

ESTUDI HIDROGEOLÒGIC DEL TERME MUNICIPAL DE MONTBRIÓ DEL CAMP (BAIX CAMP, TARRAGONA)

Desembre 2007

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	3
1.1. Situació geogràfica	3
1.2. Situació geològica regional.....	5
1.3. Objectius del present estudi	8
2. INVENTARI DE PUNTS D'AIGUA	9
3. EVOLUCIÓ PIEZOMÈTRICA	10
3.1. Piezometria actual.....	10
3.2. Evolució piezomètrica.....	12
4. PARÀMETRES HIDRÀULICS	14
5. HIDROQUÍMICA	15
5.1. Caracterització química de les aigües	16
5.2. Conclusions hidrogeoquímiques.....	16
6. GEOFÍSICA DE SUPERFÍCIE	17
7. BALANÇ HÍDRIC I MODEL CONCEPTUAL	19
7.1. Balanç hidrometeorològic.....	19
7.2. Recurs per oscil·lació piezomètrica.....	20
8. CONCLUSIONS I RECOMANACIONS	22
9. BIBLIOGRAFIA	23
10. ANNEXES	24
10.1. Inventari de punts d'aigua.....	25
10.2. Demanda y consums d'aigua. Balanç hídric.....	28
10.3. Estudi de les oscil·lacions piezomètriques.....	31
10.4. Hidrogeoquímica.....	33
10.5. Valoració econòmica de la proposta.....	38
10.6. Estudi geofísic.....	40

Índex de figures

Figura 1.1. Situació de la zona d'estudi.....	4
Figura 1.2. Situació geològica.....	6
Figura 1.3. Tall geològic.....	7
Figura 3.1. Piezometria de l'aquífer de ventalls al·luvials (2007).....	11
Figura 3.3. Piezometria de l'aquífer dels ventalls al·luvials (Agència, 1999).....	13
Figura 6.1. Esquema del model conceptual.....	20
Figura 10.1.1. Inventari.....	26
Figura 10.4.1. Diagrama Piper.....	35
Figura 10.4.2. Diagrama Scholler-Berkaloff.....	36
Figura 10.4.3. Mapa de diagrames d'Stiff modificat.....	37

Índex de Taules

Taula 2.1. Resum de punts d'aigua emprats en aquest estudi.....	9
Taula 5.1. Rang de les dades analitzades.....	16
Taula 5.2. Paràmetres mesurats al camp.....	16
Taula 10.1.1. Inventari.....	27
Taula 10.2.1. Infiltració per precipitació.....	29
Taula 10.4.1. Anàlisis químics i relacions iòniques.....	34

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Situació geogràfica

La zona d'estudi compren el terme municipal de Montbrió del Camp, situat a uns 10 km a l'oest de Reus.

Es situa a l'anomenada al peu de la Serra litoral, concretament a la zona costera de la província de Tarragona. L'àrea d'estudi és d'aproximadament 11 km² (1050 Ha).

Topogràficament, la zona es caracteritza per presentar principalment relleus seus i baixos; està situada entre les cotes 10 m fins y 200 m. Al seu límit nord es troben les muntanyes de Prades.

1.2. Situació geològica regional

La zona d'estudi es troba ubicada al sistema orogràfic de les Serralades Costaneres Catalanes. Aquesta cadena muntanyosa és paral·lela a la costa catalana. El seu context estructural respon a un sistema de horsts i gravens neògens.

A la zona d'estudi es troba delimitada pel Nord per falles normals d'orientació NE-SW, amb un salt vertical que pot arribar a 1500 m. Aquestes falles han estat fossilitzades per materials Neògens del rebliment posterior.

Posteriorment durant el final de l'Oligocè aquesta zona va quedar sotmesa a un llarg període d'exposició subaèria, generant superfícies d'erosió i meteorització. Des d'aquesta època i fins l'actualitat la zona ha anat evolucionant. La potència dels sediments s'ha de relacionar amb aquesta evolució. La combinació de diversos factors genera una alternança de fàcies continentals i fàcies marines.

A la zona d'estudi els materials neògens de rebliment es troben coberts per ventalls al·luvials quaternaris.

Els materials presents a la zona d'estudi són de base a sostre (ITGE, 1989):

Pliocè

Fàcies marines: aquestes fàcies bàsicament són gresos i sorres amb matriu argilosa, anomenades "*Ebro Sandstone*". La seva potència varia des de pocs metres fins a 500 m. Només tenim referències d'aquests materials per perforacions profundes.

Fàcies continentals: estan formades per argiles vermelles amb intercalacions de guixos i materials detrítics. La seva potència també és molt variable arribant als 500 metres.

Ventalls al·luvials: estan formats per conglomerats amb una matriu argilosa. Els còdols són de diverses procedències. La seva potència és molt variable amb mínims de 20 metres.

Quaternari

Ventalls al·luvials: formats per cairells, conglomerats i sorres. La procedència dels còdols és variable, però predominantment són de pissarres provinents dels relleus propers a la zona. La fondària d'aquests materials és de 40 m com a màxim, segons les dades bibliogràfiques; però per les perforacions realitzades en aquesta zona el seu gruix està comprès entre els 80 i 100 metres.

Lleres de rieres i torrents: Aquests materials es componen de graves, sorres i llims, formen dipòsits a les lleres de les actuals rieres i torrents de la zona. La seva potència mitja es desconeix degut a la seva gran variabilitat.

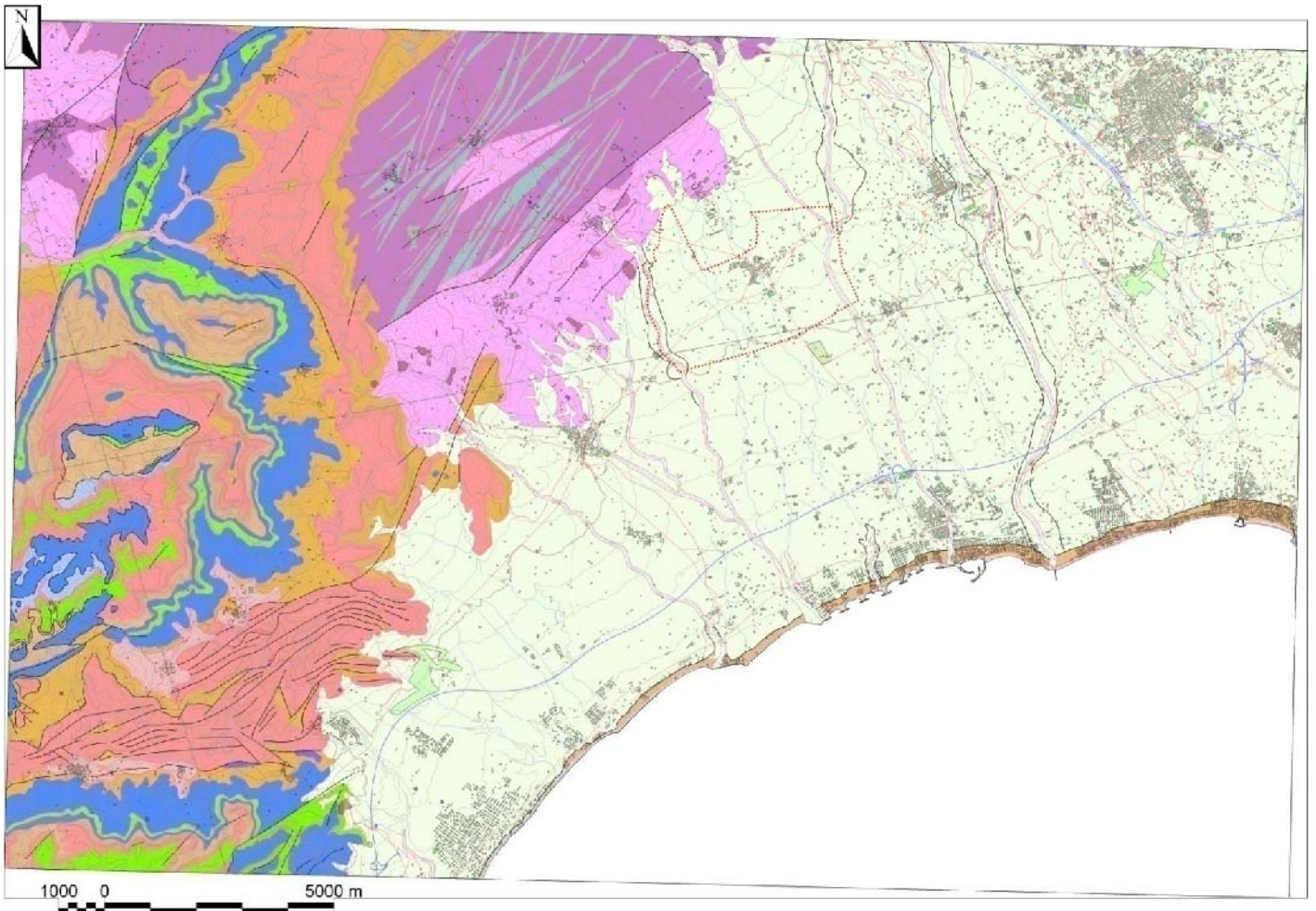


Figura 1.2. Situació geològica.

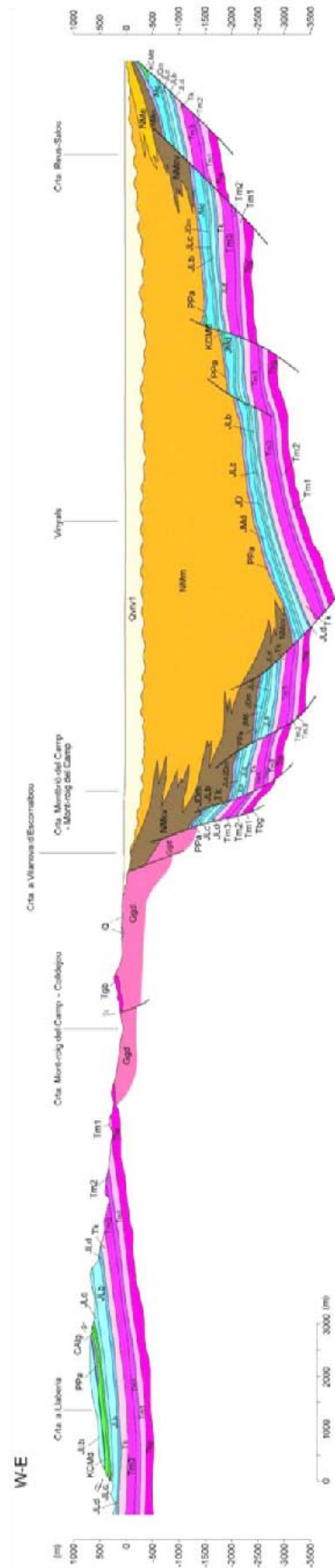


Figura 1.3. Tall geològic.

1.3. Objectius del present estudi

Els objectius del present estudi és l'estimació de recursos hídrics a partir de l'establiment del balanç hídric de l'aqüífer en la zona abastada pel terme municipal, amb la finalitat si el recurs present a l'aqüífer superficial és suficient per a garantir l'abastament de la població esperada segons el creixement previst.

2. INVENTARI DE PUNTS D'AIGUA

S'han inventariat un total de 23 punts d'aigua, el nivell piezomètric s'ha mesurat en 21 dels casos i de 10 s'ha extret una mostra pel seu anàlisi químic.

A la taula 10.1.1 (Annex 1) es troben totes les dades detallades dels punts d'aigua emprats en el present treball. Han sigut situats mitjançant coordenades UTM i el *Datum* emprat és l'European 1952. A més a més també s'indica si s'han fet servir per a mesura de nivell i/o per l'anàlisi químic. La seva posició geogràfica es pot observar a la Figura 10.1 de l'Annex 1.

La falta de dades dels punts mesurats es deguda a la rapidesa amb la que s'ha hagut de realitzar les tasques de camp, impossibilitant les feines de contacte amb els titulars del aprofitaments.

Les cotes topogràfiques s'han extret de la seva localització en mapes 1:5000, ja que es mancava de un sistema amb major precisió.

Referència	Profunditat nivell mesurat (m)	UTM X	UTM Y	Cota (m)	Nivell (m.s.n.m.) 12-2007
P1	51,3	330741	4553591	134	82,7
P2	80,5	330682	4553946	141	60,5
P3	50,0	330332	4553477	125	75,0
P4	70,3	330573	4552943	118	47,7
P5	22,4	331923	4552938	107	84,6
P6	-	331557	4552858	108	-
P7	-	331721	4552982	111	-
P8	16,1	332253	4553477	116	99,9
P9	16,4	332201	4553165	108	91,6
P10	19,7	332056	4553006	105	85,3
P11	14,7	333234	4553891	122	107,3
P12	22,4	334182	4553766	112	89,6
P13	22,8	334076	4553722	111	88,2
P14	12,9	334199	4554830	130	117,1
P15	13,0	333182	4553065	107	94,0
P16	17,4	332771	4552682	98	80,6
P17	20,7	332609	4553615	119	98,3
P18	15,6	333045	4554255	132	116,4
P19	18,7	333558	4554819	140	121,3
P20	20,9	333085	4555255	153	132,1
P21	20,3	333465	4555593	156	135,8
P22	18,4	332466	4554374	138	119,6
P23	44,0	331554	4553830	125	81,0

Taula 2.1. Resum de punts d'aigua emprats en aquest estudi.

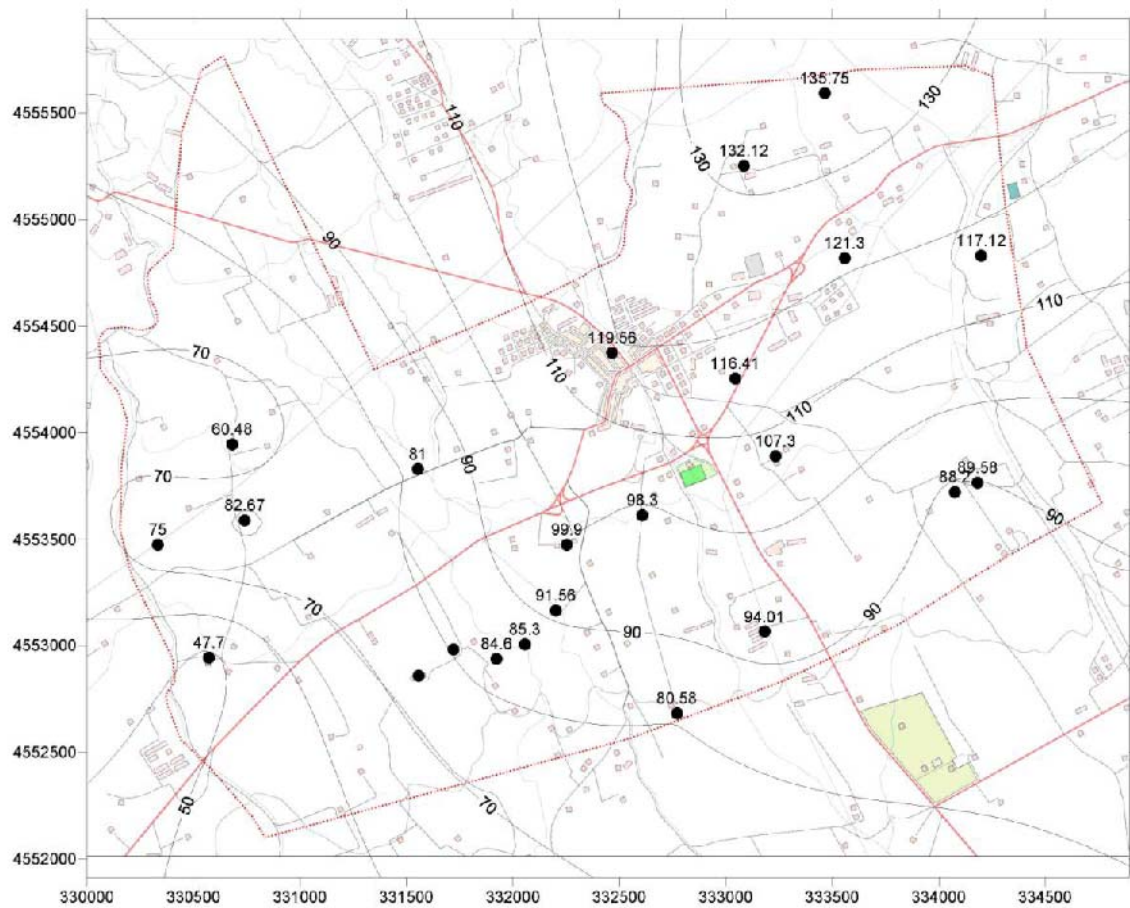
3. EVOLUCIÓ PIEZOMÈTRICA

3.1. Piezometria actual

Per a la realització de la piezometria s'ha efectuat una campanya de camp on es van mesurar els nivells piezomètrics i es van extreure mostres per al seu anàlisi al laboratori, aquesta va començar el dia 10/12/2007 i va finalitzar el dia 14/12/2007. Les mesures van ser realitzades en pous oberts i pous entubats. S'ha de destacar la gran dificultat per a la presa de nivells, ja que la gran majoria dels aprofitaments es troben tancats i no permeten el pas de la sonda. Per a l'obtenció dels nivells piezomètrics s'ha procedit a la seva mesura mitjançant una sonda piezomètrica, aquest valor posteriorment ha estat corregit amb les referències preses durant la campanya i finalment situant les cotes topogràfiques en els mapes 1:5000 del Institut Cartogràfic de Catalunya. Encara que per les mesures realitzades només s'ha observat un aquífer, es coneix que a la zona d'estudi existeix un altre de més profund. Aquest queda fora de les possibilitats d'aquest estudi per a la manca d'aprofitaments que l'explotin.

Piezometria de l'aquífer dels ventalls al·luvials

D'aquest s'han pogut fer 21 mesures de nivell piezomètric. Amb aquestes dades s'ha pogut interpretar i han permès la realització d'una mapa d'isopiezes, és a dir, un mapa piezomètric. Amb aquest mapa s'ha pogut observar l'existència de zones diferenciades. La primera a l'oest on podem observar dos zones amb una alta extracció, que coincideixen amb el pou de l'Hotel Termes de Montbrió i amb el pou d'abastament del municipi; aquesta forta extracció fa impossible interpretar la direcció del flux natural. A l'est d'aquesta zona les isopiezes permeten observar la direcció del flux de forma natural, segons aquestes línees el flux va cap a SSE. El gradient hidràulic mig a la zona d'estudi és 0.025.






-  Isopieza (m.s.n.m.)
-  Límit municipal
-  80.58
Cota nivel en punt d'observació (m.s.n.m.)

Figura 3.1. Piezometria de l'aquífer de ventalls al·luvials (2007).

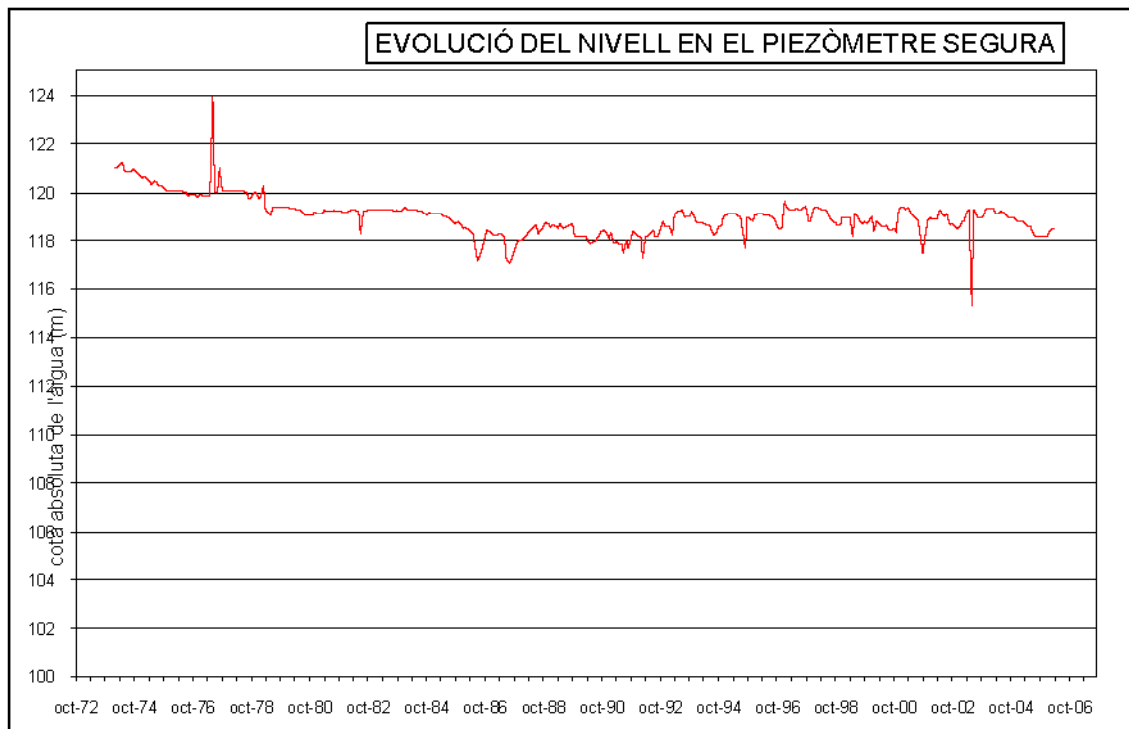


Figura 3.2. Evolució del nivell d'un piezometre de l'Agència. a la zona.

3.2. Evolució piezomètrica

Es disposa d'una piezometria anterior de l'any 1999, facilitada per l'Agència Catalana de l'Aigua (Agència). Ambdues piezometries són molt similars, exceptuant la zona on actualment trobem les extraccions de l'Hotel Termes Montbrió i de l'abastament municipal. Cal destacar que actualment la superfície piezomètrica es troba entre uns 10 i 20 metres per sobre de l'anterior, cosa que discrepa dels valors enregistrats en el piezòmetre de control de l'Agència. Aquesta diferència pot explicar-se tenint en consideració el canvi d'escala i punts emprats per a la realització de la piezometria, i perquè la piezometria de l'any 1999 s'ha realitzat amb valors promig.

4. PARÀMETRES HIDRÀULICS

Per la manca de assaigs de bombament, els paràmetres hidràulics provenen de la síntesi dels estudis de ITGE 1989, Agència 2003 i Agència 2005.

L'aqüífer superficial està format per materials de ventalls al·luvials, constituïts per graves i sorres amb una matriu argilosa i/o sorrenca. Es tracta d'un aquífer amb porositat intergranular.

La transmissivitat d'aquesta formació varia en un rang des de $10 \text{ m}^2/\text{dia}$ a $3.000 \text{ m}^2/\text{dia}$. Les principals diferències s'atribueixen a heterogeneïtats que està present en aquests materials. Encara que es pot considerar que el valor promig per a la transmissivitat és de $50 \text{ m}^2/\text{dia}$.

Pel que fa a la permeabilitat també varia àmpliament entre $100 \text{ m}/\text{dia}$ i $2500 \text{ m}/\text{dia}$, aquests valors són coherents amb els valors bibliogràfics que dona Custodio i LLamas (1983) que oscil·len entre 1 i $10^3 \text{ m}/\text{dia}$.

5. HIDROQUÍMICA

Per a la caracterització geoquímica de les aigües subterrànies del terme municipal de Montbrió del Camp s'han pres un total de 10 mostres, seguint el següent procediment:

1. S'ha bombat dels pous durant un temps raonable per a la renovació de l'aigua de la captació.
2. S'han netejat les ampolles diverses vegades amb l'aigua extreta i s'ha pres la mostra amb la menor agitació possible, tenint en compte que no hi quedés aire dins de l'ampolla.
3. Finalment, s'ha marcat cada ampolla i cada tap adequadament. S'han emmagatzemat en un recipient isotèrmic fins l'entrega de les mostres al laboratori.

Les mostres han sigut analitzades pel laboratori Iproma SL. A l'Annex 10.4 es resumeixen les dades obtingudes i les fitxes analítiques de cada mostra.

Els resultats de l'anàlisi de les mostres d'aigua s'han representat mitjançant mapes de conductivitat, sulfats, nitrats sobre un plànol topogràfic, aquests mapes no s'ha representat en la present memòria per considerar que no donen cap informació relevant. A més a més, també es presenten els diagrames de Piper (Figura 10.4.1), de Schoeller (Figura 10.4.2) i un mapa de diagrames d'Stiff modificat (Figura 10.4.3).

Els paràmetres analitzats es troben dins dels rangs de la Taula 5.1, la poca variació d'aquests elements ens indica que són aigües de la mateixa naturalesa/font.

Paràmetre	Mínim (mg/l)	Màxim (mg/l)	Decret 140/2003 del 7 de febrer (mg/l)
HCO ₃ ⁻	200	290	-
SO ₄ ⁻	63	161	250
Cl ⁻	38	45	250
NO ₃ ⁻	25	88	50
Na ⁺	20	22	200
K ⁺	0.8	3.1	-
Ca ⁺⁺	79	114	-
Mg ⁺⁺	10	23	-

Taula 5.1. Rang de les dades analitzades.

Els valors de conductivitat i pH mesurats al camp durant la realització del inventari de pous es representen a la Taula 5.2.

Referència	Conductivitat (µS/cm)	pH
P1	822	7.60
P2	834	7.56
P5	654	7.43
P6	645	7.67
P7	784	7.56
P12	832	7.50
P14	944	7.40
P15	693	7.80
P20	611	7.76
P22	762	7.55

Taula 5.2. Paràmetres mesurats al camp.

5.1. Caracterització química de les aigües

Per a la caracterització de les mostres hidroquímicament s'han representat els resultats dels anàlisis en diagrames de Piper, Schoeller-Berkaloff (Figures 10.4.1 i 10.4.2 del Annex 10.4) i en diagrames de Stiff modificats (Figura 10.4.3). Això a permès identificar les fàcies hidroquímiques presents a la zona d'estudi. Totes les aigües analitzades són bicarbonatades càlciques, encara que estan molt a prop del límit de les sulfatades.

5.2. Conclusions hidrogeoquímiques

Pels resultats de les anàlisis químiques de les mostres recollides es pot concloure que la totalitat de les mostres provenen de la mateixa font. Els paràmetres analitzats es troben dins dels límits requerits pel Departament de Salut segons el Reial decret 140/2003, de 7 de febrer; exceptuant el contingut de nitrats (NO₃⁻), que es supera mínimament en un 70% de les mostres.

6. GEOFÍSICA DE SUPERFÍCIE

La testificació geofísica ha estat íntegrament realitzada per al tècnic geofísic i hidrogeòleg col·laborador Cesc Gavilán.

Atenent a les característiques dels materials així com els factors morfològics i estructurals dels terrenys, i establint una previsió de la seva resposta geofísica, es va decidir emprar la prospecció elèctrica per sondeigs elèctrics verticals, per tal de caracteritzar els terrenys fins a uns 500 m de profunditat.

S'ha realitzat una campanya d'estudis geofísics consistent en la realització de 4 S.E.V. (Sondeigs Elèctric Verticals), la interpretació dels quals ha estat realitzada mitjançant un programa elaborat per a ordinador.

La ubicació dels S.E.V. ha estat concentrada en els propis terrenys del terme municipal. Les ales del dispositiu es disposaren en direcció N-S paral·lels a les rieres presents a la zona d'estudi, a excepció del SEV 1, que resulta O-E.

Situació dels SEV:

SEV	X	Y	COTA
1	331064	4553548	128
2	330572	4554310	146
3	334374	4553780	103
4	330221	4553780	124

La línia d'emissió (AB) ha estat de 3000 m. Els resultats de les corbes, així com els plànols de cada perfil, les resistivitats obtingudes i la seva interpretació, es presenten a l'annex 10.6.

En aquest punt pretenem complementar la geologia estudiada amb la interpretació de la geofísica, en els quatre sondeigs elèctrics s'ha pogut observar un comportament força homogeni. La estructura de la zona és:

1. Els primers 115-180 m està format per alternances de materials permeables amb materials poc permeables, assimilable als materials quaternaris.
2. Seguit d'un conjunt de materials argilosos amb intercalacions de materials més grollers fins a una fondària de 500 m, corresponents a les fàcies continentals del Pliocé.
3. Finalment, en els sondeigs SEV-3 i SEV-4 s'ha pogut observar la presència de materials més grollers, podent correspondre amb els ventalls al·luvials del Pliocé.

Cal remarcar que aquestes fondàries són aproximades, ja que per a la realització d'aquests SEV es disposa de una gran línia de cables en

superfície, podent trobar interferències que distorsionin les lectures (aquests efectes es troben detallats a l'Annex 10.6).

7. BALANÇ HÍDRIC I MODEL CONCEPTUAL

7.1. Balanç hidrometeorològic

L'objectiu del balanç realitzat és l'avaluació dels recursos disponibles en l'aqüífer dels ventalls al·luvials, i els valors de les diferents entrades i sortides dels sistema. Degut a la manca de dades, el marc de referència s'ha limitat al període 2000-2006 i s'ha extrapolat el resultat al període de execució de l'estudi.

Els càlculs realitzats de cadascun dels termes i la seva representació es troben detallats a l'Annex 3.

7.1.1. Entrades

Per determinar la recàrrega per infiltració directe de l'aigua de pluja s'han emprat les dades meteorològiques de l'estació de Riudoms, ja que s'ha cregut que són suficientment representatius de tota la zona. La zona de recàrrega ha sigut considerada diferenciant l'ús del sol, és a dir, ha quedat exclòs la superfície urbana.

Els valors d'infiltració s'han calculat mitjançant la fulla de càlcul BALCIHS 4.0. Resultant unes aportacions anuals d'aigua infiltrada de 62 mm. Això implica que l'aigua infiltrada amb una superfície de 1040 Ha és 0.64 hm³/any. La infiltració produïda en zona urbana s'ha considerat que es fa meitat que en la zona agrícola.

També s'han de considerar els retorns de les aigües de reg. Per això s'ha fet servir les dades del Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT), on a l'any 1999 hi consten 586 Ha de regadiu en ús, actualment es suposa que s'han reduït a 500 Ha. Es considera que el retorn de reg en aquesta zona suposa el 10% del volum de reg.

Les aportacions laterals s'han considerat nuls, ja que les entrades queden compensades amb les sortides del sistema. Això implica que només es tenen en compte els mateixos recursos del municipi.

Les aportacions per cursos d'aigües superficials ha sigut menyspreats, ja que són inexistents a la zona d'estudi.

Finalment s'han de considerar els retors produïts per les pèrdues de la xarxa d'abastament i les industrials, aquestes s'estimen que són un 30% del volum subministrat.

7.1.2. Sortides

Els valors de consum urbà han estat facilitats per l'ajuntament. Els valors d'extracció industrial i agrícola ha estat facilitat per l'Agència, essent el total dels volums concedits. El volum anual d'extracció per a la zona d'estudi és de $0.84 \text{ hm}^3/\text{any}$.

Com s'ha exposat anteriorment el volum drenat en aquesta zona queda compensat amb les aportacions laterals, per aquest motiu s'ha menyspreat aquesta diferència.

Aquests valors es creuen correctes ja que la evolució piezomètrica es positiva, segons l'observació de les piezometries realitzades a l'any 1999 i a l'any 2007, mostrades a l'apartat 3. En la Figura 6.1 es mostra l'esquema del model conceptual del sistema aquífer.

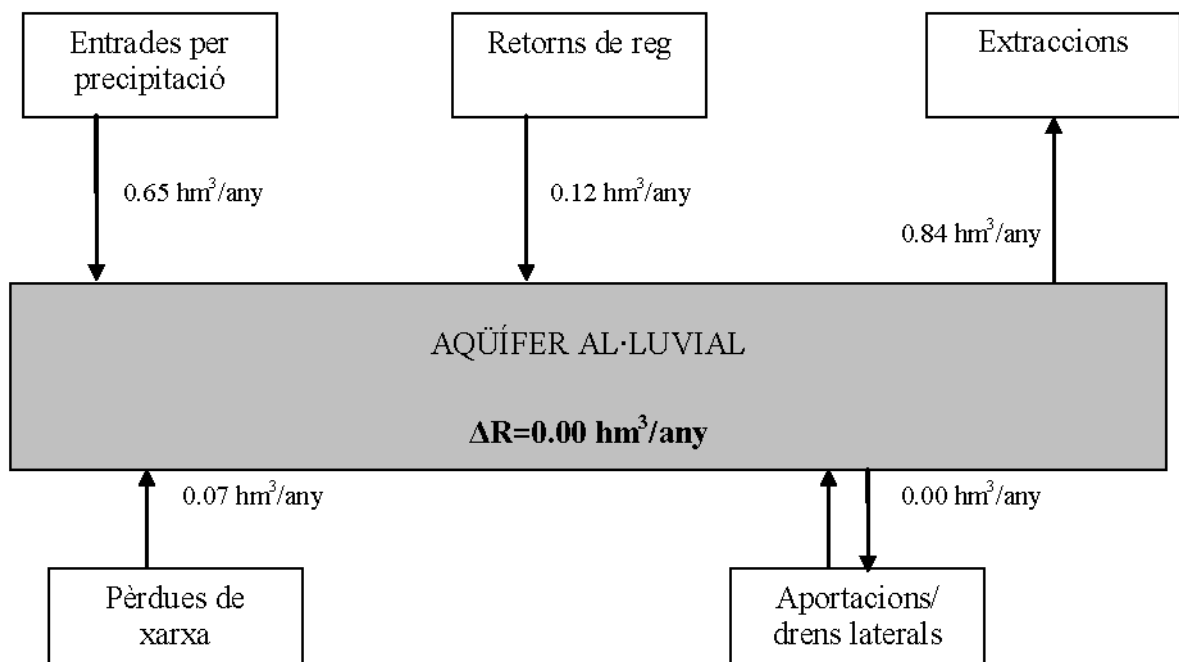


Figura 6.1. Esquema del model conceptual.

7.2. Recurs per oscil·lació piezomètrica

Aquest mètode estudia les oscil·lacions piezomètriques de la zona, definint un nivell piezomètric mínim i aprofitant el recurs des de la mitjana de la evolució piezomètrica fins aquest mínim. Aquest mètode només es vàlid en casos on la piezometria sigui estable.

Una vegada processades les dades disponibles del piezòmetre Segura (Figura 3.2) el volum d'aigua disponible per les oscil·lacions piezomètriques és de $0.32 \text{ hm}^3/\text{any}$.

8. CONCLUSIONS I RECOMANACIONS

Una vegada realitzat l'estudi del terme municipal de Montbrió del Camp, i d'haver realitzat les campanyes de piezometria, hidrogeoquímica i d'efectuar el balanç hidrometeorològic, és evident la falta de recursos en l'aqüífer de ventalls al·luvials per satisfer la demanda total del futur pla urbanístic.

Només s'ha pogut estimar que el recurs disponible en l'aqüífer de ventalls al·luvials es de **0.32 hm³/any**, aprofitant les oscil·lacions piezomètriques de la zona.

Com l'aqüífer superficial no és suficient per satisfer aquesta demanda es recomana:

1. El seguiment piezomètric de la zona d'estudi (com per exemple en els pou municipals) degut a que el recurs disponible a l'aqüífer superior correspon a les variacions piezomètriques, controlant l'evolució dels nivells amb la finalitat de no malmetre l'aqüífer.
2. La realització d'assaigs de bombament als pous d'explotació municipal existents a la zona, per tal de conèixer les capacitats extractives d'aquestes infraestructures. Segons els resultats obtinguts s'estudiaria la necessitat de fer una nova captació.
3. L'exploració dels aqüífers profunds de la zona NW, ja sigui les intercalacions existents als materials argilosos del Pliocé, com als materials més grollers localitzats a partir de 500 m de fondària.

Aquests aqüífers profunds podrien satisfer la demanda necessària per al nou pla urbanístic, però cal destacar que en aquesta zona es desconeix les seves característiques, ni les característiques físico-químiques de l'aigua.

9. BIBLIOGRAFIA

Agència Catalana de l'Aigua (1998). *“Pla Hidrològic de les Conques Internes de Catalunya. Bases Tècniques”*

Agència Catalana de l'Aigua (2000). *“Estudi de caracterització i prospectiva de les demandes d'aigua a les conques internes de Catalunya i a les conques catalanes de l'Ebre”*

Agència Catalana de l'Aigua (2005). *“Informe Hidrogeològic. 309 – Àrea de la Depressió del Camp de Tarragona”*

Agència Catalana de l'Aigua (2006). *“IMPRESS – Caracterització de Masses d'Aigua i Anàlisi del Risc d'Incompliment dels objectius de la Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/Ce) en les Conques de Catalunya”*

Custodio, E. I Llamas, M.R. (2001). Edicions Omega. *“Hidrogeología Subterránea”*

Generalitat de Catalunya (2006). Departament de Medi Ambient. *“Cartografia”*

Guimerà, J. et al. (1992). Enciclopèdia Catalana, S.A. *“Geologia. Història Natural dels Països Catalans”*

Institut Cartogràfic de Catalunya (1992). *“Mapa de àrees hidrogeològiques de Catalunya”*

Institut Cartogràfic de Catalunya (2006). *“Geologia adaptat al Magna”*

Institut Cartogràfic de Catalunya (2007). *“Sèries cartogràfiques adaptat al Magna”*

10. ANNEXES

10.1. Inventari de punts d'aigua

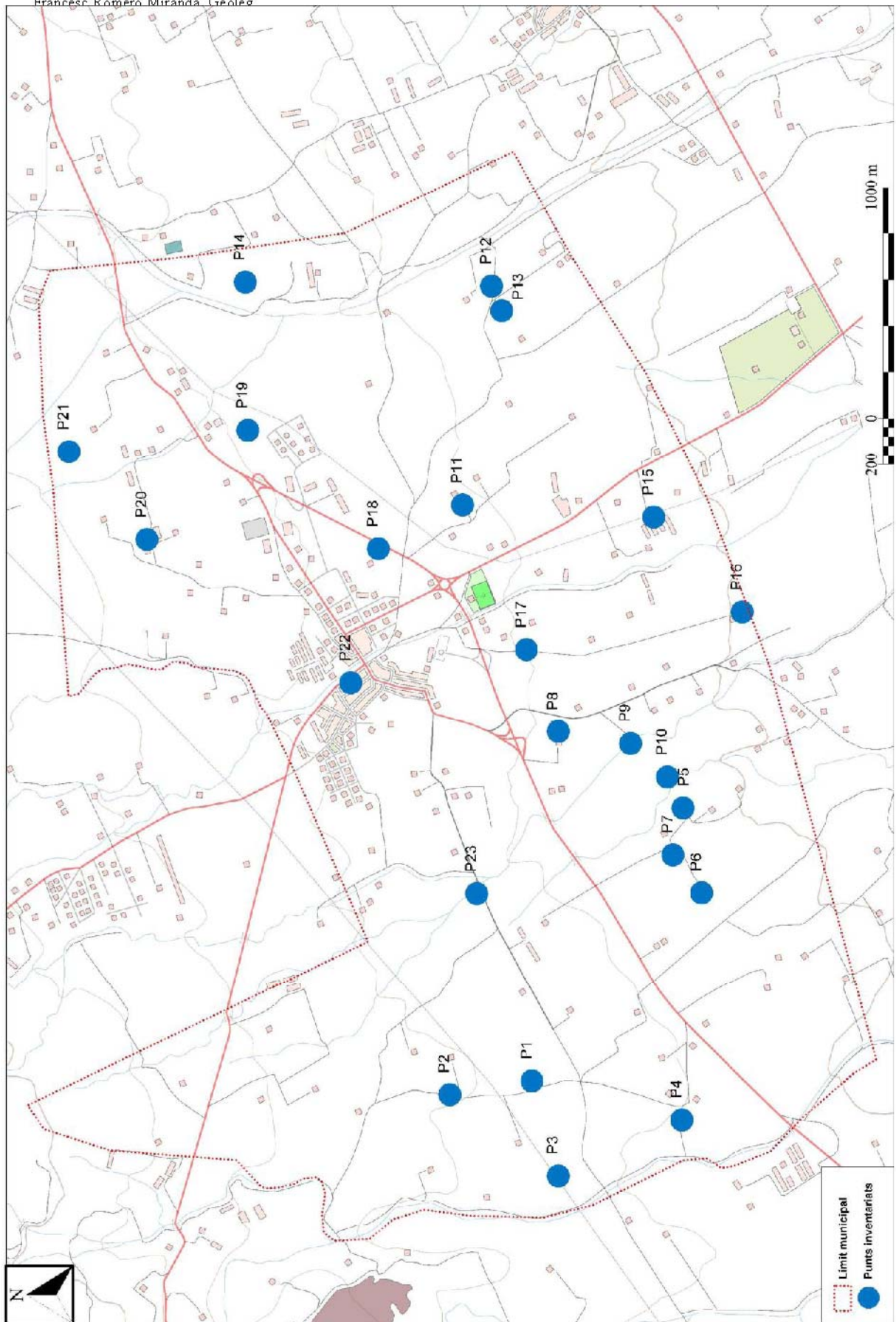


Figura 10.1.1. Inventari.

Referència	Profunditat nivell mesurat (m)	UTM X	UTM Y	Cota (m)	Nivell (m.s.n.m.) 12-2007	Conductivitat ($\mu\text{S/cm}$)	pH	Anàlisi
P1	51,3	330741	4553591	134	82,7	822	7.60	X
P2	80,5	330682	4553946	141	60,5	834	7.56	X
P3	50,0	330332	4553477	125	75,0			
P4	70,3	330573	4552943	118	47,7			
P5	22,4	331923	4552938	107	84,6	654	7.43	X
P6	-	331557	4552858	108	-	645	7.67	X
P7	-	331721	4552982	111	-	784	7.56	X
P8	16,1	332253	4553477	116	99,9			
P9	16,4	332201	4553165	108	91,6			
P10	19,7	332056	4553006	105	85,3			
P11	14,7	333234	4553891	122	107,3			
P12	22,4	334182	4553766	112	89,6	832	7.50	X
P13	22,8	334076	4553722	111	88,2			
P14	12,9	334199	4554830	130	117,1	944	7.40	X
P15	13,0	333182	4553065	107	94,0	693	7.80	X
P16	17,4	332771	4552682	98	80,6			
P17	20,7	332609	4553615	119	98,3			
P18	15,6	333045	4554255	132	116,4			
P19	18,7	333558	4554819	140	121,3			
P20	20,9	333085	4555255	153	132,1	611	7.76	X
P21	20,3	333465	4555593	156	135,8			
P22	18,4	332466	4554374	138	119,6	762	7.55	X
P23	44,0	331554	4553830	125	81,0			

Taula 10.1.1. Inventari.

10.2. Demanda y consums d'aigua. Balanç hídric

Entrades

Infiltració directa a partir de la precipitació

Aquests valors s'han calculat en base a les dades meteorològiques de l'estació de Riudoms, determinant la temperatura, pluviometria i evapotranspiració potencial diàries. Aquestes dades s'han introduït a la fulla de càlcul BALCIHS 4.0, junt els paràmetres del sòl adients, proporcionant la infiltració mitja mensual y anual.

Tipus de sòl	Àrea (m ²)	Paràmetres càlcul infiltració		Infiltració (mm)	Recàrrega (m ³)
		RUM (mm)	Lam (mm)		
Agrícola	10.400.000	60	30	62	644.800

Taula 10.2.1. Infiltració per precipitació.

Els valors de la reserva inicial (RUM) i el de laminació (Lam) han estat definits mitjançant estudis anteriors d'aquesta zona.

Amb aquests valors la infiltració mitjana anual des de l'any 1999 fins al 2006 es de 61 mm. Multiplicant aquest valor per la superfície de la zona obtenim que la recàrrega per infiltració d'aigua de pluja és de **0.64 hm³/any**.

Recàrrega per retorns de reg

La recàrrega per retorns de reg habitualment s'aproxima a un percentatge de l'aigua emprada per a regar els cultius. A la zona d'estudi, a més a més del reg amb aigües subterrànies també hi ha reg amb aigua provinent de l'embassament de Riudecanyes en un volum molt important.

Per als càlculs dels retorns de reg s'ha fet servir un coeficient de retorns de reg del 10% de l'aigua emprada. No obstant això en els diversos estudis hi ha variacions significatives en quant a les dotacions i a les superfícies.

Pel càlcul de les superfícies de reg s'han fet servir les dades publicades pel Institut d'Estadística de Catalunya (Idescat). On atribueix una superfície de reg de 586 Ha a l'any 1999, actualment s'ha constatat l'existència de camps no conreats, per aquest motiu en aquest estudi s'ha suposat una superfície conreada de 500 Ha. El cultiu de la zona està format majoritàriament per oliveres, atribuint-li una dotació de 2500 m³/Ha/any. Amb aquestes dades obtenim un valor per a la demanda de reg de 1.25 hm³/any, de les quals l'embassament de Riudecanyes subministra aproximadament uns 0.66 hm³/any.

Per tant a l'àrea d'estudi el volum d'aigua de retorns de reg és de **0.12 hm³/any**.

Retorns de la xarxa d'abastament.

La recàrrega per pèrdues en les conduccions de la xarxa d'abastament s'han estimat en el 30% (dades del PSAAC, inèdit) de les extraccions. El terme municipal de Montbrió té un volum d'abastament de 160.000 m³, obtenint que l volum d'aigua que s'infiltra per retorns de la xarxa de **0.05 hm³/any**.

Sortides

Consum urbà

Les dades de les extraccions per abastament han estat facilitades per l'ajuntament. Actualment el municipi extreu per a abastament urbà uns **0.16 hm³/any**.

Reg agrícola

L'extracció destinada al reg de la superfície agrícola ha sigut calculada mitjançant l'àrea a regar i una dotació mitja estimada per al cultiu d'oliveres, cultiu majoritari a la zona. A aquesta demanda s'ha restat el volum subministrat per l'embassament de Riudecanyes.

Superfície de reg	Dotació (m ³ /any/Ha)	Demanda	Subministrat Riudecanyes	Extracció subterrània
500	2500	1.25 hm ³ /any	0.66 hm ³ /any	0.59 hm³/any

10.3. Estudi de les oscil·lacions piezomètriques

Segons les dades observades al piezòmetre de l'Agència, amb la denominació Segura, el nivell mínim històric és de 117 ms.n.m.. L'alçada des de la mitjana a aquest mínim és de 0.5 m. Amb una superfície del terme municipal de 1080 Ha i un coeficient d'emmagatzemament del 6%, tenim:

$$10800000m^2 \times 0.5m/any \times 0.06 = 324000m^3/any = 0.32hm^3/any$$

10.4. Hidrogeoquímica

TABLA DE ANALISIS QUIMICOS Y RELACIONES IONICAS (IONES MAYORITARIOS)

ACCION		si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
Coord Coord	Fecha	26-ago-96	21-ago-96	21-ago-96	26-ago-96	31-jul-96	31-jul-96	29-jul-96	26-ago-96	23-ago-96	30-jul-96
	Pozo	P1	P2	P5	P6	P7	P12	P15	P22	P14	P20
	x	330741	330682	331923	331557	331721	334182	333182	332466	334199	333085
	y	4553591	4553946	4552938	4552858	4552982	4553766	4553065	4554374	4554830	4555255
	CE uS/cm	750,00	759,00	579,00	578,00	683,00	742,00	621,00	674,00	864,00	535,00
	pH	7,60	7,70	7,40	7,50	7,40	7,20	7,50	7,40	7,20	7,80
	TAC										
	DUR										
	TSD										
aniones		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
HCO3-	288,00	286,00	231,00	231,00	256,00	265,00	203,00	250,00	315,00	214,00	
SO4=	161,00	136,00	63,00	67,00	104,00	141,00	100,00	116,00	147,00	71,00	
Cl-	40,00	45,00	45,00	42,00	45,00	43,00	39,00	38,00	47,00	19,00	
NO3-	42,00	67,00	42,00	50,00	59,00	72,00	68,00	67,00	88,00	25,00	
sum aniones	531	534	381	390	464	521	410	471	597	329	
catones		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Na+	22,00	21,00	22,00	20,00	21,00	22,00	20,00	20,00	28,00	19,00	
K+	2,40	2,50	1,20	3,10	1,10	0,90	0,80	1,30	1,10	0,90	
Ca++	114,00	113,00	79,00	80,00	102,00	112,00	89,00	99,00	136,00	82,00	
Mg++	21,00	21,00	13,00	13,00	14,00	18,00	13,00	16,00	23,00	10,00	
sum catones	159,40	157,5	115,2	116,1	138,1	152,9	122,8	136,3	188,1	111,9	
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
NH4+	82	112	87	92	104	115	107	105	135	44	
Cl+NO3-	24,4	23,5	23,2	23,1	22,1	22,9	20,8	21,3	29,1	19,9	

Taula 10.4.1. Anàlisis químics i relacions iòniques.

DIAGRAMA DE PIPER

Montbrió del Camp (Desembre 2007)

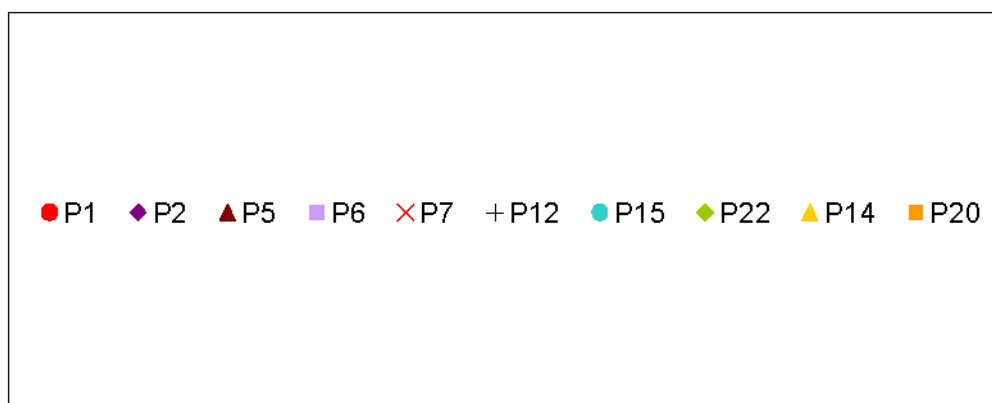
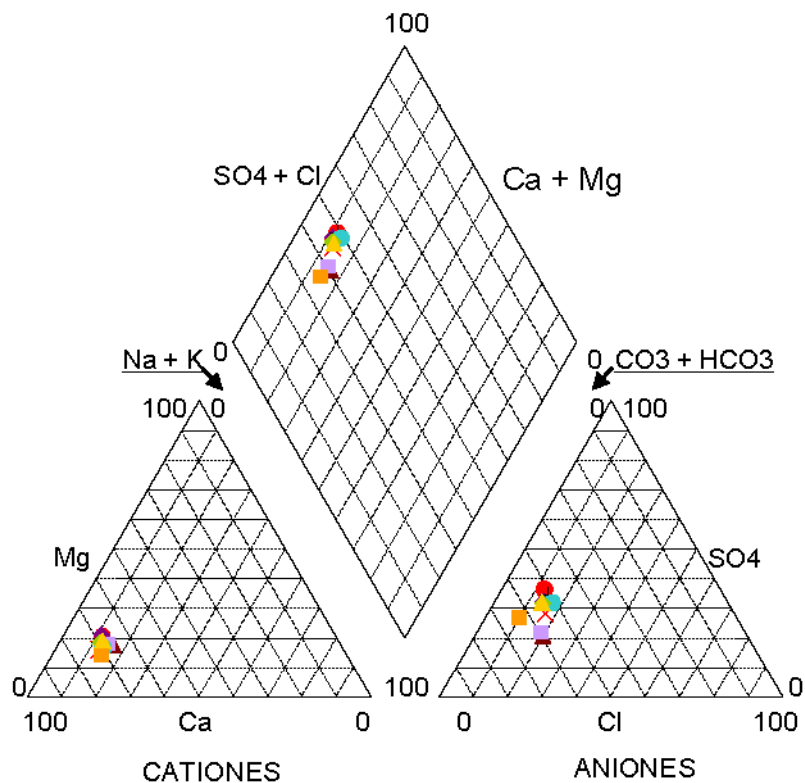


Figura 10.4.1. Diagrama Piper.

DIAGRAMA DE SCHOELLER-BERKALOFF

Montbrió del Camp (Desembre 2007)

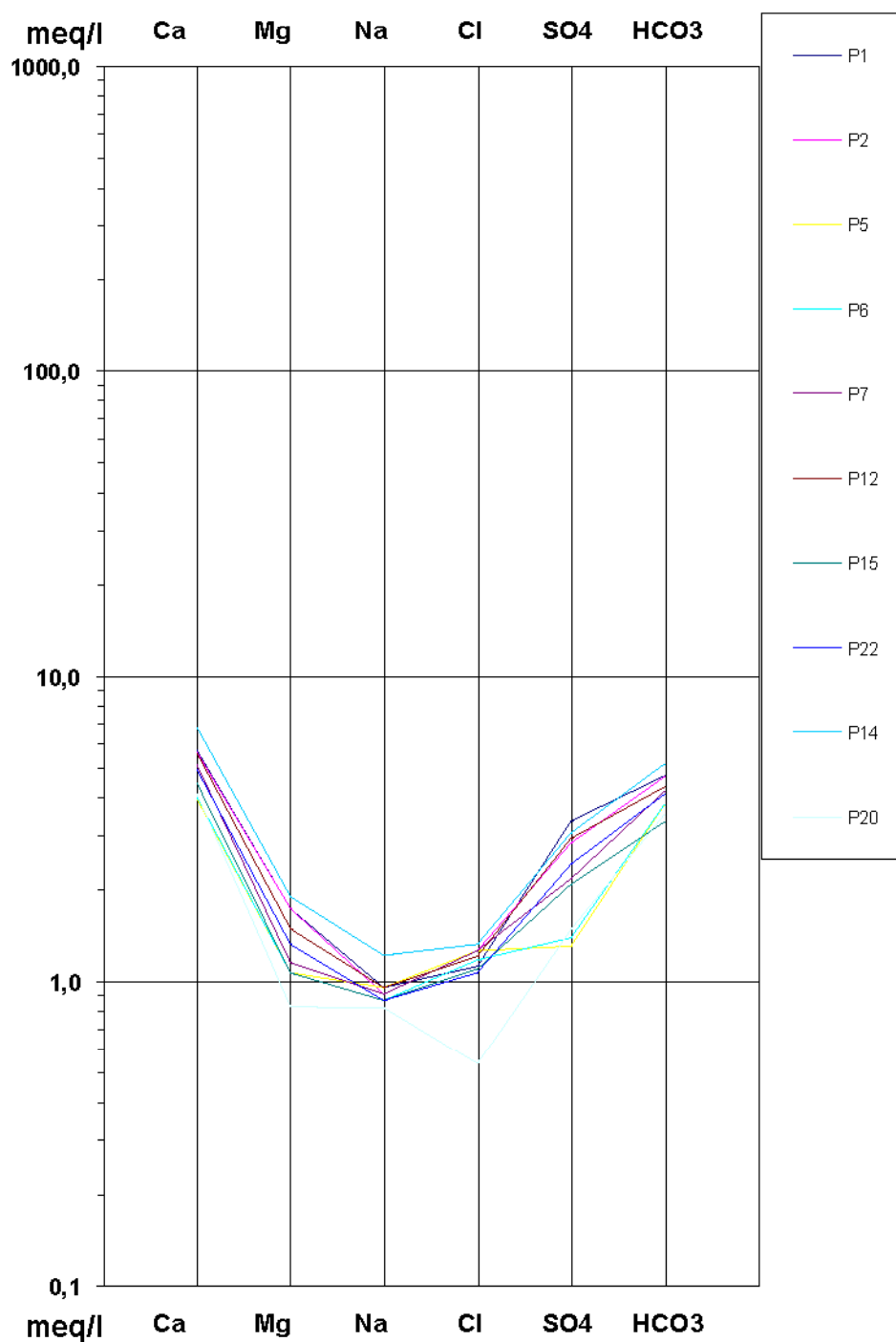


Figura 10.4.2. Diagrama Scholler-Berkaloff.

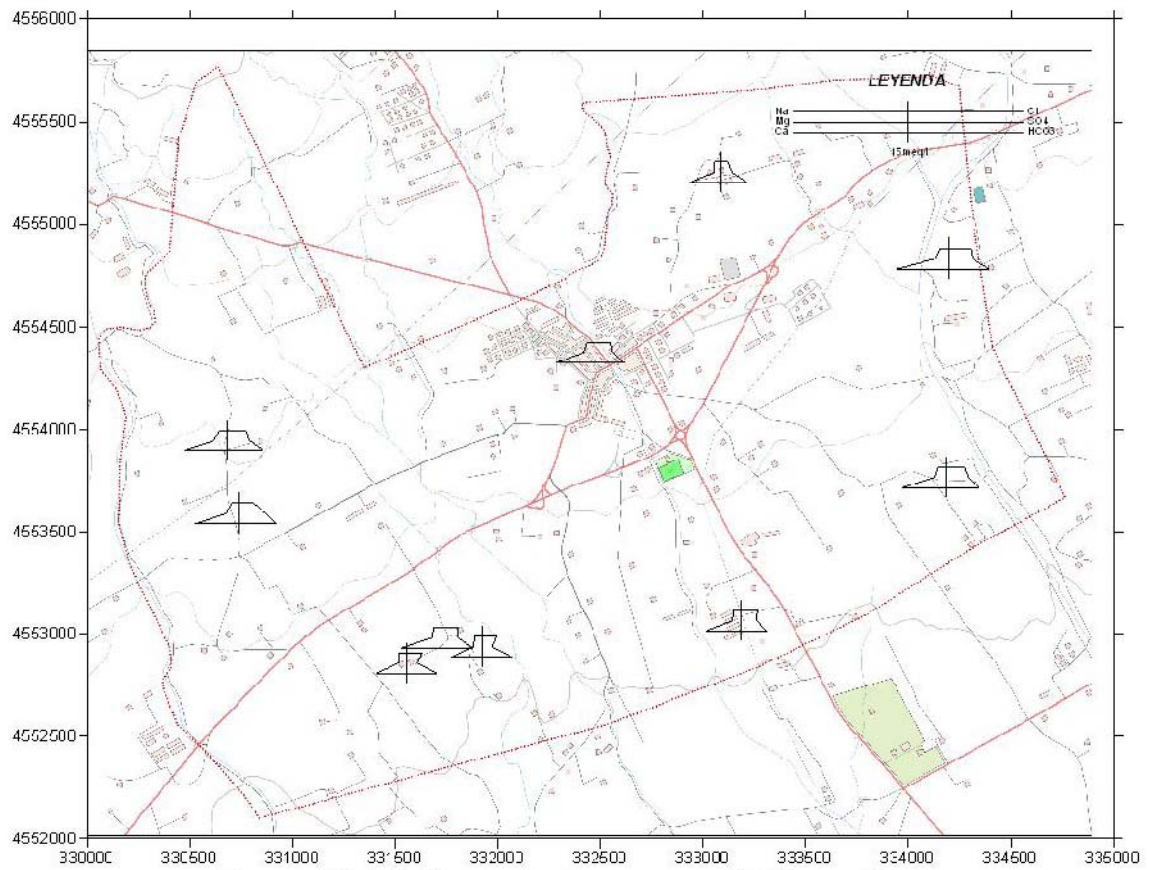


Figura 10.4.3. Mapa de diagrames d'Stiff modificat

10.5. Valoració econòmica de la proposta

Seguiment i control dels nivells piezomètrics

Equipament automàtic per a la realització de mesures de nivell (4 unitats) (CERA-Diver)	6000.00 €
Equipament per a correcció baromètrica (BARO-Diver)	800.00 €
Instal·lació de tub piezomètric per a l'equip de mesures	2000.00 €
	Total sense IVA 8800.00 €
Seguiment i informe trimestral per personal qualificat	1200.00 €

10.6. Estudi geofísic

Títol:

**PROSPECCIÓ GEOFÍSICA PER
SONDEIGS ELÈCTRICS PER A L'ABASTAMENT
DE MONTBRIÓ DEL CAMP (TARRAGONA)**

Data : gener de 2008

Tècnic col·laborador: FRANCESC GAVILÁN SANZ

ÍNDIX

Pàgina

1.-	INTRODUCCIÓ	3
2.-	ENTORN GEOLÒGIC	5
3.-	RECONeixEMENT GEO-ELÈCTRIC	6
4.-	RESULTATS DEL RECONeixEMENT ELÈCTRIC	8
	4.1 PERFIL ELÈCTRIC	8
	4.2 PERFIL DE RESISTIVITAT	11
5.-	CONCLUSIONS	12

1.- Introducció.

Atenent a la recerca de noves fonts de proveïment per a l'abastament del municipi de Montbrió del Camp, es proposà la caracterització dels horitzons aquífers més profunds mitjançant reconeixement geofísic i segons els criteris dels tècnics Albert Vidal i Cisco Romero.

Es disposa dels plànols topogràfics i ortofotogràfics del sector.

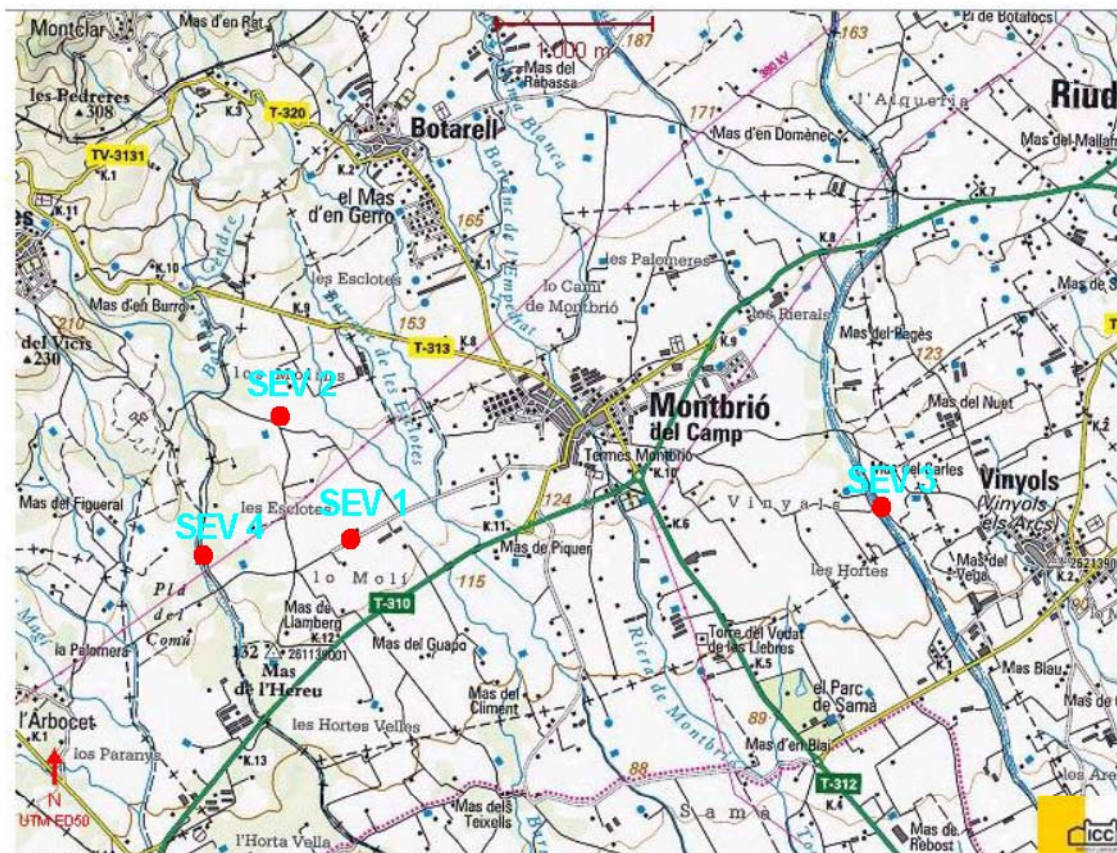
Objectius del treball.

Els objectius del treball són:

- Acotar les característiques dels horitzons més profunds del sector dels terrenys del terme municipal mitjançant reconeixement geo-elèctric, les característiques de resistivitat dels horitzons deduïts s'interpretaran en clau litològica en funció dels coneixements de la zona.
- Establir les recomanacions quan als horitzons elèctrics susceptibles de determinar nivells aquífers d'interès per a una nova font de proveïment.

Àrea d'estudi.

Es tracta de la totalitat del terme municipal de Montbrió del Camp (figura 1).



(figura 1)
Plànol de situació general
Escala gràfica

2.- Entorn geològic

Els materials presents al sector corresponen a tres períodes principals: dipòsits quaternaris i terciaris sobre un sòcol granodiorític i metamòrfic.

Els dipòsits quaternaris i neògens omplen la depressió Reus-Valls, principal tret estructural de la zona. Les seves característiques son les següents:

Dipòsits quaternaris: Englobem dos tipus de fàcies holocenes:

- Dipòsits al·luvials de les terrasses de les rieres:

Materials: Graves, sorres i lutites .
Afloren a: les rieres de Riudecanyes i Alforja.

- Dipòsits de ventall al·luvial:

Materials: graves i sorres.
Afloren a la pràctica totalitat de la zona d'estudi, exceptuant les franges de les terrasses de les rieres abans esmentades. El gruix d'aquesta formació pot representar varis centenars de metres.

Dipòsits terciaris:

Dins la sèrie miocena està present les fàcies margo-sorrenques que reomplen la fossa. Es considera una sèrie molt potent quan a gruix, però no disposem de dades de columnes que descriguin aquesta formació.

Massís granític:

Representat per granodiorites i granits alcalins, afloren als nuclis de Botarell i Vilanova d'Escornalbou al N i NO del terme. Està datat en la transició carbonífer-permià.

Complex metamòrfic:

Representat per gresos i pissarres amb nivells de conglomerats afectats per metamorfisme de contacte, a la base hi ha andesites. Son visibles al pantà de Riudecanyes.

A l'apartat específic de geologia, s'interpreten les principals efectes estructurals de l'àrea, sens dubte que afectaran a la interpretació i correlació d'horitzons elèctrics, en particular el sector NO i N del terme.

3.- RECONeixEMENT GEO-ELÈCTRIC.

- Plantejament del reconeixement

Atenent a les característiques dels materials així com els factors morfològics i estructurals dels terrenys, i establint una previsió de la seva resposta geofísica, es decideix emprar la prospecció elèctrica per sondeigs elèctrics verticals, per tal de caracteritzar els terrenys fins a uns 700 metres de profunditat.

- Sondeigs elèctrics en corrent continu.

S'envia un corrent elèctric al terreny mitjançant dos elèctrodes, mesurant la intensitat de corrent que passa entre ells i la caiguda de potencial entre altres dos, alineats i simètrics entre els primers i a distàncies que compleixen amb les condicions del dispositiu emprat, que en el present cas, es l'anomena't Schlumberger.

Per cada posició dels elèctrodes s'obté el corresponent valor de la resistivitat aparent, deixant fix el centre i estenent el dispositiu quadripolar simètric abans esmentat, s'obté una corba anomenada SEV (sondeig elèctric vertical).

Hi ha limitacions explicades per als principis d'equivalència i de supressió malgrat això la valoració dels SE condueix a la possibilitat d'establir hipòtesis relacionades amb el model geològic previst.

La interpretació ha estat realitzada mitjançant un programa elaborat per a ordinador.

En el present reconeixement s'han realitzat 4 Sondeigs elèctrics verticals

L'abreviatura SEV indica Sondeig elèctric vertical.

Situació dels SEV's:

SEV	X	Y	Z
1	331064	4553548	128
2	330572	4554310	146
3	334374	4553780	103
4	330221	4553401	124

Atès que la profunditat d'investigació proposada per la direcció de l'estudi era força important, per l'emplaçament dels SEV, s'ha tingut que preveure longitud del dispositiu de fins a 3 km. Per això s'han ubicat al llarg de les rieres d'Alforja i Riudecanyes, per tal de mantenir una alineació i poder obtenir informació dels límits oest i est del terme.

Aquests dos SEV, s'han complementat amb dos de més curts al sector de Les Esclotes i Lo Molí, per tal de verificar els horitzons superficials que són els que exploten la quasi totalitat dels pous tan d'abastament com de particulars, inclosos els corresponents al sector de les termes.



(figura 2)
Plànol de situació dels sondeigs elèctrics verticals
Escala gràfica

4.-Resultats del reconeixement elèctric.

La ubicació dels SEV es presenta al plànol de situació de la figura 2.

Les línies d'emissió (AB) ha estat de 1400 a 3000 m . Els resultats de les corbes es presenta al final de l'annex.

4.1. PERFIL ELÈCTRIC

Realitzada la interpretació de totes les corbes de camp, la solució que ha estat adoptada i que es presenta al final de l'estudi amb les corbes de resistivitat aparent, es la qual amb millors ajusts, resulta correlacionable amb el seu entorn i per això, recolzat per les informacions litològiques de que es disposen, s'estima més coherent amb la metodologia de treball.

PERFIL ELÈCTRIC (figura 3)

Caracteritza el sector central i nord de la zona d'estudi, amb una alineació O-E, abasta els SEV 4, 1 i 3.

Destaquem la successió de nivells alternants de resistivitat, lligats als previsibles comportaments diferencials de les fàcies quan al comportament elèctric, hi ha una eventual discontinuïtat lateral qual reflectiria efectes estructurals, en particular entre el SEV 4 i 1.

Per tal de fer correlacionable litologia i resistivitat es representa una possible escala d'atribucions:

Resistivitat (ohm.m)	Litologies preferents
> 300	domini groller (graves i sorres)
100 - 300	sorres i graves
40 - 100	llims, sorres i graves
20 - 40	predomini argilós
< 20	margues i/o argiles

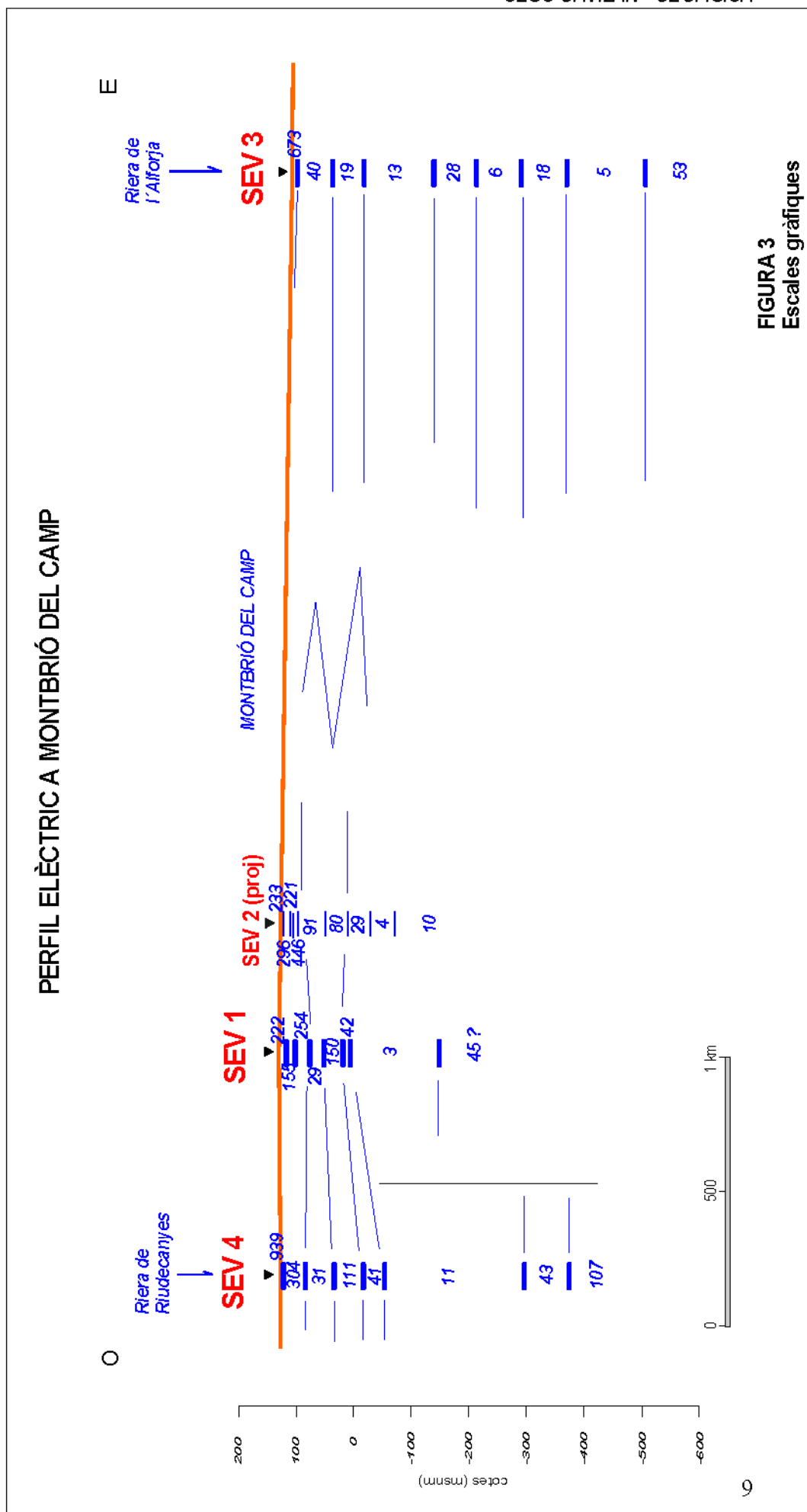


FIGURA 3
 Escalles gràfiques

La observació del perfil denota una reducció general dels valors de la resistivitat en el SEV 3 situat al est (riera de l'Alforja), respecte als obtinguts en els trams superficials i profunds dels SEV 4 i 1, inclosa la interpretació del SEV 2 en els seus trams superficials.

En els SEV,s 4 i 1 situats al oest, deduïm horitzons resistius fins als 125 m (SEV 1) i 180 m en el SEV 4. Per sota s'en dedueix uns nivells força conductors atribuïbles al domini argilo-margós.

Els horitzons resistius més profunds s'han interpretat a partir dels 420 m (SEV 4) i més clar a partir dels 500 m. Aquests horitzons poden representar nivells de alternativa aquífera. Aquesta interpretació està subjecta a desviacions degut a que les alineacions s'han tingut que realitzar tangencialment a les fractures del marge de la fossa i això suposa efectes de compensació entre les ales del dispositiu. L'efecte més significatiu es l'horitzó basal del SEV 1, que planteja dubtes respecte al seu valor i profunditat i així es reflecteix en el perfil interpretatiu.

Pel que fa al SEV profund de la Riera de l'Alforja (SEV 3), cal insistir en el caràcter preferentment conductor dels horitzons, amb no més el nivell superficial (fins a 10 m atribuïble a les graves de l'al·luvial) i al horitzó basal a partir dels 600 m com nivells més resistius, tot i que aquest últim tan sols apuntaria a increments de les intercalacions grolleres, més que trobar-nos amb el sòcol pre-terciari.

Tan el SEV 1 com el 2, son menys penetrants, abastant fins a uns 300 m de fondària, sembla caracteritzar els horitzons resistius superficials fins als 115 – 125 m, horitzons quals son objecte d'explotació actual.

El potent horitzó conductor dels SEV 4 (11 ohm.m) atribuïble a elements margo-argilosos presenta uns 240 de gruix, no descarta la presència d'intercalacions més grolleres atesa la pendent suau que determina la corba.

Destaquem:

- Homogeneïtat de la successió dels horitzons superficials del sector oest.
- Heterogeneïtat del gruix dels horitzons a profunditats mitges i altes.
- Increment dels horitzons amb valors conductors de la resistivitat cap al est (domini argilo-margós).

4.2. PERFIL DE RESISTIVITAT.

Els perfils reflecteixen la evolució del paràmetre de resistivitat per totes les obertures fixes considerades, per tant es tracta d'una visió qualitativa que pot orientar respecte a la presència de nuclis de contrastada resistivitat i la interpretació de discontinuïtats laterals.

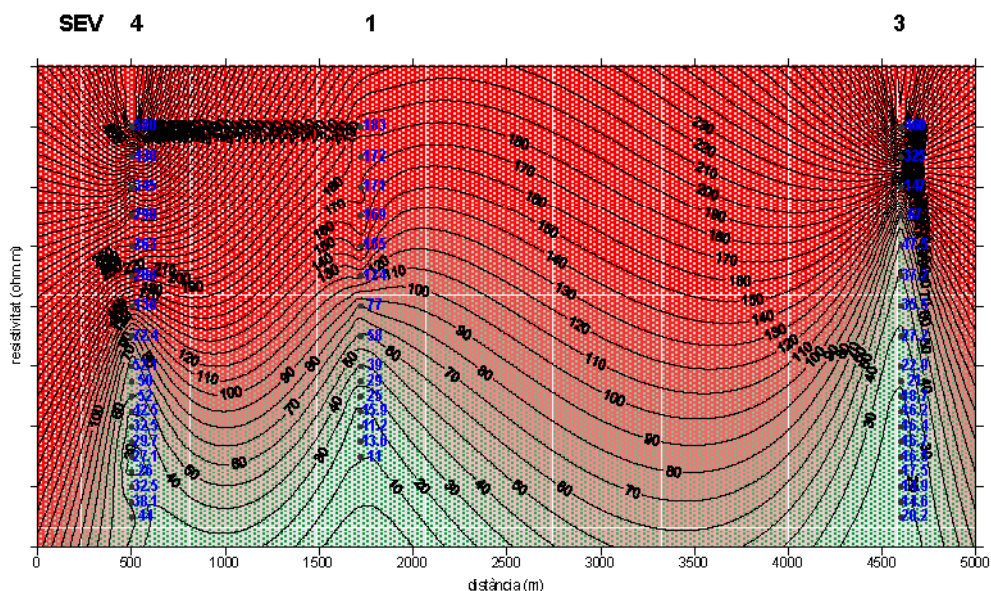
Les isolínies han estat dibuixades amb intervals de 10 ohm.m.

Perfil de resistivitat : representat a la figura adjunta.

Destaquem:

- Constata els nuclis més conductors de les obertures més grans degut a la presència del domini argilo-margós.
- Aquests nuclis es fan palesos amb major grau als SEV 3 (riera d'Alforja).
- El conjunt d'horitzons més vermells (major resistivitat) estan més desenvolupats capa el oest i a majors obertures del dispositiu, la qual cosa suposa més profunditat.

PERFIL DE RESISTIVITAT A MONTBRÍ DEL CAMP (TARRAGONA)



5.- Conclusions i recomanacions.

Quan als resultats de la prospecció geofísica.

S'han realitzat 4 Sondeigs elèctrics verticals d'investigació.

- S'ha deduït una marcada discontinuïtat dels horitzons intermedis i profunds distingits elèctricament, atribuïbles a efectes estructurals en forma de fractures (SEV 4 i 1) i a canvis de fàcies (SEV 4 i 3). Aquestes fractures poden afectar a les característiques dels horitzons elèctrics profunds interpretats, en particular pel que fa al seu gruix i/o fondària del seu sostre. Aquest aspecte s'ha de tenir en compte en les possibles alternatives d'investigació a plantejar.
- S'ha deduït un increment dels horitzons conductors cap a l'est, atribuïble a increments del domini argilo-margós.
- El sector NO estudiat amb els SEV 4, 1 i 2, presenta horitzons resistius d'interès fins als 115 m en el cas dels SEV 1 i 2 i fins als 180 m pel SEV 4 (realitzat a la Riera de Riudecanyes). En el primer cas corrobora el nivell d'explotació de bona part dels pous actuals.
- Els horitzons profunds amb intercalacions més resistives i en conseqüència susceptibles d'establir-se com alternatives aquíferes, son prou fons en els SEV,s més penetrants 4 i 3; interpretant-se un sostre a 420 – 500 m pel SEV 4 (oest) i més de 600 m pel SEV 3 (est).
- En el trams intermedis més conductors (10-30 ohm.m), no es descarten l'aparició d'intercalacions sorrenques de menor entitat.
- Ateses aquestes deduccions quan a litologies i fondàries, estimem com prioritari establir els sectors d'investigació, a la franja O i N del terme, més pròxima al contacte amb el sòcol i més resistiva en el seu conjunt, la qual cosa afavorirà la presència d'intercalacions d'interès aquífer.
- Les fondàries a assolir pels sondeigs d'investigació-explotació, atendran als criteris hidrogeològics estudiats en apartats complementaris, afegint les aportacions de la prospecció geofísica esmentats precedentment.

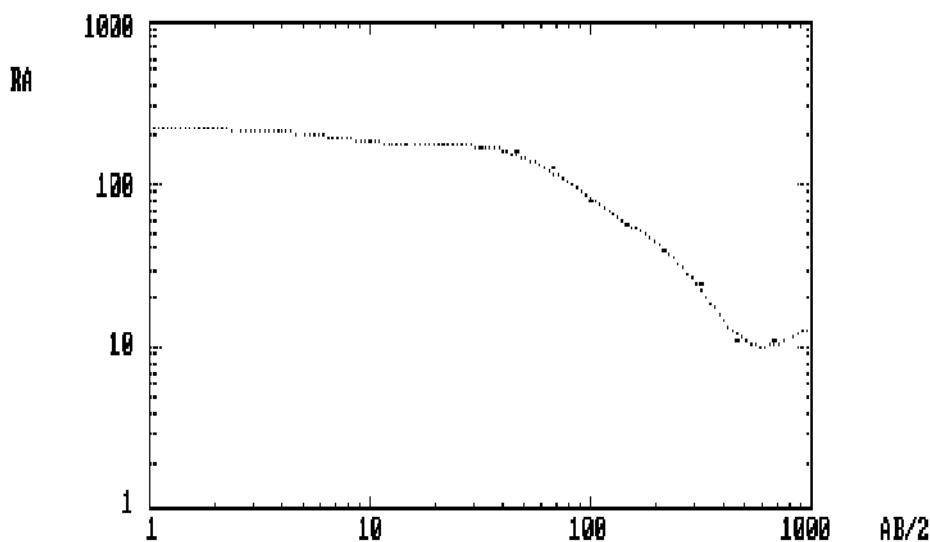
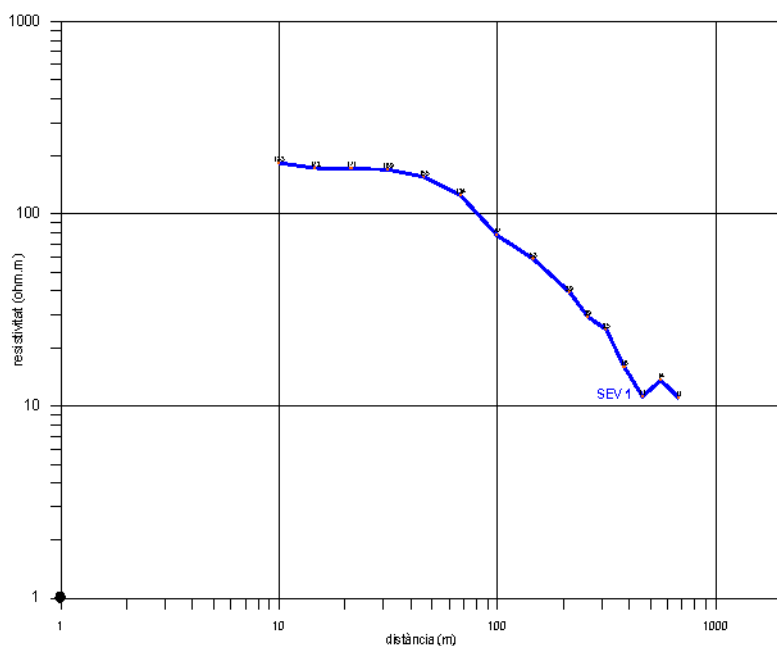
RECOMANACIÓ

La prospecció geofísica permet la determinació de paràmetres mitjos de l'àrea afectada per a la pertorbació provocada. La resposta es refereix al comportament mig del subsòl i pot incloure efectes estructurals i de canvis laterals.

Signat: Francesc Gavilán
Geofísic-Hidrogeòleg
Gener. 2008

RESULTATS DE LES CORBES DE RESISTIVITAT

SONDEIG ELÈCTRIC : SEV 1 - MONTBRIÓ

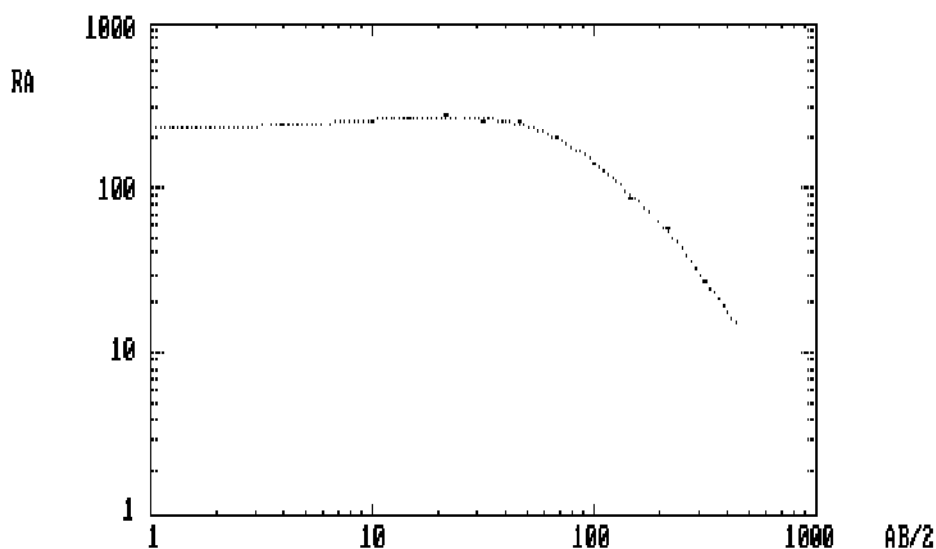
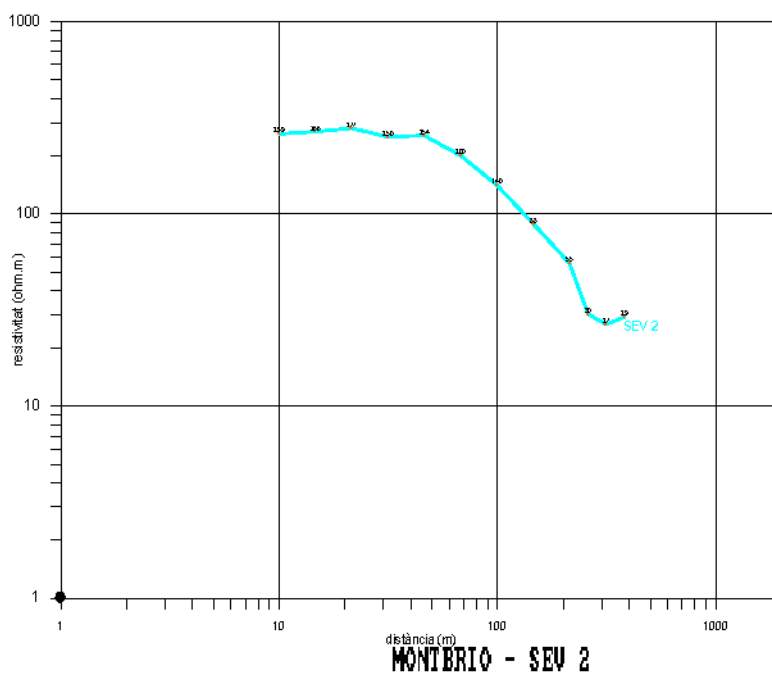


SEV 1 - MONTBRIÓ

AJUST				INTERPRETACIÓ	
AB/2	RES.AP.	RES.EXP.	Error %	Resistivitat (ohm.m)	Grua (°)
10	181,66	183	-0,7%	217,25	3,3
14,7	174,48	172	1,44	157,58	10,03
21,5	172,68	177,5	0,6%	246,91	13,59
31,6	168,94	169	-0,0%	29,31	23,83
46,4	151,21	155	-2,4%	147,77	23,08
68,1	116,91	124	-5,7%	18,35	31,34
100	81,43	77	5,7%	42,38	12,83
147	57,71	58	-0,%	2,96	153,07
215	39,66	39	1,6%	43,86	
316	22,38	25	-10,%		
464	11,96	12,2	6,8%		
681	10,53	11	-4,24		
1000					
1467					

Llegendra
 RES. AP. (...) Resistivitats aparents calculades
 RES. EXP. (...) Resistivitats aparents experimentals (cades de camp)

SONDEIG ELÈCTRIC : SEV 2 - MONTBRÍ

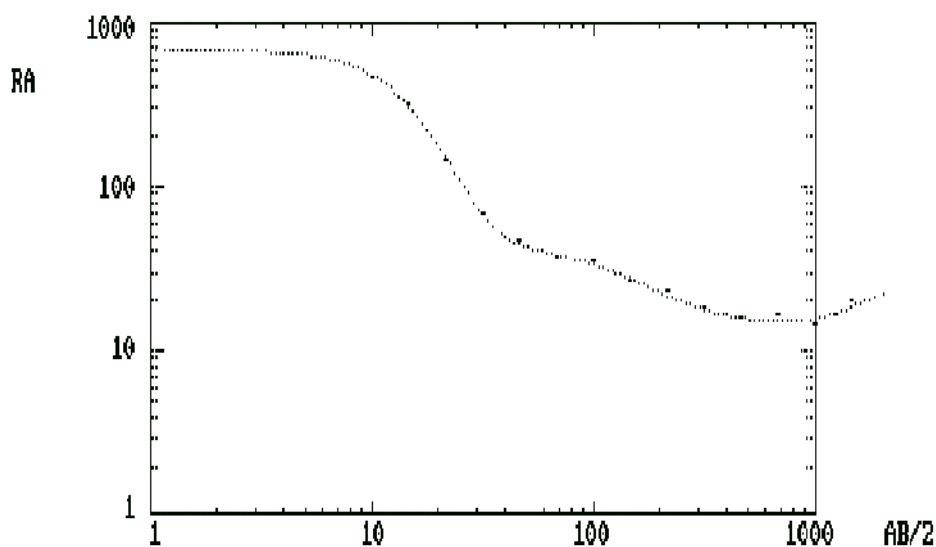
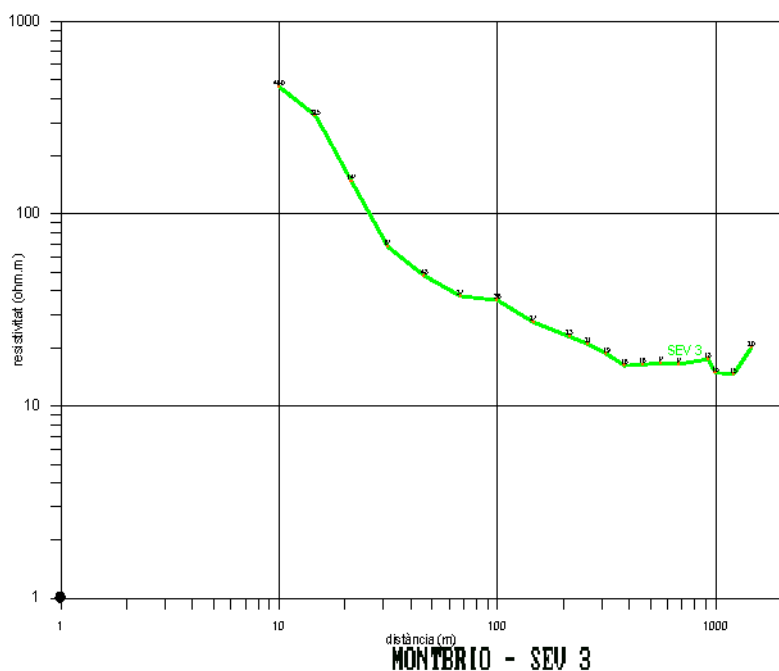


SEV 2 - MONTBRÍ

AJUST				INTERPRETACIÓ	
A (m)	b. SAI'	10.51.81'	1.m+4	Resistivitat (ohm.m)	Dist.(m)
10	258.05	250	-0,37	233,77	4.15
4,7	287.89	266	0,5	238,36	8.82
27,5	270.83	277	2,23	221,82	5.72
37,3	294.88	280	5,95	418,84	10.62
70,4	249,7	267	-7,15	31,32	48,7
66,1	137.59	200	-1,32	33,76	33.46
100	111.02	170	0,75	29,01	37.92
77	91.28	80	3,71	4,32	43,7
9,5	52,5	55,7	-3,24	10,42	
37,6	27,4	27	7,47		
454					
687					
1000					
1487					

Hoopics
 RES. A: () Resistivitat ajustada - calc. teòr.
 RES. EXP: () Resistivitat aparent experimental (dades de camp)

SONDEIG ELÈCTRIC : SEV 3 - MONTBRIÓ

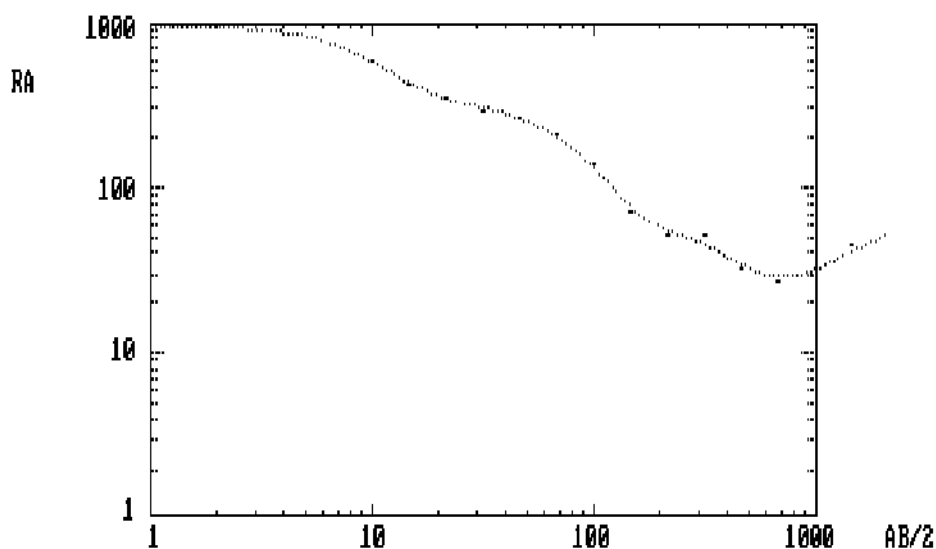
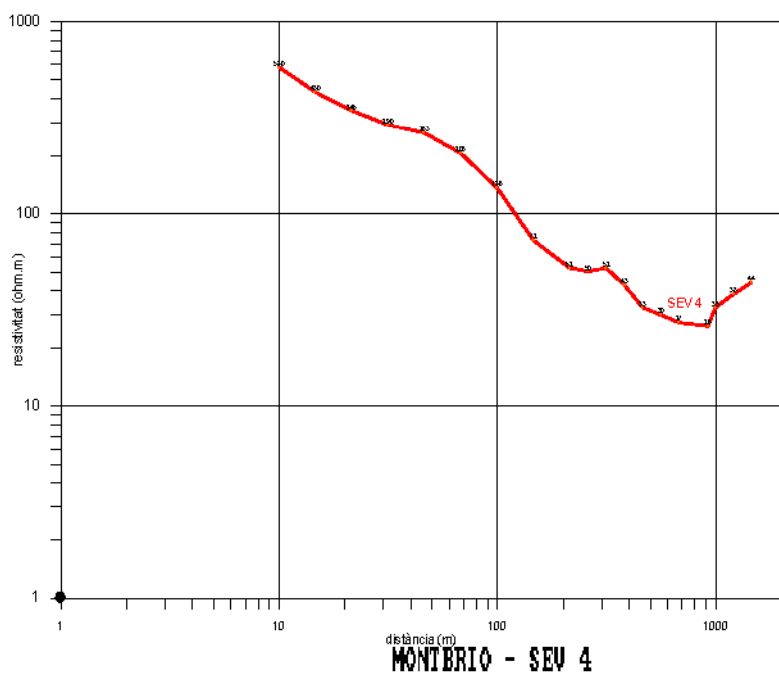


SEV 3 - MONTBRIÓ

AJUET				INTERPRETACIÓ	
AB/2	RES.AP.	RES.EXP.	Error %	Resistivitat (ohm.m)	Grux (m)
13	475,65	460	3,4	673	7,1
14,7	308,57	325	-5,05	40	61,2
21,5	150,38	147	2,3	19	56,5
31,6	66,82	67	-0,27	13	119,2
46,4	43,95	47,5	-7,48	28	74,3
66,1	38,44	37,2	3,35	6	77
100	33,67	35,5	-5,15	18	78,9
147	27,61	27,2	1,52	5	136
215	21,74	22,5	-5,05	53	
316	17,81	18,7	-4,76		
464	15,9	16,4	-3,04		
681	15,15	16,5	-8,19		
1000	15,74	14,5	5,65		
1437	10,51	20,2	-0,35		

L.egenda
 RES. AP. (...) Resistivitats aparents calculades
 RES. EXP. (...) Resistivitats aparents experimentals (dades de camp)

SONDEIG ELÈCTRIC : SEV 4 - MONTBRÍ



SEV 4 - MONTBRÍ

AJUST				INTERPRETACIÓ	
A (m)	b. SAI	l. SAI (m)	l. m. 4	Resistivitat (ohm.m)	Dist. (m)
10	577.51	580	-0.43	333.4	4.24
4.7	433.67	430	0.22	334.87	36.6
21.5	349.28	345	0.05	311.87	48.26
31.8	304.07	290	-7.35	111.83	56.1
76.4	232.87	265	-0.14	41.34	35.41
66.1	232.88	206	-1.33	11.36	244.08
100	159.47	136	-7.19	45.17	75.07
17.7	117.47	72.7	3.19	197.8	
9.5	56.8	62.1	8.14		
31.6	44.77	52	3.01		
494	34.34	32.5	5.05		
68.1	29.87	57.1	3.01		
100	32.34	32.5	-0.3		
1467	41.06	44	-9.33		

Hoopex
 RES. A ()) Resistivitat ajustada - calculada-
 RES. EXP. ()) Resistivitat aparent experimental (dada de camp)

FOTOGRAFIES DE L'ESTUDI



SEV 3 (Riera de l'Alforja)



SEV 4 (Riera de Riudecanyes)

