozoic acid volcanism in the Catalanian Coast Ranges (Northwestern Mediterranean)*. Sassi & Julivert, IGCP N° 5, *Newsletter*, 6: 33-43

Duran, J.J., Brusi, D., Pallí, L., López, J., Palacio, J. & Vallejo, M. (1998). *Geología Ecológica, Geodiversidad, Geoconservación y Patrimonio Geológico: la Declaración de Girona*. Dins: Duran JJ. & Vallejo M (ed.): Comunicaciones de la IV Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico.

Elízaga, E. (1988). *Georecursos culturales*. ITGE.

Faura i Sans, M. (1923). *Explicació del full n°24, Sant Feliu de Guíxols*. Escala 1:100.000.

Felipó, T. & Garau, M.A. (1987). La contaminació del sòl. Procés de degradació del medi edàfic i de l'entorn. *Quaderns d'ecologia aplicada*. Diputació de Barcelona. Servei de Medi Ambient.

Ferrer, J. (1971). *El Paleoceno y Eoceno del borde sur-oriental de la Depresión del Ebro*. Mem. Suisses de Paléontologie, 90.

Ferrer, M. (1987) Deslizamientos, Flujos y avalanchas. Dins *Riesgos Geológicos*. ITGE. pàg. 175-191.

Font i Sagué, N. (1903). Origen geológico de los manantiales termomedicinales de Caldas de Malavella (prov. de Gerona). *Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, III.

Font Pagés, A. (1980). Estudio de los manantiales ferruginosos de las Gavarres. *Analectas Farmacéutico Gerundenses*. Tom. IX, X, XI.

Font, M., Gomà, F. & Romans, J. (1987). *Estudi sobre els àrids de Girona*. Laboratori d'Assaigs del Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Girona, 85 pàg.

Foster, S.S.D. (1987) Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy. Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants. *TNO Committee on Hydrological Research Information N° 38*, Ed. by W. van Duijvenbooden and H.G. van Waegenigh, The Hague: 69-86.

Frances, E., Cendrero, A. & Morey, M. (1989). Un modelo de evaluación del Territorio para la planificación, con base geomorfológica, aplicado a la vertiente cantábrica. *Cuaternario y Geomorfología*, 3 (1-4): 106-115.

Freeze, R.A. & Cherry, J.A. (1979). *Groundwater*. Prentice Hall, Englewood Cliffs.

Frias, R. (1975). *Hidrogeologia de la fosa de Llagostera*. Inèdit.

Frias, R. (1987). *Estudio Hidrogeológico para determinar las posibilidades de Explotación de acuíferos profundos en el curso medio de la Riera Verneda en el curso medio de la riera Verneda en Cassa de la Selva*. Inèdit.

Gelabert, J. (1904). *Los volcanes extinguidos de la provincia de Gerona*. Octavio Viader, impresor.

Gómez Orea, D. (1994) *Ordenación del territorio. Una aproximación desde el medio físico*. ITGE. Ed. Agrícola Española, S.A. Madrid.

Guardia, P. (1964). *Contribution à l'étude des volcans de la Province de Gerone et du paléomagnétisme de leurs coulées*. Mém. du Diplôme d'Études Supérieures. Universitat de París, 56 pàg. Inèdita.

Guell & Sorribas (1991). *El risc d'inundacions a Catalunya*. El cas de la ciutat de Girona. Rev. Catalana de Geografia, 16: 5-21

ICONA (1982). *Paisajes erosivos en el sureste español. Ensayo de la metodología para el estudio de su cualificación y cuantificación*. M.A.P Proyecto LUCDEME. Monografía ICONA, nº26. Madrid.

IGME (1953). *Mapa geológico de España escala 1: 50.000 . Explicación de la hoja nº 366 San Feliu de Guíxols (Gerona)*.

IGME (1983a). *Mapa geológico de España escala 1: 50.000 . Explicación de la hoja nº 365 Blanes*.

IGME (1983b). *Mapa geológico de España escala 1: 50.000 . Explicación de la hoja nº 333 Santa Coloma de Farners*.

ITGE (1986). *Análisis de las posibilidades de granitos (s.l.) ornamentales de Cataluña*. Inèdit.

- Keeney, D.R. (1986) Sources of Nitrate to Ground Water. *CRC Critical Reviews in Environmental Control*, vol. 16, No. 3, pp. 257-304.
- LA BOLA (2001). *Auditoria ambiental i pla d'acció local per a la sostenibilitat de Cassà de la Selva*. Document provisional.
- Linares, R., Pallí, L., Capellà, I., Roqué, C. & Brusi, D. (1999). Les argiles expansibles. Anàlisi d'un problema geotècnic i primeres dades de l'abast del fenomen a les comarques gironines. *La Punxa*, 28: 32-41.
- Linares, R., Roqué, C., Pallí, L. & Brusi, D. (en premsa). *Les aigües minerals de Catalunya, sector Girona*.
- Llopis, N. (1943a). *Estudio hidrotectónico del valle de Caldas de Malavella*. Barcelona, 20 pàg.
- Llopis, N. (1943b). *Estudio hidrogeológico de los alrededores de Caldas de Malavella (Gerona)*.
- Llopis, N. (1951). Estudio hidrotectónico de los alrededores de Caldas de Malavella. *Speleon II* (2-3): 103-164.
- Mallarach, J. & Martí, J. (1987). *El risc volcànic a la Garrotxa. Primeres aportacions*. Dins La Recerca Científica al Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa 1982-1992. Generalitat de Catalunya, departament de Medi Ambient.
- Marcet Riba, J. & Solé Sabaris, L. (1949). *Mapa geológico de España, hoja núm. 334 "Gerona"*. IGME, Madrid.
- Marcet Riba, J. (1947). Rocas eruptivas de las Gabarras y de la zona adyacente de la Costa Brava Catalana. *Trab. Mus. C. Nat. Barcelona*, 1(1): 3-70.
- Martí, J., Ortiz, R., Claudin, F. & Mallarach, J. (1981). Resum resultats projecte 449- CAICYT.
- Martí, J., Ortiz, R., Claudin, F. & Mallarach, J. (1986). Mecanismos eruptivos del volcán de la closa de San Dalmai (Girona). *Anales de Física*. Serie B, número especial.
- Mas, J., Trilla, J. & Pallí, L. (1985). Imposicions estructurals en el drenatge de la conca del riu Onyar (Girona). *Scientia Gerundensis*.
- Mas, J., Trilla, J. & Pallí, L. (1986). Aportació al coneixement de la dinàmica fluvial de la conca del riu Onyar (Girona). *Scientia Gerundensis*.

Mas, J. (1986). *Aspectes geodinàmics de les avingudes en la conca del riu Onyar (Girona)*. Tesi de Llicenciatura, UAB. Inèdit.

Mcneill, J.D. (1979). *Operating Manual for EM-31 Non-contacting Terrain Conductivity Meter*. Geonics Limited, Canadà. 42 pàg.

Mcneill, J.D. (1980a). *Electrical Conductivity of Soils and Rocks*. Technical Note TN 5, Geonics Limited, Canadà. 21 pàg.

Mcneill, J.D. (1980b). *Electromagnetic Terrain Conductivity Measurement at Low Induction Numbers*. Technical Note TN-6, Geonics Limited, Canadà. 21 pàg.

Mercadal, G. (2000). *Estudi geobotànic dels prats de Sant Sebastià (Caldes de Malavella)*. Memòria de Recerca, UdG. inèdit.

Ministerio de Fomento. Secretaria de Estado de Infraestructuras y Transportes. Dirección General de Carreteras.(1997). *Duplicación de calzada N-III pk682000 al pk 709600. Tramo Tordera-Fornells. Estudio de Impacto Ambiental*. Inèdit.

Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU) (1971). *Estudio de la problemática general de desagüe de los cauces en la ciudad de Gerona*. Dirección General de Obras Hidráulicas.

Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (MOPTM) (1996). *El patrimonio geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*. Centro de publicaciones, Secretaria General Técnica. Madrid.

Morgan (1992). *Conceptos y problemas de la erosión del suelo*. Curso de erosión del CSIC. Madrid.

Navidad, M. & Barnolas, A. (1991). El magmatismo (ortoneises y vulcanismo del Ordovícico superior) del paleozoico de los Catalánides. *Bol. Geol. y Min.*, 102 (2): 187-202.

Oteo,C., Salinas, j. L. & Ferrer, M. (1987) *Metodologia del Mapa Previsor de Riesgos por Expansividad de Arcillas de España a escala 1:1.000.000* CEDEX, Ingeniería Civil, nº61, pp. 37-43. Madrid



Palacio, J., Cendrero, A. & Águeda, J. (1998). *El patrimonio geológico: concepto y significación*. Dins: Duran, JJ. & Vallejo, M. (ed.): Comunicaciones de la IV Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico. 49-59. Sociedad Geológica de España.

Pallí, L. & Frias R. (1978). Presencia del Paleogeno bajo los sedimentos neogénicos de Vilablareix (Girona). *Anales de la sección de Ciencias del Colegio Universitario de Girona*. III (3).

Pallí, L. (1972). *Estratigrafía del Paleógeno del Empordá y zonas limítrofes*. Tesi doctoral, UAB.

Pallí, L. (1976). Morfolitología de las terrazas del Ter en Girona. *Anales Sección Ciencias del Colegio Universitario de Gerona*, 1.

Pallí, L. (1982). *Mapa geològic de Girona*. Escala 1:20.000. Col. Universitari de Girona.

Pallí, L., & Trilla. (1982). *Mapa geològic de Cassà de la Selva*. Escala 1:18.000. Dept. Geodinàmica Externa i Hidrogeologia UAB i Dep. de Geologia del Col·legi Universitari de Girona.

Pallí, L., Roqué C & Capellà, I. (1993). *Mapa geològic de Santa Coloma de Farners*. Escala 1:10.000. Unitat de Geologia de la Universitat de Girona.

Pallí, L., Roqué, C. & Pujadas, A. (1998). *La crosa de Sant Dalmai: un ejemplo del Patrimonio Geológico de Girona*. Dins: Duran, JJ. & Vallejo, M. (ed.): Comunicaciones de la IV Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico.

Pallí, L., Trilla, J. & Estalrich, J. (1983). *Mapa geològic de Maçanet de la Selva*. Escala 1: 15.000. Dep. de Geologia del Col·legi Universitari de Girona.

Pallí, L., Trilla, J. & Estalrich, J. (1983). *Mapa morfològic de la Depressió de la Selva*. Dept. Geodinàmica Externa i Hidrogeologia UAB i Dep. de Geologia del Col·legi Universitari de Girona.

Pallí, L. & Roqué, C. (1996). El vulcanisme de les comarques gironines-II (Gironès). Escala 1:50.000. Universitat de Girona.

París, C. & Albert, J.F. (1976). Sobre la génesis de las aguas carbónicas de la Provincia de Gerona. *Acta Geológica Hispánica* XI (5): 124-128.

Pla Dalmau, J. (1981). Las aguas termales y mineromedicinales de Caldas de Malavella. *Analectas Farmacéutico Gerundenses*.

Poch, M. (1999). *Les qualitats de l'aigua*. Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya.

- Pons, E., Vila, M. & Sanchiz, N. (1985). El conjunt cavernícola de Sant Salvador, Santa Coloma de Farners. *Cypsel* V: 59-70.
- Pous J., Solé Sagrañes, L. & Badiella, P. (1990). Estudio geoelectrico de la depresión de la Selva (Girona). *Acta Geológica Hispánica*, 25 (4): 26-269.
- Prats, I. (coord) (1995). *Manual de gestió dels purins i de la seva reutilització agrícola*. Departament de Medi Ambient, Junta de Residus i Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca Generalitat de Catalunya.
- Prohidro (1971). *Estudio de los recursos hidráulicos subterráneos de la cuenca del Oñar entre Riudellots y Fornells de la Selva para el abastecimiento de aguas a POLINGESA (Polígonos industriales de Gerona, S.A.)*. Informe inèdit.
- Pujadas, A. & Pallí, L. (1999). *Fosa de Olot*. Dins: Pallí, L. & Roqué, C. (ed.): *Avances en el estudio del Cuaternario Español*. 346-355. AEQUA-UdG, Girona.
- Pujadas, A. (1999). *Caracterització i datació dels volcans de la Vall de Llémna i de la Crosa de Sant Dalmaí*. Inèdit.
- Pujadas, A., Pallí L., Roqué, C. & Brusi, D. (2000). *El vulcanisme de la Selva*. Col·lecció Dialogant amb les pedres, núm. 8. Àrea de Geodinàmica de la Universitat de Girona. 52 pàg.
- Pujadas, A., Pallí L., Brusi, D. & Roqué, C. (1997). El vulcanisme de la vall de Llémna. Col·lecció Dialogant amb les pedres, núm. 5. Àrea de Geodinàmica de la Universitat de Girona. 52 pàg.
- Redondo, R. & Yélamos, J.L. (2000). Hidrogeoquímica convencional e isotópica de las aguas carbónicas de Cataluña. *Geogaceta*, 28: 121-124.
- Roqué, C. & Pallí, L. (1994a). *Geologia del Massís de les Gavarres*. *Estudis del Baix Empordà*, 13: 5-98.
- Roqué, C. & Pallí, L. (1994b). *Mapa morfològic de Santa Coloma de Farners*. Escala 1:10.000 Universitat de Girona.
- Roqué, C. & Pallí, L. (1998). Geologia de l'Ardenya i formes granítiques associades. *Estudis del Baix Empordà*, 17: 5-42.

- Roqué, C. (1993). *Litomorfològia dels massissos de les Gavarres i de Begur*. Tesi doctoral, UAB. Inèdita.
- Roqué, C., Pallí, L. & Capellà, I. (1994). *El modelat granític del terme municipal de Santa Coloma de Farners*. Col·lecció Dialogant amb les pedres, núm 2. Àrea de Geodinàmica de la Universitat de Girona.
- Ros, F.X. (1997). *Model hidrològic del Riu Onyar*. Tesi doctoral, UAB. Inèdit.
- Roselló, B. & Hidalgo, J.J. (1978). *Fertilización nitrogenada del "Lolium multiflorum" var. "Westerwoldicum"*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Ministerio de Agricultura.
- Rowe, (1977) tema 10 FALTA (la té en Carles)
- Salinas, J.L. (1987). *Riesgos ligados a arcillas expansivas*. Dins: *Riesgos Geológicos*. ITGE. 295-304.
- Servei Geològic de Catalunya (2000). *Mapa geològic de Catalunya*. Escala 1:25.000, full 335-1-1 (79-25) Palafrugell.
- Smith, M.R. & Collins, L. (ed) (1994). *Áridos. Áridos naturales y de machaqueo para la construcción*. The Geological Society - ICOG, Publicación Especial nº 9 sobre Ingeniería Geológica, 435 pàg.
- Sogo, Frias & Aguilera (1972). *Estudio hidrogeológico para Polingesa (Riudellots de la Selva, Gerona)*. Informe tècnic particular. Inèdit.
- Solé Sabarís, L. & Llopis Lladó, N. (1939). *Terminación septentrional de la Cordillera Costera Catalana. Asociación para el estudio geológico del mediterráneo occidental*.
- Solé Sabarís, L. (1948). *Observaciones sobre el Plioceno de la comarca de la Selva (Gerona)*.
- Solé Sabarís, L. (1946). *Características hidrogeológicas de los manantiales carbónicos de Gerona llamados "Fonts Picants"*. *Anales del Instituto de Estudios Gerundenses*.
- Solé Sabarís, L. (1962). *Observaciones sobre la edad del vulcanismo gerundense*. *Mem. de la Real Acad. de las Ciencias y Artes*.
- Thompson, L.M. & Troeh, F.R. (1988). *Los suelos y su fertilidad*. Editorial Reverté, S.A.

Trilla, J. & Pallí, L. (1977). *Vulnerabilidad a la polución como temática hidrogeológica. Aplicación en una zona de los alrededores de Gerona*. Cámara Oficial de Comercio e Industria de Gerona.

Val, J. (1987). *Factores que controlan los procesos de erosión-sedimentación*. Dins: *Riesgos Geológicos*. ITGE. 153-161.

Vehí, M., Brusi, D., Pallí, L. & Roqué, C. (1996). *Cartografia temàtica de les terres gironines. 9. Hidrografia*. Escala 1:250.000. Universitat de Girona.

Vehí, M., Pujadas, A., Roqué, C. & Pallí, L. (1999). Un edifici volcànic inèdit a Caldes de Malavella (La Selva, Girona): el Volcà del Camp dels Ninots. *Quaderns de la Selva*, 11. Centre d'Estudis Selvatans.

Vidal, L.M. (1882). *Estudio geológico de la estación termal de Caldas de Malavella*. *Bol. del Mapa Geol.*

Vidal, L.M. (1886). *Reseña geológica y minera de la provincia de Gerona*. *Bol. Com. Map. Geol. de España*, 13: 209-380.

Villalta, J.F. & Pallí, L. (1973). Presencia del Mioceno continental bajo el cauce del río Onyar en Gerona. *Acta Geológica Hispánica*. Instituto Nacional de Geología, C.S.I.C. (España).

Viñals, E. (1968). *Investigación de Aguas subterráneas en la finca de "Manso Barceló" en Vilobí de Oñar (Gerona)*. Inèdit.

Viñals, E. (1979) *Hidrogeologia de la depressió tectónica pliocena de la Selva (Gerona)*. Treball del Curso Internacional de hidrologia subterrànea. Inèdit.

Wohletz, K.H. & Sheridan, M.F. (1983). Hydrovolcanic explosions II: Evolution of basaltic tuff rings and cones. *American Journal of Science*, 283: 385-413.

Wohletz, K.H. (1983) Mechanism of hydrovolcanic pyroclast formation: Grainsize, scanning electron microscopy and experimental studies. *Jour. Volcanol. Geotherm. Res.*, p. 17, 31-64