



UNIVERSITAT<sup>DE</sup>  
BARCELONA

## **Els factors geològics com ajuda a la planificació territorial i gestió del medi ambient al Vallès Oriental**

Jordi Corominas i Dulcet



Aquesta tesi doctoral està subjecta a la llicència **Reconeixement 4.0. Espanya de Creative Commons.**

Esta tesis doctoral está sujeta a la licencia **Reconocimiento 4.0. España de Creative Commons.**

This doctoral thesis is licensed under the **Creative Commons Attribution 4.0. Spain License.**

"ELS FACTORS GEOLOGICS COM AJUDA A LA PLANIFICACIO  
TERRITORIAL I GESTIO DELS MEDI AMBIENT AL VALLES  
ORIENTAL".

Memòria presentada per assolir  
el grau de Doctor en Ciències  
Geològiques



Jordi COROMINAS i DULCET

Juliol del 1982



UNIVERSIDAD DE BARCELONA

FACULTAD DE CIENCIAS GEOLOGICAS

DEPARTAMENTO DE PROSPECCION GEOLOGICA Y GEOFISICA

Els treballs continguts en aquesta Memòria el Graduat en Ciències Geològiques, en Jordi COROMINAS i DULCET, per a assolir el Grau de Doctor en Ciències Geològiques, s'han dut a terme, sota la meua direcció, en el Departament de Prospecció Geològica i Geofísica de la Facultat de Geologia de la Universitat de Barcelona. Han finalitzat el dia 22 de Juny del 1982.

Barcelona, 22 de Juny del 1982

Eduardo Alonso Perez de Agra  
Catedràtic de Geotècnia



BIBLIOTECA DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA



0700051490

R. 699

A la Núria i en Guillem,  
pel temps escatimat.

## AGRAÏMENTS



Vull expressar el meu sincer agrïment a la Núria Cruells que m'ha ofert un important suport moral i que m'ha ajudat en un sens fi de tasques, des del reconeixement de camp, fins a les pesades feines de redacció, correcció i compaginació de la memòria.

El Dr. Eduardo Alonso, director del Dpt. d'Enginyeria del Terreny de l'E.T.S.d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de la U.P.B, ha dirigit aquest treball i ha realitzat una discussió crítica dels diferents problemes que han anat apareixent, a ell i a tots els companys de l'esmentat Departament, el meu sincer agrïment. El Dr. Alfredo San Miguel, director del Dpt. de Petrologia i Geoquímica de la Universitat de Barcelona, m'ha donat tota mena de facilitats en la meva tasca.

Voldria esmentar especialment, a A. Casas del Dpt. de Prospecció Geològica i Geofísica, que m'ha ajudat enormement en la realització dels treballs de geofísica i en la interpretació de resultats per ordinador. T.Toral del Laboratori de Materials de Carreteres de la Generalitat de Catalunya, m'ha facilitat la realització d'anàlisis de roques industrials i ha discutit alguns apartats. J.Dolz de la càtedra d'hidràulica de l'E.T.S. d'Enginyers de Camins, m'ha posat a punt el tractament informàtic de les dades climàtiques. Les revisions crítiques de A.Bayó, E.Custodio i J.Niñerola han estat especialment valuoses.

Una part important del treball es deu a les dades que m'han facilitat un bon nombre d'empreses i organismes que per ordre alfabètic són : A.C.S.A, Ajuntament de Mollet, Ajuntament de Paret, Autopistas Concesionarias S.A., Carsi, Cimentaciones Técnicas S.L., Comisaria de Aguas del Pirineo Oriental, Dames and Moore Iberia, Edafos, Farmàcia Ferrandis (Centelles), General de Aguas Scholh, Geos, Geotecnia geólogos consultores, Losan Mecánica del Suelo, Niñerola reconocimientos geofísicos, Potrony

pous i sondeigs, 5<sup>a</sup> Jefatura Regional de Carreteras de Barcelona, Rodio, Servei Geològic de Catalunya, Servicio Geológico de Obras Públicas, Servicio Meteorológico Nacional, Sondesa, Suelotest, Vegarada i Xartó. Així com també els senyors Falgueras, Sentias, Sobrevias i Molins de les companyies subministradores d'aigües de Centelles, St. Martí de Centelles, Aiguafreda i Montmeló respectivament.

He d'agrair també l'ajut d'en C. Ayora en la realització de gràfiques i figures. J.M. Ros ha retolat els mapes, Lidia Clamosa i Rosa Galvany han mecanografiat el manuscrit, com també Anna i Pere Cruells, finalment R. Tomàs s'ha encarregat de la reproducció de la memòria. A tots, i als que m'és impossible d'esmentar per l'extensió de la llista, moltes gràcies.

## INDEX

|   |    |
|---|----|
| 1. GEOLOGIA, PLANIFICACIO DEL TERRITORI I MEDI AMBIENT.....   | 1  |
| 1.1 INTRODUCCIO .....   | 1  |
| 1.2 IMPORTANCIA DELS PARAMETRES GEOLOGICS .....   | 7  |
| 1.2.1 Els paràmetres geològics com a factor limitant ..   | 7  |
| 1.2.2 Possibilitats de danys al medi natural .....  | 11 |
| 1.2.3 Possibles danys a les activitats i implantacions<br>humanes, per modificacions realitzades al medi<br>natural ..... | 17 |
| 1.2.4 Us i gestió dels recursos naturals .....  | 20 |
| 1.3 ASSIMILACIO DELS ESTUDIS GEOLOGICS EN ELS PROJECTES DE<br>PLANIFICACIO TERRITORIAL I LA GESTIO DEL MEDI .....         | 25 |
| 1.3.1 Avaluació i quantificació dels paràmetres geo -<br>lògics .....   | 26 |
| 1.3.2 Tipus d'estudis a realitzar i documents a<br>obtenir .....  | 30 |
| 1.3.2.1 Estudis globals o de planificació .....   | 30 |
| 1.3.2.2 Els estudis d'impacte .....   | 33 |
| 1.3.3 El paper de la Geologia dins la gestió del medi .<br>L'avaluació integral del medi natural .....                    | 35 |
| 2. OBJECTIUS .....  | 43 |
| 3. LA CARTOGRAFIA GEOLOGICA APLICADA ALS ESTUDIS D'ORDENA -<br>CIO TERRITORIAL I GESTIO DEL MEDI AMBIENT.....             | 45 |
| 3.1 TERMINOLOGIA .....  | 47 |
| 3.2 ANTECEDENTS HISTORICS .....   | 53 |

|           |  |     |
|-----------|--|-----|
| 3.3       | TIPUS DE PARAMETRES I METODES DE REPRESENTACIO .....   | 63  |
| 3.4       | MAPES DE DESCRIPCIO I MAPES D'INTERPRETACIO .....  | 77  |
| 4.        | METODE DE TREBALL .....  | 81  |
| 4.1       | ESQUEMA GENERAL .....  | 81  |
| 4.2       | DESENVOLUPAMENT DE LES DIFERENTS ETAPES .....  | 82  |
| 5.        | APLICACIO DELS PARAMETRES GEOLOGICS DINTRE DE L'ESTUDI<br>DE L'ORDENACIO TERRITORIAL D'UNA AREA CONCRETA : EL<br>VALLES ORIENTAL ..... | 89  |
| 6.        | SECTOR CENTELLES-AIGUAFREDA .....  | 93  |
| 6.1       | INTRODUCCIO .....  | 93  |
| 6.2       | DESCRIPCIO GEOLOGICA .....   | 95  |
| 6.2.1     | EL RELLEU .....  | 95  |
| 6.2.1.1   | Unitats del relleu .....   | 95  |
| 6.2.1.2   | La distribució de pendents .....   | 97  |
| 6.2.2     | LITOLOGIA .....  | 101 |
| 6.2.2.1   | Descripció litoestratigràfica .....  | 101 |
| 6.2.2.1.1 | Materials paleozoics .....   | 101 |
| 6.2.2.1.2 | Materials secundaris .....   | 102 |
| 6.2.2.1.3 | Materials terciaris .....  | 105 |
| 6.2.2.1.4 | Els materials quaternaris .....  | 110 |
| 6.2.2.2   | Unitats litològiques cartografiades .....  | 112 |
| 6.2.3     | TECTONICA .....  | 115 |
| 6.2.3.1   | Trets generals .....   | 115 |
| 6.2.3.2   | Accidents tectònics del Sector d'Aiguafreda<br>Centelles .....   | 116 |

|   |     |
|---|-----|
| 6.2.4 GEOMORFOLOGIA I PROCESSOS ACTIUS .....                      | 125 |
| 6.2.4.1 Consideracions generals .....                             | 125 |
| 6.2.4.2 Formes .....  | 126 |
| 6.2.4.3 Dipòsits .....  | 128 |
| 6.2.4.4. Processos .....  | 129 |
| 6.2.4.4.1 Erosió del sòl .....                                    | 130 |
| 6.2.4.4.2 Moviments de gravetat .....                             | 132 |
| 6.2.4.4.3 Fenòmens hidrològics .....                              | 137 |
| 6.2.5 CLIMATOLOGIA .....  | 139 |
| 6.2.5.1 Temperatures .....  | 141 |
| 6.2.5.2 Pluviometria .....  | 145 |
| 6.2.5.3 Diagrama ombrotèrmic .....                                | 157 |
| 6.2.6 HIDROLOGIA SUPERFICIAL .....                                | 159 |
| 6.2.6.1 La xarxa hidrogràfica .....                               | 159 |
| 6.2.6.2 Règim hidrològic .....                                    | 162 |
| 6.2.6.3 Avaluació de les avingudes màximes .....                  | 164 |
| 6.2.6.3.1 Mètode empíric de càlcul per a petites<br>conques ..... | 164 |
| 6.2.6.3.2 Mètode estadístic .....                                 | 167 |
| 6.2.7 HIDROLOGIA SUBTERRANIA .....                                | 171 |
| 6.2.7.1 Unitats aquíferes .....                                   | 171 |
| 6.2.7.2 Funcionament hidrogeològic .....                          | 174 |
| 6.2.7.3 Avaluació de recursos .....                               | 178 |
| 6.2.8 ROQUES INDUSTRIALS .....                                    | 185 |
| 6.2.8.1 Unitats explotables. Qualitat dels ma -<br>terials .....  | 186 |
| 6.2.8.2 Inventari d'extraccions i recursos poten -<br>cials ..... | 198 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 6.2.9   | PUNTS D'INTERES GEOLOGIC .....  | 205 |
| 6.2.9.1 | Inventari de punts .....  | 206 |
| 6.2.9.2 | Itineraris didàctics .....  | 215 |
| 6.3     | ELS CONDICIONAMENTS GEOLOGICS EN L'ORDENACIO TER -<br>RITORIAL DEL SERCTOR CENTELLES-AIGUAFREDA ..... | 225 |
| 6.3.1   | LIMITACIONS DEL CREIXEMENT .....  | 225 |
| 6.3.1.1 | El relleu .....   | 225 |
| 6.3.1.2 | Els processos actius .....  | 229 |
| 6.3.2   | DANYS AL MEDI NATURAL .....   | 232 |
| 6.3.2.1 | Erosió del sòl .....  | 232 |
| 6.3.2.2 | Contaminació d'aigües .....   | 235 |
| 6.3.2.3 | Eliminació de residus sòlids urbans .....   | 243 |
| 6.3.2.4 | La indústria extractiva .....   | 248 |
| 6.3.2.5 | Destrucció del patrimoni cultural, científic i paisatgístic .....                                     | 254 |
| 6.3.3   | PERJUDICIS SOBRE LES ACTIVITATS HUMANES PER MODIFICACIONS PRODUIDES AL MEDI .....                     | 255 |
| 6.3.4   | GESTIO DELS RECURSOS .....  | 259 |
| 7.      | SECTOR MOLLET-MONTORNES .....   | 263 |
| 7.1     | INTRODUCCIO .....   | 263 |
| 7.2     | DESCRIPCIO GEOLOGICA .....  | 265 |
| 7.2.1   | EL RELLEU .....   | 265 |
| 7.2.1.1 | Unitats del relleu .....  | 265 |
| 7.2.1.2 | La distribució de pendents .....  | 266 |
| 7.2.2   | LITOLOGIA .....   | 268 |
| 7.2.2.1 | Descripció litoestratigràfica .....   | 268 |
| 7.2.2.2 | Unitats litològiques cartografiades .....   | 274 |

|  |     |
|--|-----|
| 7.2.3 LA DISPOSICIO DE LA FORMACIO AL.LUVIAL   |     |
| RECENT .....   | 277 |
| 7.2.3.1 Informació disponible i elaboració de<br>les dades .....   | 277 |
| 7.2.3.2 Mapa de gruixos del quaternari<br>al.luvial .....  | 280 |
| 7.2.3.3 Mapa d'isòbates del substrat de la zona<br>al.luvial .....   | 282 |
| 7.2.4 ROQUES INDUSTRIALS .....   | 289 |
| 7.2.4.1 Qualitat dels materials .....  | 289 |
| 7.2.4.2 Recursos potencials .....  | 295 |
| 7.2.5 CLIMATOLOGIA .....   | 299 |
| 7.2.5.1 Temperatures .....   | 302 |
| 7.2.5.2 Pluviometria .....   | 302 |
| 7.2.5.3 Diagrama ombrotèrmic .....   | 330 |
| 7.2.6 HIDROLOGIA SUPERFICIAL .....   | 333 |
| 7.2.6.1 Règim hidrològic .....   | 333 |
| 7.2.6.2 Avaluació de les avingudes màximes .....   | 337 |
| 7.2.7 HIDROLOGIA SUBTERRANIA .....   | 353 |
| 7.2.7.1 Principals unitats aquíferes .....   | 353 |
| 7.2.7.2 Funcionament hidrogeològic .....   | 360 |
| 7.2.7.3 Recursos potencials i balanç hídric .....  | 378 |
| 7.2.8 HIDROGEOQUIMICA .....  | 401 |
| 7.2.8.1 Composició de les aigües subterrànies .....  | 403 |
| 7.2.8.2 Conseqüències hidrogeològiques deduïdes<br>de la composició de les aigües subter -<br>rànies ..... | 427 |

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| 7.2.9     | CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES .....                      | 439 |
| 7.2.9.1   | Caracterització geotècnica de les diferents unitats ...   | 440 |
| 7.9.2.1.1 | Granit .....  | 440 |
| 7.9.2.1.2 | Esquistos .....   | 441 |
| 7.9.2.1.3 | Argiles i arcoses del Miocè .....                         | 442 |
| 7.2.9.1.4 | Argiles i llims carbonatats .....                         | 447 |
| 7.2.9.1.5 | Sorres i graves ; argiles i llims al.luvials .....        | 450 |
| 7.3       | CONDICIONAMENTS GEOLOGICS EN L'ORDENACIO TERRITORIAL DEL  |     |
|           | SECTOR DE MOLLET-MONTORNES .....                          | 457 |
| 7.3.1     | LIMITACIONS AL CREIXEMENT .....                           | 457 |
| 7.3.1.1   | El relleu .....   | 457 |
| 7.3.1.2   | Processos actius : les riuades .....                      | 459 |
| 7.3.1.3   | Aptitud geotècnica dels terrenys per a la                 |     |
|           | construcció .....   | 463 |
| 7.3.1.4   | El risc sísmic .....                                      | 471 |
| 7.3.2     | DANYS AL MEDI NATURAL .....                               | 474 |
| 7.3.2.1   | Pèrdua de la cobertora edàfica .....                      | 474 |
| 7.3.2.2   | Contaminació de les aigües .....                          | 476 |
| 7.3.2.3   | Els abocadors de residus sòlids urbans .....              | 480 |
| 7.3.2.4   | Les extraccions d'àrids .....                             | 488 |
| 7.3.3     | PERJUDICIS SOBRE LES ACTIVITATS HUMANES PER MODIFICACIONS |     |
|           | PRODUIDES AL MEDI .....                                   | 493 |
| 7.3.3.1   | Problemàtica dels horts il.legals .....                   | 493 |
| 7.3.3.2   | Constreyniments de l'activitat constructiva i d'obres     |     |
|           | públiques .....   | 494 |

|  |     |
|--|-----|
| 7.3.4 GESTIO DELS RECURSOS .....                 | 500 |
| 8. RESUM DE CONCLUSIONS .....                    | 503 |
| 9. APORTACIONS I PROPOSTES DE NOUS ESTUDIS ..... | 513 |
| 10. BIBLIOGRAFIA .....                           | 519 |
| 11. DOCUMENTACIO FOTOGRAFICA .....               | 551 |

# 1. GEOLOGIA, PLANIFICACIO DEL TERRITORI I MEDI AMBIENT.

## 1.1 INTRODUCCIO

La necessitat de l'Ordenació Territorial apareix com a conseqüència de la forta expansió urbanística que s'ha generat les darreres dècades a la major part de països industrialitzats. El creixement urbà ha envaït de forma brusca grans superfícies tot modificant de dalt a baix les relacions econòmiques i socials preexistents i introduint transformacions profundes en el context físic del territori. A determinades zones, el procés de concentració excessiva el qual molt sovint ha estat realitzat amb objectius especulatiu, ha generat un gran nombre de dèficits a tots nivells.

Precisament un dels objectius fonamentals de l'Ordenació Territorial és el permetre que el creixement d'una àrea concreta es realitzi de forma harmònica tot garantint l'existència d'equipaments i serveis suficients per a assolir una mínima qualitat de vida i el desenvolupament de les diferents activitats econòmiques. La gran quantitat de variables que intervenen fan d'aquesta disciplina, un camp complex on es barregen conceptes d'economia, sociologia i legislació, i al nostre entendre, cal també coneixements de les característiques del medi natural i concretament les geològiques. Una vegada hagin estat analitzats tots els paràmetres, el planificador ha de decidir els usos que ha de tenir cada part del territori.

Fins fa molt pocs anys, els criteris utilitzats, dins i fora de casa nostra, en la planificació dels possibles usos d'una determinada àrea, han oblidat sistemàticament (llevat de molt comptades excepcions) el paper del medi natural. I això ha estat així perquè es partia de la concepció "urbana de l'ordenació territorial, és a dir, el centre d'interès és el nucli urbà i les seves activitats associades (industrials i comercials). La distribució de les diferents zonificacions urbanes, de les zones industrials, dels equipaments i serveis (inclosos cementiris, abocadors

d'escombraries ...), de la xarxa viària... etc., era dissenyada en funció sobretot de criteris socio-econòmics (excepcionalment els referits a les activitats primàries: agricultura i ramaderia), i la resta del territori no afectada per aquestes activitats era designada sovint amb el terme ambigu i mancat de contingut de "sòl no urbanitzable" i que per si sol ja ens indica la filosofia d'una tal planificació.

Les conseqüències que es deriven d'aquesta forma d'actuar tenen dos vessants diferenciats. D'una banda, l'oblit de les característiques del medi pot provocar a curt o a llarg termini, desordres d'importància econòmica a voltes, notable (edificació a zones inundables, assentament d'estructures, efectes dels terratrèmols, ...) que donen lloc a encariments inesperats tant per a particulars com per a la societat en general.

Finalment encara que no com a risc natural, hom pot considerar un grup de paràmetres fonamentals a molts projectes, són les característiques geotècniques dels terrenys. L'aparició de materials que presenten característiques mecàniques mediocres, poden tenir influència en els costos d'una obra concreta i en alguns casos fins i tot desaconsellar la seva execució. Amb tot, els mètodes de correcció en geotècnia han experimentat importants avenços (tècniques de preconsolidació, d'injecció, vibroflotació, pilotatge...) que permetrien de fet que no existís un terreny que no fos edificable, com també comentarem posteriorment. De la mateixa manera com haurem comentat en el projecte en concret, però podien ser prohibitives econòmicament quan s'està decidint l'ús d'un territori.

Es difícil d'avaluar quin és l'impacte econòmic i social que això té al nostre país, ja que no es disposa en l'actualitat de cap recopilació de dades, en aquest sentit. De tota manera, alguns episodis puntuals com són les tràgiques inundacions del Vallès i Baix Llobregat a la tardor del 1962 i 1971 o les de Girona el 1940 i 1970... proporcionen un balanç impressionant en pèrdues de vides humanes i econòmiques. Si que es disposen però, de dades d'altres països que malgrat no ésser transplan-

tables mecànicament, donen un ordre de magnitud significatiu.  
(TAULA 1.1)

Per altre costat, el creixement només en funció de l'òptica urbana, provoca a la llarga desequilibris territorials, tot enfrontant les activitats primàries amb les derivades de l'activitat urbana i industrial. Així una conseqüència derivada d'aquesta concepció de planejament, és el permanent conflicte d'usos en una mateixa àrea (conflicte camp-indústria a Baix Llobregat o al Maresme) i impideix valorar positivament el paper de l'agricultura i que aquesta sigui considerada com dins dels plans d'ordenació territorial. Aquest fet és molt greu a les proximitats de les grans ciutats i en general als països industrialitzats, MARSH (1978) esmenta que als Estats Units al voltant de 6000 Km<sup>2</sup> de terres agrícoles són convertides anualment a d'altres usos. Es a dir, una superfície equivalent a la província de Girona. Si no es detura aquesta tendència, les millors terres de conreu poden desaparèixer irreversiblement, en un termini relativament curt.

| <u>Risc</u>      | <u>Vides</u> | <u>Milions de Pessetes (*)</u> |
|------------------|--------------|--------------------------------|
| Inundacions      | 85           | 120.000                        |
| Terratrèmols     | 8            | 10.000                         |
| Esllavissaments  | desconegut   | 100.000                        |
| Erosió costanera | desconegut   | 30.000                         |
| Sòls expansius   | desconegut   | 220.000                        |
| D'altres         | desconegut   | 10.000                         |

(\*) hem realitzat el canvi 1\$ = 100pts.

TAULA 1.1 Mitjana anual de pèrdues als Estats Units derivada dels riscos geològics (segons ROBINSON i SPIEKER 1978)

Els darrers anys però, s'ha experimentat un interès cada vegada més gran, en la incorporació dels factors geològics com a elements a considerar dins d'una planificació integral del territori. D'antuvi l'interès es començà a manifestar de cara a conèixer les característiques geotècniques a zones urbanes, per tal de preveure o evitar les àrees amb problemes específics o amb característiques deficientes i poder programar projectes amb uns mínims coneixements. Posteriorment, s'eixampla el camp de treball i apareixen realitzacions on es consideren a més molts aspectes com són els recursos hídrics, roques industrials, processos actius... etc. ..., dins d'estudis més amplis concebuts per a l'ordenació territorial. Cal dir que els pioners dins aquest camp, són els alemanys, els txecs i els països socialistes en general, que a partir dels començaments de la dècada dels 60 utilitzaven de manera sistemàtica cartografies amb fonament geològic, en la planificació urbana. Una mica més tard apareixen també nombroses realitzacions als Estats Units i ja a la dècada dels 70, el procés s'estén a molts països, França, Anglaterra i Bèlgica sobretot, i també Italia i Espanya entre d'altres.

La filosofia d'aquestes realitzacions és que els factors geològics són un element d'ajuda per a la visió integral d'un territori, i tracten d'adaptar una sèrie de coneixements sobre la realitat del medi físic d'una regió, que d'una manera directa o indirecta influeixen en el creixement o en el desenvolupament normal de les activitats humanes. Es tracta d'una visió positivista pel fet que assenyala no tan sols els riscos que poden existir per a determinades actuacions, sino també l'existència de recursos o condicions constructives favorables.

Cal no caure però, en l'error de pensar que els factors geològics són decisius sempre en la presa de decisions. En alguns casos i de cara a actuacions concretes poden ser determinants (característiques geotècniques molt deficientes poden desaconsellar l'edificació, o una zona d'infiltració d'aigües impedir la instal·lació d'un abocador d'escombraries, o un àrea de forta inestabilitat de vessants pot fer modificar el traçat original d'una carretera...), però gairebé sempre aquesta determinació vé dona

da davant projectes concrets i que plantegem previament. Però - entenem que els factors geològics no són suficients per a indicar la "vocació" d'un determinat terreny, és a dir, no tenim - prou informació per a decidir si un terreny és millor que sigui agrícola o si seria més idoni com a terreny urbà o industrial o per a instal·lar-hi determinats equipaments. En aquest aspecte, i això ho tractarem de manera més exhaustiva en un apartat posterior, cal al consideració a més d'altres paràmetres del medi natural, com són els agronòmics, botànics, zoològics..., els - quals juntament amb les consideracions socioeconòmiques i culturals de l'àrea en qüestió, i que poden justificar la "vocació" per a un determinat ús.

## 1.2.- IMPORTÀNCIA DELS PARÀMETRES GEOLÒGICS

Acabem d'esmentar molt per sobre, algunes conseqüències de no tenir en compte el condicionament dels paràmetres geològics en les activitats humanes. Cal però el realitzar un esforç de teorització, i poder definir en cada situació el tipus d'interacció entre l'home i el medi geològic. Per a aquest fi, seguirem parcialment algunes de les idees que hem exposat en un altre ocasió (COROMINAS 1982 b) on partim del pressupòsit que aquesta interacció home-medi geològic no és homogènia i els seus resultats no afecten sempre el mateix subjecte ni amb la mateixa intensitat. Amb totes poden separar diversos aspectes:

- a).- els paràmetres geològics poden representar una limitació i un condicionament a les activitats humanes i llur expansió.
- b).- les accions derivades de les activitats humanes poden provocar danys al medi natural, molt sovint irreversibles.
- c).- les accions derivades de les activitats poden modificar el medi natural de tal manera que aquesta modificació és negativa per a les mateixes activitats humanes.
- d).- L'escassetat cada vegada més manifesta dels recursos fa necessària la racionalització en llur ús i gestió.

### 1.2.1.- ELS PARÀMETRES GEOLÒGICS COM A FACTOR LIMITANT

Efectivament existeixen tot un conjunt d'elements del medi geològic que limiten amb més o menys intensitat la possibilitat d'expansió de les activitats humanes (sobretot les urbanes i industrials), ja sigui per la im-

possibilitat física de realitzar-la (sobretot factors geomorfològics) o sigui pel fet de l'existència de riscos naturals que poden posar en perill la integritat de les estructures constituïdes. Naturalment en alguns casos els avanços tècnics permeten de fer correccions que evitin total o parcialment l'existència d'aquests riscos, però de cara la planificació cal que l'anàlisi de la inversió a realitzar les faci econòmicament viables.

Un dels factors que podriem dir-ne geomorfològics, que juga un paper essencial és el pendent. Potser és un dels factors més limitants en qualsevol tipus d'utilització del territori. El pendent pot representar un fort encariment en les activitats que l'home realitzi. Aquest és el cas de la necessitat d'obertura de talussos artificials per a la construcció de vies de comunicació si no es vol sobrepassar uns límits màxims per a poder circular els vehicles o perllongar excessivament el traçat. El mateix passa en la construcció d'edificis i llurs fonamentacions, en els quals les obres de desmunt poden representar un percentatge important en els costos finals de l'obra.

Des del punt de vista de la planificació urbana, l'expansió enterrany de pendent fort, planteja uns inconvenients que no sempre són reconeguts com a tals ni en llur mesura. A part dels sobrecostos en l'edificació, el disseny de la xarxa viària on si la circulació d'automòbils de turisme és difícil, molt més ho és pels vehicles que realitzen els diferents serveis (neteja viària, recollida d'escombraries, extinció d'incendis...). A més a més, en el cas de servei d'aigües comporta un encariment important degut tant als costos energètics d'elevació de l'aigua, com també perquè la sobrepressió amb que s'ha de treballar fa que el desgast sigui gran. En casos extrems (zones de cingleres o pendents rocosos) pot impossibilitar qualsevol tipus d'ús.

A la TAULA 1.2, s'expressen alguns valors de pendents que representen un llindar màxim per a diferents tipus d'activitats, segons el criteri de CROFTS (1973). Aquestes dades poden ser con-

siderades com a útils i encara que existeixen casos reals on aquests límits són sobrepassats (sobretot a urbanitzacions a zones rurals, tan abundants a casa nostra), no és convenient exedir-los quan es tracta de planificació. (no cal dir que això és cert sempre que hi hagi possibilitat d'escollir entre diverses opcions de pendent).

Des del punt de vista de riscos naturals són nombrosos els fenòmens que hi poden intervenir. Aquí ja no es tracta de si es pot o no efectuar un assentament o una activitat en un lloc determinat, sino que aquest fet comporta un perill potencial tant per als béns materials, com per a les vides humanes i que a la realitat es converteixen en factors limitants de creixement. Els riscos poden derivar tant de la dinàmica externa com interna de la terra i dins d'aquest aspecte podem incloure tota la problemàtica lligada a la inestabilitat de vessants naturals (desprendiments, esllavissaments,...), allaus, inundacions, fenòmens volcànics, terratrèmols,... Malgrat l'opinió generalitzada de la gent del carrer (entre d'ells molts planificadors) que aquests riscos són incontrolables, només alguns d'ells poden considerar-se de moment com a tals. Mercès als avenços en la investigació d'aquests fenòmens i també per la utilització de tècniques estadístiques, com veurem més endavant, a la majoria dels casos es poden prendre mesures preventives i fins i tot correctores.

Dissortadament i malgrat llurs efectes catastròfics, aquests fenòmens han estat molt sovint ignorats tans si hi ha hagut planificació com si no.

Pendent

en %Crític per a...

|    |  |
|----|--|
| 1  | Pistes d'aeroports internacionals  |
| 2  | Principals líneas de transport per ferrocarril de passatgers i càrrega. Màxim per a vehicles comercials carregats sense reducció de velocitat. Pistes d'aeròdroms locals. Cultiu i llaurada lliures. |
| 4  | Principals carreteres.   |
| 5  | Maquinària agrícola per a desherbar i sembrar. L'erosió del sòl comença a ser un problema. Desenvolupament del territori (construccional) dificultat per sobre del 5% .                              |
| 8  | Edificació , carreteres. Pendent excessiu per al desenvolupament general . lloc intensiu d'acampada i picnic.  |
| 9  | Màxim absolut per a ferrocarrils   |
| 10 | Maquinaria agrícola pesada. Desenvolupament industrial a gran escala.  |
| 15 | Desenvolupament urbà. Tractors amb rodes convencionals.  |
| 20 | Llaurada en dos sentits. Recol.lectora combinada. Desenvolupament edificació-localitzada.  |
| 25 | Rotació de cultius. Remolcs de càrrega. Camins i pistes recreacionals.   |

Taula nº 1.2

Valors crítics dels pendents

Segons CROFTS ( a COOKE i DOORNKAMP 1977).

### 1.2.2.- POSSIBILITATS DE DANYS AL MEDI NATURAL

Aquest és un dels aspectes sovint oblidats fins ara en el planejament i això és greu si es té en compte que algunes de les accions que es puguin realitzar poden tenir conseqüències negatives irreversibles sobre el medi natural.

Descomptant els efectes sobre la fauna i flora que es troba en una regió i que no considerem aquí per tractar-se de paràmetres biològics, podem distingir tres grups d'efectes de cabal importància que tenen camps d'aplicació diferent. D'una banda la destrucció de terres agrícoles d'alta qualitat o no, sigui per la transformació de terrenys urbans o industrials, o sigui en accions que indirectament suposen l'erosió i pèrdua del sòl (obertura indiscriminada i incorrecte de vials, pràctiques agrícoles errònies ...) pot menar en determinats casos cap a la desertització del país. El problema de la pèrdua de sòl vegetal i agrícola per efecte de l'erosió sol donar-se amb gran intensitat a les regions de climes àrids i semiàrids i això ha fet que no se li doni la importància que realment té. Però no es pot oblidar que aquests fenòmens erosius es produeixen també en climes temperats. L'observació dels nostres pantans en èpoques de nivells baixos, ens farà adonar de la immensa quantitat de sediments acumulats, de vegades en molt pocs anys, aquest fet és que en si mateix ja que d'una banda indica una colmatació progressiva dels embassaments tot reduint llur capacitat, pertant llur funció reguladora per a la qual cosa van ser dissenyats. Però al mateix temps aquesta producció de sediments és indicativa de l'empobriment i pèrdua de la cobertura edàfica que es dona a la conca de drenatge.

En la documentació proporcionada per la Subsecretaria de Planificació per a la preparació del IV Plan de De

sarrollo (1976) es donen una sèrie de dades sobre l'erosió a Catalunya: (TAULA nº 1.3)

Les accions induïdes per l'home que aconduïxen a l'erosió del sòl són diverses: tala abusiva de boscos, incendis forestals, defectes de conreu, pasturatge, excavacions diverses, moto - cros i trial... les repercussions d'aquesta pèrdua no es produeixen tant sols sobre l'agricultura, sino que a més el fenomen duu implícit la pèrdua d'infiltració de les aigües reduint així els recursos hídrics del subsòl, provoca un increment de l'escorrentiu i conseqüentment augmenten els riscos de formació d'avingudes.

Un segon efecte és el de la contaminació de les aigües superficials o subterrànies per activitat i abocaments tant industrials com agropecuaris, i tant per residus sòlids com líquids. Si bé és molt més espectacular a les aigües superficials ja que els efectes són clarament visibles, és molt més perillós a les aigües subterrànies, perquè és molt difícil de reconèixer i la recuperació és extraordinàriament complicada.

La degradació de la qualitat de l'aigua afecta a tots els organismes que de ella en depenen (humans i no humans), en casos extrems s'arriba a l'eliminació dels que habiten en un curs fluvial. Potser la dependència que en té l'home dels recursos, ha provocat un interès de cara a resoldre determinats problemes lligats a la contaminació de les aigües. LLAMAS (1981) esmenta que als països subdesenvolupats, cada dia moren de l'ordre de 25.000 persones degut a malalties hídriques i que més de la meitat dels llits de tots els hospitals del món estan ocupats per persones amb malalties relacionades amb l'aigua. D'altra banda FREEZE I CHERRY (1979) esmenten dades de la U.S. Environmental Protection Agency, del 1977, on s'assenyala que als Estats Units actualment 17 milions d'abocaments de residus han introduït 6500 milions de metres cúbics dins el terreny. La magnitud d'aquestes xifres ens indiquen per si sols l'impacte a tots nivells que suposa l'ús incorrecte i la degradació dels recursos hídrics, que al marge dels efectes sobre les ac

|           | Superfície total (Has) | Erosió inapreciable (Ha) | %    | Erosió lleu (Ha) | %    |
|-----------|------------------------|--------------------------|------|------------------|------|
| Barcelona | 773.300                | 519.308                  | 67.2 | 37.427           | 4.8  |
| Girona    | 588.600                | 395.711                  | 67.1 | 27.374           | 4.7  |
| Lleida    | 1.202.800              | 649.939                  | 54.0 | 121.352          | 10.1 |
| Tarragona | 628.300                | 269.542                  | 43.0 | 30.353           | 4.8  |

|           | Erosió moderada (Ha) | %    | Erosió greu Forta (Ha) | Erosió molt forta (Ha) | %    |
|-----------|----------------------|------|------------------------|------------------------|------|
| Barcelona | 136.958              | 17.7 | 70.817                 | 8.790                  | 10.3 |
| Girona    | 123.412              | 21.0 | 36.687                 | 5.716                  | 7.2  |
| Lleida    | 276.920              | 23.0 | 142.353                | 12.236                 | 12.9 |
| Tarragona | 192.556              | 30.6 | 114.654                | 20.995                 | 21.6 |

Erosió lleu: si ha perdut menys del 25% de l'horitzó A del sòl.

Erosió moderada: si ha perdut fins el 75% de l'horitzó A.

Erosió forta: si ha perdut l'horitzó A i fins el 25% del B.

Erosió molt forta: amb formació de barrancs i bad-lands.

### Taula nº 1.3

Àrees erosionades a Catalunya.

Font: Documentación Básica del IV

Plan Nacional de Desarrollo.(1976).

tivitats humanes, representen modificacions importants no tan sols en el sistema biòtic sinó que també es poden produir en el propi substrat (els aqüífers poden ser afectats per colmatació degut a partícules en suspensió) poden produir-se dissolucions de carbonats per aigües àcides que s'hagin infiltrat..) que menin a la transformació de la dinàmica existent en el me di.

Un tercer efecte que pensem que val la pena d'assenyalar és la progressiva destrucció del patrimoni cultural i científic. És evident que el fort impuls industrial i urbanístic que ha caracteritzat el creixement econòmic del nostre país durant els darrers anys, s'ha traduït en l'anorreament d'alguns elements d'indubtable interès cultural, paisatgístic o científic. El fenomen de generació de "riquesa" que era implícit d'aquest creixement "justificava" la manca de sensibilitat envers determinants paisatges o d'altres elements que no tenien un interès econòmic quantificable.

Un país que es tingui per culte, no pot sinó tenir un mínim respecte per tot el que suposi un possible enriquiment cultural de la població. L'existència de determinats jaciments de fòssils, de mineralitzacions, accidents morfològics (engorjats, cascades...), accidents tectònics, estructures sedimentàries.. i molts altres aspectes geològics o simplement el possible gaudi d'un paisatge de gran bellesa, podrien ésser motius suficients per a realitzar un esforç de conservació de cara les futures generacions.

A més, una selecció d'aquests elements, de tal manera que es permetés una observació conjunta seguint un recorregut assequible i científicament coherent, pot permetre de donar una visió globalitzadora de la complexitat geològica d'un àrea determinada i ésser d'aquesta manera una eina didàctica per a la població escolar de diferents nivells. Cal dir que recentment ja existeix una certa tradició a Catalunya sobretot en la publicació d'itineraris (SOLE 1964, ALVAREZ i alt. 1977, 1979 a i b, BUSQUETS i alt. 1979, CALZADA i DE JAIME 1978, DOMIN-

GUEZ i JANES 1980, GASSIOT I RIERA . 1981...) i també darrerament de forma pràctica en la realització d'itineraris de la natura. L'elaboració doncs, de catàlegs on es recullin d'aquests elements i s'indiquin llur importància tant a nivell local, comarcal com nacional, és una feina bàsica a realitzar per a permetre posteriorment l'establiment de les corresponents mesures de protecció.

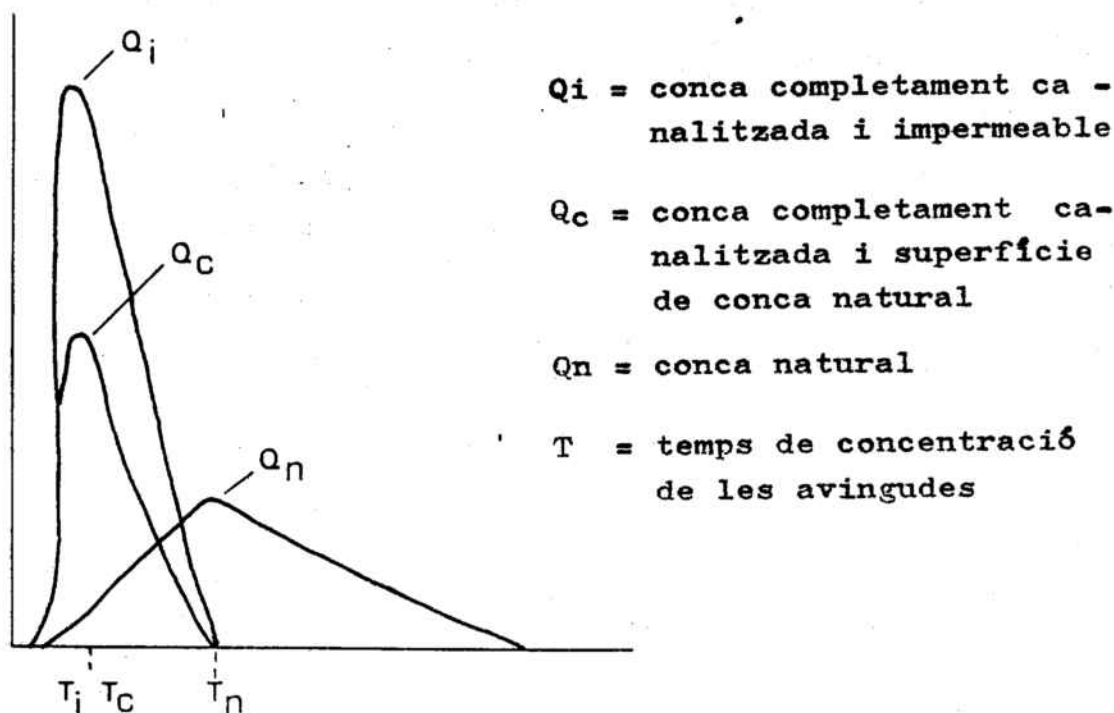
1.1.3.- POSSIBLES DANYS A LES ACTIVITATS I IMPLANTACIONS HUMANES PER MODIFICACIONS REALITZADES AL MEDI NATURAL.

Les modificacions introduïdes en el medi natural per efecte de l'expansió de les activitats humanes, no es restringeix només a afeccions al propi medi, sinó que també hi poden derivar efectes de signe negatiu per a les implantacions antròpiques existents.

Un dels efectes més evidents és que l'increment d'àrea urbanitzada provoca un augment del valor del coeficient d'escorrentiu (vegis TAULA nº 1.4) i al mateix temps una reducció del temps de concentració de les aigües d'avinguda, juntament amb un increment del cabal punta (Fig. nº 1.1). Aquest fenomen ha donat lloc que àrees que inicialment estaven a resguard de possibles inundacions, es fegin afectades pel fet d'urbanització intensiva aigües amunt.

Fig. nº 1.1.

Efecte del desenvolupament urbà sobre els hidrogrames d'avinguda (Segons FOX 1976 citat a GOUDIE 1981)



| <u>Àrees desenvolupades</u> | Coefficient d'escorrentiu: c |
|-----------------------------|------------------------------|
| TIPUS D'ÀREA DE DRENATGE    |                              |
| Zones verdes                |                              |
| Sòl sorrenc                 | 0.05-0.20                    |
| Sòl dur i compacte          | 0.13-0.35                    |
| Zona comercial              |                              |
| Zona cèntrica               | 0.70-0.95                    |
| Perifèria                   | 0.50-0.70                    |
| Residencial                 |                              |
| Vivendes unifamiliars       | 0.3-0.50                     |
| Blocs aïllats               | 0.40-0.60                    |
| Blocs densificats           | 0.60-0.75                    |
| Àrea suburbana              | 0.25-0.40                    |
| Industrial                  | 0.50-0.90                    |
| Carrers                     | 0.70-0.95                    |
| Teulades                    | 0.75-0.95                    |
| <br>                        |                              |
| <u>Àrees rurals</u>         |                              |
| TOPOGRAFIA I VEGETACIÓ      |                              |
| Zona de bosc                |                              |
| Plana(0-5% pendent)         | 0.10-0.40                    |
| Ondulada(5-10% pendent)     | 0.25-0.50                    |
| Muntanyosa(10-30%pendent)   | 0.40-0.60                    |
| Zona de pastura             |                              |
| plana                       | 0.10-0.40                    |
| ondulada                    | 0.16-0.55                    |
| muntanyosa                  | 0.22- 0.60                   |
| Zona cultivada              |                              |
| plana                       | 0.30-0.60                    |
| ondulada                    | 0.40-0.70                    |
| muntanyosa                  | 0.52-0.82                    |

Taula nº 1.4

Valors dels coeficients d'escorrentiu a àrees desenvolupades i àrees rurals (modificat de MARSH 1978)

Altres efectes de gran espectacularitat són els problemes de subsidència de la superfície del terreny, provocats per l'acció directa d'excavacions subterrànies (mineria) les quals tendeixen a cedir davant del pes del material suprajacent, i produint en superfície danys a les estructures que no poden suportar assentaments de gran magnitud o creant depressions o irregularitats topogràfiques. Un altre possible origen de subsidència és el produït per l'explotació intensiva d'aqüífers. En extreure l'aigua. La pressió que mantenia aquesta passa a afectar directament l'estructura sòlida del terreny, tot podent donar lloc a reajustament de llur distribució o deformacions per increment de tensions efectives. El resultat és una pèrdua de volum global que es traduirà en l'aparició d'assentaments superficials. Alguns exemples d'aquests fenòmens són esmentats per DAVIS 1976, sobre la ciutat de Mèxic, Venècia, llac Maracaibo (Veneçuela) i als Estats Units.

Es podrien esmentar altres casos igualment de conseqüències negatives com per ser la sismicitat induïda per la construcció de grans embassaments, o l'afecció d'estructures (esquerdes, assentaments...) per l'obertura de talussos artificials a les proximitats; o tot el conjunt de casos, reconeguts o no, d'epidèmies provocades a la població degut a la contaminació de les aigües d'abastament i que molt sovint no se'ls ha donat el ressò i la importància que realment tenen. Nombrosos casos es poden esmentar aquí com el del Love Canal (citats per LLAMAS 1981) o el cas del Tifus de Canovelles (Barcelona) o del barri de Cerdanyola a Mataró (Barcelona) i que responen en definitiva a la mala gestió de les aigües.

#### 1.2.4.- US I GESTIÓ DELS RECURSOS NATURALS

L'escassetat dels recursos naturals és un problema preocupant a algunes zones del nostre país. Un dels factors, que més hi ha influït és la manca de previsió dels recursos necessaris per a dur un determinat creixement. El més conegut i problemàtic és l'aigua ja que incideix clarament en l'activitat econòmica de les nostres comarques: la conversió o manteniment de terrenys de regadiu, certa implantació industrial, el creixement en el nombre d'habitants, etc., poden venir condicionats per l'existència o no de recursos hídrics i en tot cas cal preveure llur importació i els costos que això pot representar.

Un exemple evident el podem trobar a l'àrea del Camp de Tarragona, amb una població de més de 100.000 habitants s'han trobat amb restriccions d'ús d'aigua limitant el consum a 3 hores diàries en plena temporada estival i a l'ensem s'ha generat un conflicte permanent entre la indústria petroquímica i les explotacions agràries, traspassant a voltes el marc purament econòmic per esdevenir un problema d'ordre públic. A d'altres zones (conques del Riu Besòs, del Llobregat...) s'ha arribat també a alts graus de sobreexplotació. I això és més greu si esté en compte que han existit estudis al seu moment que han posat de manifest l'existència futura de dèficits hídrics en determinades zones, alguns anys abans que aquests dèficits es produïssin (Servicio de Estudios del Banco Urquijo 1969, CAPO-SGOP 1970-71) (vegis TAULA nº 1.5 on malgrat no coïncidir les xifres actuals amb les previstes, sobretot degut a la crisi econòmica, si que s'han mantingut les tendències).

També són un fenomen lligat amb la pèrdua i malversació dels recursos hídrics els processos de contaminació dels aqüífers, i sobretot un cas especial de contaminació, com és el de la intrusió salina. CUSTODIO 1981 presenta un estat de l'art, molt exhaustiu i complet de la situa-

|                  | <u>Recursos</u> | <u>Demanda</u> | <u>Balanç</u> |
|------------------|-----------------|----------------|---------------|
| Osona            | 509.6           | 12.3           | 497.3         |
| Vallès Or.       | 70.9            | 36.0           | 34.9          |
| Vallès Occ.      | 68.6            | 67.1           | 1.5           |
| Barc. Baix Llob. | 418.9           | 527.3          | -108.4        |
| Tarragonès       | 56.3            | 33.9           | 22.4          |
| Baix Camp        | 59.8            | 48.3           | 4.5           |
| Ribera           | 7.061.8         | 85.3           | 6.976.5       |
| Baix Ebre        | 7.172.3         | 126.3          | 7.046.0       |
| Noguera          | 2.164.4         | 242.6          | 1.881.8       |
| Les Garrigues    | 300.0           | 84.9           | 215.1         |

Balanç 1964-65 en Hm<sup>3</sup>/any

---

|                  | <u>Recursos</u> | <u>Demanda</u> | <u>Balanç</u> |
|------------------|-----------------|----------------|---------------|
| Osona            | 482.0           | 20.3           | 461.7         |
| Vallès Or.       | 64.4            | 151.5          | -87.1         |
| Vallès Oc.       | 60.6            | 244.0          | -183.4        |
| Barc. Baix Llob. | 503.9           | 843.6          | -339.7        |
| Tarragonès       | 34.9            | 105.5          | -70.6         |
| Baix Camp        | 59.8            | 267.9          | -204.5        |
| Ribera           | 9.168.7         | 88.1           | 9.080.6       |
| Baix Ebre        | 9.318.8         | 127.8          | 9.190.9       |
| Noguera          | 2.617.8         | 311.4          | 2.306.4       |
| Les Garrigues    | 88.2            | 178.9          | -90.7         |

Balanç previst per al 1985 (al moment de fer el balanç-any 1968-69-no es podia preveure la crisi econòmica que faria minvar les demandes. La tendència i els problemes però, s'han complert).

#### Taula nº 1.5

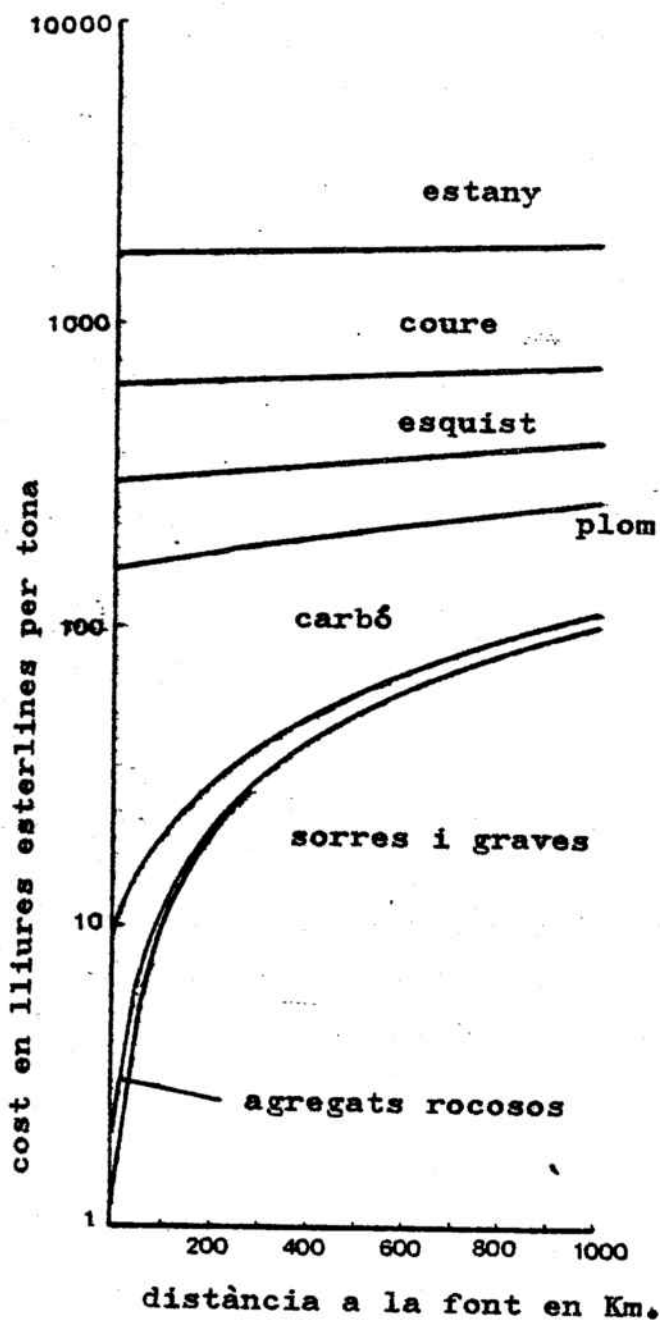
Anàlisi comparativa del balanç hidric d'algunes comarques de Catalunya per els anys 1964-65 i 1985.

Font: Servicio de Estudios del Banco de Urquijo.

ció salina a Espanya i que posa en evidència la crítica situació en que es troba la major part de la franja litoral.

La consideració pertant, del volum dels recursos hídrics disponibles es fa necessària per a una gestió concreta del medi. No s'ha d'oblidar que a més, aquesta avaluació s'ha de realitzar tinguent en compte la unitat del cicle hidrològic, ja que en cas contrari podria menar-nos a grans errors.

Un dels temes que ha promogut moltes polèmiques ha estat i és el de l'escassetat dels recursos que s'anomenen no renovables. Una mostra d'això que diem són els discutits informes al Club de Roma (MEADOWS i altres 1972, MESAROVIC i PESTEL 1975) on es preveu un exhauriment dels principals recursos energètics i minerals en el termini d'unes poques dècades. El nivell de la problemàtica que exposa aquests informes, cau fora del domini de l'ordenació territorial tal com l'entendem i respon més a l'anàlisi d'una estratègia a nivell mundial de la gestió dels recursos. A més, el cost econòmic d'aquests materials és força independent de la distància a la font d'origen (vegis Fig. 1.2), el que fa que llur importància sobrepassi amb escreix l'àmbit nacional, i ja no diguem l'àmbit comarcal o local.



**Figura nº1.2**

Costos d'alguns minerals i roques industrials i llur variació en funció de la distància al centre de consum (segons OPEN UNIVERSITY 1974).

Hi ha uns altres tipus de recursos que són considerats de baix cost i que estan subjectes a una dinàmica diferent, dintre els quals incloem les roques industrials. Aquests recursos són els que s'utilitzen com a àrids, o com a matèria primera per a la fabricació de ciment, per a ceràmica... és a dir, en general com a material per a les diferents activitats constructives. Degut a llur baix cost d'extracció, el preu final es veu força

afectat per la distància al punt d'exploració (Fig. nº 1.2). Aquestes característiques d'ús i distància fan que sigui idoni el contemplar llur existència en estudis de planificació ja que es necessiten gran quantitats d'aquests recursos prop dels llocs de consum i és interessant de saber on es troben i quin és el volum de reserves. De fet les zones urbanes, les grans obres de construcció (carreteres, preses, generen una gran demanda d'aquests materials que pot menar a un conflicte d'ús en tre les diferents activitats (agrícola, edificació, activitat-extractiva) i es fa necessari elaborar plans d'exploració que contemplin la localització de les extraccions, els impactes que aquests poden produir sobre el medi i la previsió de la recuperació de l'espai una vegada hagi acabat l'activitat.

A part de la manca d'aquests recursos, les extraccions (sorres, pedreres...) que han estat efectuades a les lleres dels rius o als vessants de les muntanyes, han generat un impacte que afecta diversos sectors socials, degut als efectes derivats de la contaminació de les aigües subterrànies, canvis de morfologia, canvi de la dinàmica erosiva del riu (enfonsament del Pont de Molins de Rei per erosió regressiva), recuperació de l'espai... que plantegen disjuntives que van més enllà del simple fet de l'exploració

### 1.3.- ASSIMILACIÓ DELS ESTUDIS GEOLÒGICS EN ELS PROJECTES DE PLANIFICACIÓ TERRITORIAL I LA GESTIÓ DEL MEDI

Si bé sembla evident, pel que hem exposat que els paràmetres geològics juguen un paper de vegades decisiu, des del punt de vista de llurs interaccions amb les implantacions humanes, i això és reconegut per tothom quan es tracta de projectes puntuals, encara no és prou clar per a molts sectors professionals (externs al camp de la geologia) que aquests paràmetres hagin d'ésser considerats sistemàticament en els plans d'ordenació territorial i menys clar és a més, la manera d'introduir-los i avaluar-los de tal manera que puguin ser assimilables amb altres tipus de paràmetres (econòmics, sociològics...)

**Creiem que es plantegen aquí tres qüestions bàsiques :**

- a) **Avaluació i quantificació dels paràmetres geològics.**
- b) **Tipus d'estudis a realitzar i documents obtinguts per a sintetitzar les característiques geològiques del medi i llur influència.**
- c) **Com intervé la geologia a l'hora d'atribuir diferents usos a un territori.**

### 1.3.1.- AVALUACIÓ I QUANTIFICACIÓ DELS PARAMETRES GEOLÒGICS

El primer pas a realitzar, i moltes vegades no gens fàcil, és el coneixement dels materials que apareixen en una zona i la dinàmica associada. Es tracta no tan sols de constatar que existeixen una sèrie de fenòmens (erosió del sòl, avingudes, esllavissaments...) sinó que és imprescindible analitzar quina és la causa que els genera. És cert que en alguns casos es poden prendre algunes mesures tècniques com aquell qui posa "pedaços" a un vestit esquinçat, així es pot deturar l'avenç d'un determinat xeragall, o endigar un riu perquè no surti de mare, o estabilitzar un talús inestable, ... etc., sense necessitat de preguntar-se perquè s'ha generat aquesta dinàmica, però també no deixa de ser cert que amb aquestes mesures no s'evita que la dinàmica continui existint i que faci que les mesures puntuals que s'han pres siguin inefectives, o si més no molt més cares que si s'hagués atacat el problema d'arrel, al seu origen. A més, l'avantatge de buscar les causes dels problemes, permet de fer un seguiment de la tendència evolutiva i predir les millores o empitjoraments en els fenòmens considerats.

Pertant és necessari d'antuvi la realització d'estudis bàsics sobre les característiques litològiques, disposició estructural, evolució geomorfològica de l'àrea a estudiar. En alguns casos poc podrem resoldre determinades qüestions, com ara el funcionament hidrogeològic d'un massís, si no tenim mínimament clares l'estructura geològica (tectònica) o les característiques sedimentològiques (canvis de fàcies, i llur distribució espacial, ...) o d'altres coneixements considerats com a clàssics en geologia, i sense ells possiblement no podrien explicar-se possibles anomalies en la distribució piezomètrica, règim de cabals de fonts, o la direcció de flux de circulació de l'aigua subterrània. Amb tot però, des de fa alguns anys diversos autors han

plantejat la necessitat d'utilitzar dades que molt sovint els mapes geològics convencionals no poden oferir. Així PETER (1966) plantejava la necessitat de coneixement del sòl i del subsòl que els mapes francesos amb base estratigràfica existent aquell moment no podien oferir. També s'expressen en aquest sentit i comentant a més la dificultat d'utilització i comprensió per part de professionals aliens a les ciències de la terra, altres autors (WILSON 1972, ECKEL 1951 citat a DEARMAN i FOOKES 1974 DEARMAN i MATULA 1976, LUTTIG 1979, CENDRERO 1980).

Efectivament a uns mapes que han estat concebuts per a donar una informació de la litostratigrafia, i disposició estructural, no se'ls pot demanar aspectes que llurs autors no han pretès re presentar. De tota manera quan hom tracta de poder realitzar una gestió del medi i incidir en els aspectes d'ordenació, cal superar l'etapa de coneixement qualitatiu de les característiques dels materials i de la dinàmica associades per a poder donar una escala de valors que possibilitin el poder efectuar una elecció per part del planificador. És a dir, les preguntes bàsiques són com poder determinar i fins a quin punt són limitants determinats fenòmens o quins són els recursos que hom disposa en un àrea o fins a quin nivell poden ser suportables les modificacions que es faran sobre el medi, en definitiva, com quantificar totes les possibles interaccions.

D'una manera general es pot dir que hi ha paràmetres com són el valor del pendent, determinades característiques **geotècniques**, la qualitat de l'aigua, l'índex d'erosió d'una zona... que poden ésser expressats numèricament per uns valors concrets. Així per mitjà de tècniques topogràfiques o directament sobre la cartografia és fàcil d'obtenir el pendent, o a partir d'assaigs de laboratori (assaigs de plasticitat, edometries, assaig de tall, triaxials, **permeàmetres**..) o pels assaigs "in situ" (placa de càrrega, pressiòmetres, penetració...) es poden obtenir valors de les característiques de compressibilitat, resistència punta, cohesió, angle de fricció interna, permeabilitat i altres propietats dels materials, les tècniques fotogramètriques i extensomètriques són un ajut per a quantificar els moviments dels te

rrenys, les tècniques analítiques permeten la caracterització química, o bacteriològica de les aigües a partir de llur contingut en elements en dissolució, suspensió o presència de microorganismes. D'altres paràmetres llur valor numèric ha d'ésser definit en funció de termes probabilístics tot indicant la plausibilitat de repetir-se un esdeveniment en un període donat. Aquest és un dels mètodes utilitzats per al càlcul del risc sísmic, volcànic, de formació d'avingudes, ... éssent difícil el preveure en quin moment i amb quina intensitat pot ocórrer un determinat fet, si bé en l'actualitat s'està treballant en aquesta direcció (estudi del canvi de les característiques físiques de les roques com són la densitat o la resistivitat elèctrica, magnetisme, canvis en el nivell freàtic, temperatura i turbulència de l'aigua, augment del contingut de radon... per a la predicció de fenòmens sísmics). En tot cas, la quantificació d'aquests aspectes necessita una sèrie llarga de dades històriques que en moltes ocasions no es disposa i pertant això impossibilita o si més no relativitza l'obtenció d'uns resultats concrets amb un mínim marge de fiabilitat.

Finalment, altres aspectes com són la definició de les unitats litològiques, l'alterabilitat de les roques, certs fenòmens actius (l'aixaragallament, el carst, moviments de flux...) i d'altres, són avaluats sovint de forma qualitativa o com a molt semi-quantitativa, degut a que el nivell actual de coneixements no permet de disposar de criteris objectius per fer-ho quantitativament. Amb tot, no sempre ha de ser estrictament imprescindible el donar uns valors numèrics per a tenir criteris de decisió. L'elecció entre diverses possibilitats d'ús dels terrenys és factible de vegades en funció de paràmetres no quantificats (tractar-se de zones d'infiltració d'aigües, l'existència d'esllavissaments, zones potencialment inundables, presència de punts d'interès científic o didàctic... ens poden suggerir el rebutjar certes activitats o decantar-nos per uns altres) encara que en d'altres ocasions no tocarà més remei que baixar a un nivell de descripció més precís, ja que si per exemple es volen cobrir les futures necessitats hídriques d'un territori (per creixement del nombre d'habitants i per posta en marxa nous

terrenys de regadius...) cal confeccionar un balanç hídric i si més no, acotar les xifres d'aigua utilitzable, tant a nivell de recursos renovables anualment com de reserva; o no es podran definir les característiques de constructibilitat d'un terreny si no es coneixen algunes propietats bàsiques del sòl (mòdul de compressibilitat, angle de fricció interna, cohesió...) que són les que s'utilitzen a la realitat a l'hora d'executar un de terminat projecte, tant per a fonamentacions, desmunts i obertures de talussos, etc.

En la mesura que hom vagi especificant la valoració dels aspectes esmentats es podran definir les normes de prevenció i/o correcció convenients. L'aspecte de prevenció és molt important sobretot quan ens trobem davant del que s'anomena "riscos naturals", els quals no han de ser forçosament incontrolables com de vegades es dóna a entendre en algunes ocasions. Efectivament és difícil de predir per exemple, el moment, la intensitat d'un terratrèmol o d'una inundació, però la instal·lació d'una xarxa de control, aplicació de normes sismoresistents, la limitació de l'edificació, l'anàlisi del comportament del diferent terreny, la correcció dels cursos fluvials i moltes més, són mesures que si bé no eviten que un determinat fenomen es produeixi, fan que els seus efectes, puguin arribar a ser esmorteïts en gran manera. Fem aparèixer aquí doncs un dels aspectes més importants en la concepció del medi físic dins l'ordenació territorial, i és el de la planificació de les actuacions.

### 1.3.2.- TIPUS D'ESTUDIS A REALITZAR I DOCUMENTS A OBTENIR

Si partim de la base de la necessitat de considerar els paràmetres geològics i a més disposem de mitjans per a realitzar **llur** quantificació, el pas següent és plantejar-se com s'han de concebir els estudis i de presentar la informació referent a aquests paràmetres.

No descobrim res de nou si diem que el contingut de la informació que cal recollir vindrà donada en funció dels objectius que es plantegin i dels recursos disponibles. De bon començament es podrien establir dues situacions que requeriran una metodologia de treball i una utilització de coneixement clarament diferenciades:

- a).- Reconeixement d'un territori més o menys extens amb la finalitat d'assignar-li un o diferents usos o capacitats (gairebé sempre lligat a l'expansió de les activitats humanes).
- b).- Reconeixement d'un punt o sector molt concret d'un territori, per tal de veure el possible comportament davant la realització d'un projecte definit i concret.

Com es pot veure es tracta de dues concepcions diferents, si bé poden presentar-se successivament en el temps. En el primer cas ens trobem davant d'un estudi global o de planificació, mentre que el segon hauria de situar-se dins l'òptica de l'estudi d'impacte.

#### 1.3.2.1.- ESTUDIS GLOBAIS O DE PLANIFICACIO

Com hem dit, pretenen la caracterització del medi físic de cara a avaluar la seva aptitud als diferents usos possibles que es puguin proposar. Dos tipus d'estudis es poden plantejar:

- . Analitzar el diferent grau d'aptitud del terreny davant un possible ús (per exemple : edificació).
- . Confrontar les característiques dels terrenys davant les diferents sol.licitacions i analitzar quins són els usos més idonis per a cada part del territori, en funció d'aquestes sol.licitacions.

Aquests dos tipus d'estudis responen a dues concepcions diferents. En el primer cas es tracta d'una planificació en un sentit molt restringit ja que l'ús del territori el fixem prèviament. D'aquesta manera es podrien realitzar estudis per veure les zones que ofereixen una millor aptitud del terreny per a determinades edificacions, o per a instal.lar-hi abocadors de residus o com a zona de protecció paisatgística... etc.. Degut a tenir definit l'objectiu abans d'analitzar el territori, molt sovint aquests tipus d'estudis estan enfocats a la recerca de les limitacions que el medi imposa sobre l'activitat o sobre els danys que aquesta pot provocar sobre el primer.

En el segon cas, com que es parteix del pressupòsit que el terreny pot tenir diverses utilitzacions, podem considerar que són d'estudis de planificació en un sentit molt més ampli. No sempre es tracta però d'estudis de planificació territorial (on s'hauria de decidir entre l'ús urbà, industrial, agrícola, forestal.) **sinó** que molt sovint es limita a les possibilitats d'expansió de les ciutats, i pertant seria més correcte parlar de planificació urbana, si bé alguns autors com discutirem més endavant parlen en aquest cas (entendem que erròniament) de planificació regional.

La manera més efectiva fins el moment actual d'obtenir una visió global de la complexitat que estudis d'aquest tipus poden comportar, és expressar el resultat de forma cartogràfica. El mapa o mapes realitzats han rebut diferents noms segons el país on hagin estat fets: mapes geotècnics, mapes geocientífics, mapes geoambientals i mapes temàtics, però els objectius que persegueixen solen ser els mateixos en tots els casos.

UNESCO (1976) defineix els mapes geotècnics, com a mapes geològics que proporcionen una representació generalitzada de tots els components d'un ambient geològic que tenen una importància per a la planificació del sòl i per a la concepció, construcció i manteniment d'obres d'enginyeria civil i de mines.

La mateixa publicació cita els paràmetres que poden ser representats:

- dades de roques i sòls : repartició, estratigrafia, litologia, propietats físiques i mecàniques...
- característiques hidrogeològiques : aqüífers, zones de fracturació, nivells freàtics i piezomètrics, direcció de flux, qualitat de les aigües...
- Característiques geomorfològiques : topografia, elements de paisatge...
- Fenòmens geodinàmics : erosió i sedimentació, moviments de vessants, canvi de volum dels sòls, inundacions, sismicitat...

El representar uns paràmetres i no d'altres estarà en funció dels objectius i mitjans que es disposin. Normalment s'obté una col.lecció de mapes que expressen diverses condicions del terreny i que per si sols proporcionen una informació interessant per al planificador. En algunes ocasions s'intenta realitzar la sintetització de tots aquests mapes en un de sol (per superposició o per diferents aptituds a determinats usos) tot obtinguent unitats de característiques homogènies de zonatge.

Aquest tipus de cartografia, tal com ja assenyalava ARNOULD (1969) hauria d'ésser realitzada molt abans de prendre determinacions concretes o qualsevol projecte, perquè d'aquesta manera s'evitaria el trobar-se situacions de fet que permeten molt poc marge de maniobra (gran volum de temps i diners invertits al projecte, terrenys ja adquirits,....).

### 1.3.2.2.-ELS ESTUDIS D'IMPACTE

L'objectiu dels estudis d'impacte és l'anàlisi de les possibles conseqüències que un determinat projecte pot provocar sobre el medi natural i l'ambient humà. Veiem doncs, que els aspectes abraçats sobrepassen l'àmbit estricte del medi geològic, però en moltes ocasions la preservació d'aquest és un dels aspectes fonamentals que solen perseguir aquests estudis.

Qualsevol modificació de l'estructura inicial del medi pot ser objecte d'un estudi d'impacte, i podem incloure aquí, la construcció de noves vies de comunicació (carreteres, autopistes, ferrocarril), explotació d'una pedrera o sorrera, instal·lació d'un abocador de residus, la construcció d'un aeroport, el canvi d'ús d'una determinada zona etc.. En principi l'estudi d'impacte pensem que seria convenient de realitzar-lo després d'una planificació territorial la qual cosa permetria de disposar d'una informació i criteris inicials, la realitat és ben diferent si més no a casa nostra, l'estudi, quan es fa, sol realitzar-se sense cap mena de valorització preexistent i es limita a evitar o plantejar les possibles conseqüències negatives de l'activitat. Precisament un estudi resum realitzat per la OCDE a 15 països membres (OCDE 1979) posa en evidència el fet que gairebé mai no es dona opció a escollir el lloc més idoni per una activitat, sinó que es solen proposar només mesures per esmorteir els efectes encara que el lloc no sigui el més adequat.

Existeixen experiències a d'altres països on s'ha oficialitzat la realització d'estudis d'impacte i concretament a França l'any 1977 (JOVENIAUX 1979) apareix una disposició legal que obliga a l'execució d'aquests estudis per a determinats tipus de projectes tot especificant a més a més llur contingut que es resumeix en els següents apartats:

- . Anàlisi de l'estat inicial del lloc i del seu ambient.
- . Anàlisi dels efectes sobre el medi ambient que dóna lloc l'activitat en concret.
- . Elecció del lloc i justificació de l'elecció entre d'altres possibles solucions.
- . Adopció de mesures previstes per a suprimir, reduir i si es pot, compensar les conseqüències negatives del projecte sobre el medi.

Durant aquests darrers anys han aparegut nombrosos exemples de metodologia de treball per a diferents casos possibles d'activitat (MINISTÈRE DE L'EQUIPEMENT ET DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE 1978 , ABRASSART 1979, ARNAUD i BARRES 1979, BOUCHERON i PIALAT 1979, CHOPARD 1979, COROMINAS I BATLLE 1981...).

La realització d'aquests tipus d'estudis permet en definitiva - un mínim de garanties de cara a evitar les conseqüències negatives i irreversibles sobre el medi natural produïdes per les activitats humanes i es poden efectuar en qualsevol estadi de la planificació.

1.3.5.- EL PAPER DE LA GEOLOGIA DINS LA GESTIÓ DEL MEDI. L'AVALUACIÓ INTEGRAL DEL MEDI NATURAL.



L'última qüestió plantejable era el paper de la geologia a l'hora de decidir els usos més idonis d'un territori. D'entrada creiem que els paràmetres geològics no ens donen prou criteris per a poder esbrinar les diferents vocacions d'ús d'una zona determinada per a prendre aquesta decisió cal fer intervenir altres factors no geològics (capacitat agrícola del sòl i tipus de vegetació i fauna, factors econòmics, existència d'infraestructures i serveis...). Per a molts autors, el paper que juguen els factors geològics és fonamentalment llur aptitud a la construcció, i per això consideren només les característiques geotècniques i determinats processos actius. Per a nosaltres les qüestions s'han de plantejar abans de la presa de decisió sobre l'ús urbà, industrial o agrícola d'un terreny, és a dir, al moment en que apareix un conflicte d'ús entre edificació i agricultura, o entre indústria i agricultura. Aquest entenem que és l'aspecte clau a decidir quan s'està realitzant un estudi de planificació territorial, i és aquí on diem que no podem fer servir només paràmetres geològics. Cal resoldre aquest dilema quan es pretén de realitzar un creixement harmònic amb el medi natural. CENDRERO (1980) planteja de fet el mateix que diem quan conclou que a les zones on es produeixen conflictes, l'assignació d'usos ha de resoldre's d'acord amb les prioritats establertes pels planificadors, i normalment els criteris que permeten establir aquestes prioritats són diferents dels geològics.

Per molt que diversos autors ens parlin d'aquest creixement harmònic, després a l'hora d'aplicació pràctica tot es concep en funció del creixement urbà. És a dir, no s'avalua positivament l'existència de bones aptituds dels usos de l'activitat primària (agricultura, explotació forestal, ús recreatiu, paisatgístic...)

i de fet se la considera com a activitats no productives quan bé sabem que això no és així. Existeixen molts planificadors urbanistes que sistemàticament consideren com a única activitat generadora de riquesa la industrial, i que el creixement urbà és un fet ineludible al qual no se'l pot col·locar trabes i priva per damunt d'un terreny agrícola per molt que aquest sigui d'alta qualitat i econòmicament rendible. La missió dels professionals de les ciències de la natura, és posar en evidència el valor intrínsec del medi natural, i no tan sols a nivell econòmic (valor de l'explotació agrícola o forestal) sinó també dels valors culturals, paisatgístic i defensa de l'equilibri ecològic, a part naturalment de tota la problemàtica de les limitacions que imposa el medi i l'escassetat de recursos que ja hem comentat anteriorment.

Per molt que es consideri de vegades a l'home com a integrant d'un ecosistema dins el medi natural, el cert és que tota expansió del creixement urbà sol produir profundes modificacions en aquest. De fet, la planificació territorial no s'ha concebut per a decidir entre un ús agrícola o un ús forestal (això ja s'ha decidit per un procés històric natural) sinó que aquest ja era l'ús original del territori. La planificació territorial té sentit en quan considerem l'expansió urbanística.

Com podem trencar aquesta dicotomia: ús agrícola-ús urbà?. Creiem que primer s'ha de partir de la premisa òbvia que tot creixement urbà es fa indefectiblement a costa d'uns terrenys originalment utilitzats com a agrícoles o forestals. Per tant, no és que partim d'un terreny erm al qual li podem aplicar un ús agrícola o urbà, sinó que gairebé sempre tenim un ús preexistent.

Degut a això, per a poder tenir criteris primer s'ha de fer una valorització de les potencialitats del medi natural. Entenem-nos, si no és pot privar d'efectuar el creixement urbà, si més no cal procurar que aquest no es faci destruint les millors terres de conreu, punts d'interès cultural, didàctic o científic, zona d'interès paisatgístic o ecosistemes de gran valor i sus -

ceptible de ser protegits.

Com realitzar aquesta valoració del medi natural ?. Aquí ja entrem dins el camp dels estudis pluridisciplinars, i per a avaluar la potencialitat agrícola cal realitzar un estudi agronòmic, i el mateix per a la potencialitat forestal, l'existència d'ecosistemes a protegir punts d'interès geològic, paisatgístic... que requeriran la presència d'enginyers agrònoms, forestals, biòlegs, etc.. Com intervé dins d'aquest conjunt la informació geològica? doncs els factors geològics influeixen positiva o negativament en totes les activitats tant agrícoles com urbanes : el pendent, la facilitat d'erosió, el risc a la contaminació... condicionen l'explotació agrícola i forestal; les característiques geotècniques, els riscos geològics... les activitats urbanes i industrials : els recursos en roques o hídrics poden influir en el creixement global i afectar a totes les activitats. Per tant així com s'assenyala les potencialitats del medi biòtic (que vindran parcialment afectades per les característiques geològiques), s'ha d'acompanyar l'existència de recursos, i indicar les zones a protegir (infiltració d'aigües, zones potencialment erosionables...) afegint també totes les limitacions que com a condicionaments del creixement imposen.

Per aquest procés es pot arribar a definir un mapa on s'indiqui tota aquesta informació des del diferent tipus de qualitat agrícola, forestal, a zones que cal protegir i totes les limitacions existents. Aquest mapa en realitat és un mapa de zonatge on cada zona presenta una gradació de capacitat d'ús natural (des dels sòls molt idonis per agricultura fins als només aptes per a boscos) i unes limitacions al creixement degut sobretot als condicionaments geològics. Si construïm una matriu que representi aquestes unitats contra totes les possibles utilitzacions (Mc Harg 1969, URGOITI i NIETO 1980, COROMINAS 1981 a) es poden obtenir diferents graus de compatibilitat o d'idoneïtat entre les unitats i els usos

Existeixen també alguns treballs on s'intenta integrar la in-

formació geològica amb la biològica-agronòmica (GRANT i FINLAYSON 1978, BAZTAN et ALT 1980, FLOR i PEREZ-PINTO 1980) però que de fet no realitzen un tractament conjunt sinó que més aviat es tracta de l'addició de dades geològiques però sense criteri de jerarquització o d'avaluació específica. Les unitats que obtenen es defineixen per tot un conjunt d'atributs (superposant tots els criteris geològics i biològics) obtenint així una unitat complexa, però en la qual no s'especifica el seu valor intrínsec per algun ús, a partir d'estudis concrets sobre la capacitat agrícola, forestal... etc. del medi.

El planificador naturalment no en té prou amb això perquè ha de considerar altres elements (serveis, xarxa viària, tendències del creixement urbà, propietat del sòl...) i pertant, no sempre serà possible per exemple, respectar completament l'àrea de major productivitat agrícola o les de vulnerabilitat d'aqüífers. Però tindrà criteris per a intentar que la superfície agrícola de qualitat ocupada sigui mínima o per a preveure mesures que evitin danys sobre la qualitat de les aigües.

Ara bé, no totes les situacions de planificació són les mateixes, i el que acabem de comentar té sentit dins el marc d'una àrea rural o a una escala suficientment petita per a contemplar a l'ensem les activitats urbanes i les del medi natural. Degut a això els paràmetres geològics han de ser considerats en funció del tipus de planificació o actuació:

- a).- Projectes puntuals (estudi d'impacte) on els paràmetres geològics poden tenir una importància decisiva en la viabilitat del projecte (instal·lació d'un abocador de residus, traçat d'una via de circulació...)
- b).- Estudi en zones urbanes (dintre les ciutats) on no té sentit el plantejar cap altre ús del territori que el de l'edificació, i on tota la problemàtica passa per la idoneïtat del terreny a la construcció. Els paràmetres fonamentals aquí, són els referents a les característiques geotècniques del materials.

c).- Estudis en zones periurbanes on es combina un fort procés expansiu amb algunes activitats del medi natural, però amb un domini de la tendència urbanitzadora. Apart de les característiques geotècniques que indiquen la idoneïtat per a diferents tipus de construcció, cal fer aparèixer l'existència de recursos hídrics i de roques industrials que pugin abastar la demanda potencial, pertant cal preveure una programació d'explotació racional i al mateix temps indicar les zones amb limitacions (riuades, esllavissaments...) i les que necessiten una protecció especial (protecció d'aqüífers, punts d'interès...).

d).- Estudis en zones rurals, on l'expansió urbana es troba davant d'una activitat potent del medi natural i on els paràmetres geològics han d'incloure's i assimilar-los a la resta de paràmetres del medi natural tal com hem esmentat al començament d'aquest apartat.

És necessari doncs, que identifiquem en quina situació ens trobem i que consegüentment apliquem la metodologia de treball adequada. (Vegis TAULA 1.6).

Voldriem discutir finalment alguns aspectes del confusionisme terminològic existent amb els termes de geologia ambiental, geologia urbana, geologia i planificació urbana, geologia i planificació territorial, geologia i ús del territori... etc... Possiblement per la influència ideològica que el moviment ecologista té sobre la societat, ha motivat que alguns autors refereixin tota la problemàtica que hem esmentat al llarg dels primers capítols a aspectes de geologia ambiental o del medi ambient. D'aquesta manera FLAWN (1970) o WANBERT (1977) defineixen la geologia ambiental com una branca de l'ecologia, o altres autors es refereixen a factors de la geologia ambiental quan parlen de les característiques geotècniques de sòl, topografia, riscos geològics, **hidrogeologia** (HILL i AUSTIN 1975, HASAN i WESTON 1978) i en alguns casos per fer una diferenciació entre els paràmetres estrictament geològics dels biològics, s'arriba a par-

lar d'ecogeologia (MASURE 1979).

El terme geologia ambiental, va ser definit per HACKETT el 1967 (CENDRERO 1980, PEDRAZA 1981) amb l'intenció sembla ser per a identificar noves orientacions per a l'estudi i ús de la geologia en una forma integradora i coordinada. Segons autors, com OAKESHOTT 1972 (citada a PEDRAZA 1981) el trobem inadequat ja que per ells tota la geologia és ambiental. Al marge d'aquesta consideració el que si és cert, és que pretén d'integrar tot un conjunt de camps ja clàssics en l'aplicació de la geologia, com són la geomorfologia, geotècnia, hidrogeologia, geologia econòmica, mineria etc., dins el concepte de geologia del medi ambient. La filosofia del terme "ambiental" possiblement estarà molt influenciada per tot el corrent de sensibilització davant la degradació continuada del medi natural, tota la problemàtica lligada a la contaminació i escassetat de recursos.

Pensem que el terme de geologia ambiental a la pràctica és molt restringit i aconsellariem el seu ús només per a referir-nos a aquells aspectes que poden provocar danys al medi natural (tant al substrat geològic com als organismes que hi viuen) i pertant aquí s'hauria d'incloure els aspectes d'erosió del sòl, contaminació d'aigües superficials i subterrànies, destrucció a determinats hàbitats... mentre que a la resta d'aspectes esmentats s'hauria de parlar més aviat de geologia tècnica o urbana o geologia aplicada a la planificació urbana o territorial, i que de fet no es tracta d'una nova disciplina com hem dit, sinó que s'aprofita dels coneixements ja existents sobre hidrogeologia, geotècnia, geomorfologia...per analitzar-les conjuntament sota un altre punt de vista. Així per exemple, l'estudi del volum de recursos que existeixen en una zona o la previsió de dificultats que apareixen per a la realització d'obres d'enginyeria civil o d'edificació etc., són aspectes que s'analitzen sempre des de l'òptica de la planificació la qual inclou de vegades mesures per gestió a la protecció del medi natural. Per aquest motiu no podem estar d'acord amb WAYNE (1969) o FLAWN (1970) que fan el terme geologia urbana virtualment sinònim de geologia ambiental.

Altres autors MATULA 1974, ANTOINE et al. 1974, IETTO 1975, LO-

ZINSKA-STEPIEN 1979, OLIVIER 1979, utilitzen el terme geologia i planificació territorial o regional amb el sentit de planificació urbana. Si bé a primer cop d'ull pot semblar una apreciació molt subtil, el cert és que en planificació urbana l'objectiu fonamental és el situar en un espai físic les diferents activitats generades per les ciutats o àrees urbanes, mentre que entenem que el concepte de planificació territorial o regional abraça també les activitats generades en medi rural, i llavors caldria aplicar la filosofia que acabem d'esmentar fa un moment.

OBJECTIUS

PARAMETRES GEOLOGICS  
A UTILITZAR

OBSERVACIONS

ESTUDIS  
D'IMPACTE

Anàlisi sobre la incidència d'un projecte concret

Fonamentalment els referits a la protecció del medi i a les limitacions que aquest suposa.

Els paràmetres geològics a considerar, varien en funció del tipus d'activitat

ESTUDIS  
D'AREES  
URBANES

Distribució de les diferents categories d'edificació. Idoneïtat dels terrenys a la construcció

Els referits a les limitacions del medi i concretament, les característiques geotècniques

No es consideren els recursos disponibles, ja que l'elecció de sòl urbà ha estat feta prèviament amb altres criteris

ESTUDIS  
D'AREES  
PERIURBANES

Idoneïtat de l'expansió urbana i industrial. Existència de recursos per fer el creixement. Protecció de determinades activitats o recursos.

Tots

Es parteix de la premissa bàsica, que hi ha necessitat d'expansió urbana.

ESTUDIS  
PLANTIFICACIO  
REGIONAL

Decisió entre els usos industrial, urbà, agrícola, forestal, espais protegits,....

Tots

Els paràmetres geològics s'han d'integrar amb la resta del medi natural. No té perquè considerar-se la necessitat d'activitat urbana o industrial.

Taula nº 1.6

## 2.- OBJECTIUS

L'objecte d'aquest treball el podem desglossar a dos nivells.

### Nivell teòric

- a) Justificació de la importància dels paràmetres geològics i la necessitat de llur consideració tant als estudis de planificació urbana i territorial, com en la gestió del medi ambient natural.
- b) Delimitar el paper que hen de jugar els paràmetres geològics dins el context dels diferents tipus d'estudi de planificació.
- c) Aportació metodològica sobre els criteris de realització i representació dels estudis geològics amb vistes a la planificació territorial.

### Nivell pràctic

- d) Aplicació de la cartografia geològica de cara l'ordenació territorial dins d'àrees amb característiques d'implantació humana i del medi natural diferents:
  - Avaluació de llurs potencialitats i constrenyiments geològics
  - Realització de cartografies que expressin de forma gràfica aquestes potencialitats i constrenyiments
- e) Aportació al coneixement regional, dins els diferents camps de la Geologia.

### 3. LA CARTOGRAFIA GEOLÒGICA APLICADA ALS ESTUDIS D'ORDENACIÓ TERRITORIAL I GESTIÓ DEL MEDI AMBIENT

L'experiència recent, si més no de forma generalitzada, de la confecció de mapes per a utilitzar-los en la planificació del territori i gestió del medi ambient, ha mostrat de forma immediata que es poden obtenir unes realitzacions específiques que utilitzen tècniques i criteris que els permet diferenciar d'altres cartografies considerades clàssiques. L'obtenció de mapes d'utilització del territori, o de zonatge que indiquen les capacitats d'edificació que ofereixen els diferents materials, són documents que representen una innovació. Normalment, i com ja ho veurem comentat de forma més àmplia, en apartats posteriors solen presentar-se un conjunt o atlas de mapes, la interpretació global dels quals es deixa al lector o s'expressa en un document de síntesi.

Per aquest motiu, no tindria sentit per part nostra el considerar dins d'aquests capítols, les cartografies geològiques que presenten la repartició litoestratigràfica dels materials o altres cartografies com són les cartografies geomorfològiques que pretenen explicar l'evolució de les formes i processos d'una regió o les cartografies hidrogeològiques. Aquestes cartografies d'origen més antic i amb més tradició entenem que han de sofrir algunes transformacions abans d'incloure-les dins d'un atlas de mapes d'aplicació a l'ordenació territorial. Així per exemple, dins el concepte d'unitat litoestratigràfica es fa una diferenciació de les litologies en funció de llur edat i a voltes s'engloba litologies diverses en una mateixa unitat. De cara als nostres objectius, el que interessa és diferenciar les unitats de comportament homogènies i això força a considerar les unitats purament litològiques, ja que podem considerar iguals a efectes d'utilització una calcària de l'Aptià o una del Muschelkalk, sempre i quan presentin una permeabilitat semblant o un mateix comportament geotècnic, o que tinguin la mateixa aplicació com a roca industrial etc..

Els mapes geomorfològics encara que existeixen diferents es-

coles (Francesa, Holandesa, Txeca, Alemanya...) es pot dir que totes, a part dels elements relacionats amb les formes i processos, representen a més a més la litologia i de vegades elements d'hidrogeologia, **alguns** dels elements representants, con són la morfochronologia, o algunes formes (valls en bressol o valls de fons pla) creiem que no tenen una aplicació directa a l'ús del territori, mentre que els aspectes de litologia i, hidrogeologia haurien de representar-se en **sengles** mapes apart. Si es vol doncs, els mapes que representen característiques de formes i processos en un atlas de mapes aplicats a la planificació, no són veritables mapes geomofològics segons el punt de vista de les escoles clàssiques, però entenem que se'ls ha de desproveir d'aquests elements que hem esmentat, tant per a la millor comprensió com per evitar el representar aspectes que no tenen cap interès o ús real en la planificació.

En mapes hidrogeològics possiblement tinguin una utilització més directa de cara els nostres objectius, el representar les unitats aquífers i llurs permeabilitats, l'assenyalar les direccions de flux d'aigua subterrània o les característiques hidrogeològiques de les aigües, etc. són aspectes que poden ser fàcilment integrats sense modificació en aquest tipus d'estudi. Amb tot, evolucions metodològiques posteriors poden convertir aquests mapes en mapes de vulnerabilitat o d'existència de recursos etc., d'ús encara molt més directe per al planificador.

Per aquests motius, no considerarem a l'apartat dels antecedents l'existència de tots aquests mapes, que en un principi no tenien com a objectiu primordial la planificació del territori encara que, com acabem de dir, per mitjà de certes modificacions puguin ésser i ho són de fet, fàcilment integrables en un atlas de mapes aplicats a la planificació.

### 3.1.- TERMINOLOGIA

Els adjectius que serveixen per a designar aquest tipus de mapes són molt diversos, i varien molt en funció dels països i tipus de professionals que els utilitzen. Per aquest motiu i tal com hem dit anteriorment, apareixen nombroses accepcions : "Ingenieurgeologische Karte", "engineering geological maps", "cartes geotechniques", "earth-science maps", "environmental geologic maps", "engineering zoning maps", "geotechnical maps"... que han estat traduïdes amb més o menys encert amb els termes de "mapes geoambientals", "mapes geotècnics", "mapes geocientífics", o amb un terme que en principi només utilitzem a Espanya, el de "mapes temàtics".

Entenem que aquesta terminologia és fruit de dos punts de partença que es fonamenta en criteris diferents. D'una banda, i encara que ens arrisquem a fer una valoració d'intencions equivocada, trobariem el sector de professionals que parteixen del pressupòsit de la necessitat de protecció del medi natural, davant del creixement desproporcionat i de vegades incoherent de les activitats humanes. A partir d'aquesta realitat plantegen la indefugible exigència de realitzar un creixement harmònic i respectuós amb el medi natural, i per aconseguir-ho cal la planificació com a eina que permet preveure les necessitats de creixement i de delimitar amb el temps els recursos disponibles, les zones a protegir, els ritmes d'explotació i expansió.

Per exemple BROWN et alt. (1976) en parlar del paper de la geologia ambiental de la zona costanera de Texas esmenten "El desenvolupament de les línies mestres per a una ordenació correcte i prudent de la zona costanera de Texas depèn del creixement adequat de la natura i distribució dels ambients naturals. l'aptitud del territori i de l'aigua, i de l'impacte humà sobre una zona costanera ...Degut a trobar-se l'àrea equilibrada en termes dels danys per l'impacte dels huracans, variacions de salinitat

a badies i estuaris, estabilització dels sediments per les plantes, i un nombre in comptable d'altres factors crítics, l'impacte humà pot afectar de forma significant aquest equilibri de l'ambient natural... les pràctiques de desenvolupament, explotació i industrialització amb tots haurien d'ésser compatibles amb les limitacions naturals imposades sobre la regió pel seu marc físic, químic i biològic. FLAWN (1970) a la introducció del seu llibre, referint-se a que la capacitat de destrucció i moviment no presenta greus problemes per a l'home afegix "el problema rau en a). preveure els efectes de segon i tercer ordre a curt i llarg termini, o instaurar un altre camí en el coneixement de la natura dinàmica de la terra i de la interacció dels sistemes físics i biològics, és a dir, hi hauria d'haver una predicció quantitativa dels efectes del canvi una vegada iniciat i b). controlar el canvi, és a dir, controlar l'inici de les accions així com dirigir llur desenvolupament".

CENDRERO (1980) afegix "cal considerar les interaccions activitat-medi i de les activitats **entre** si, per tal de veure quan el medi és inadequat per al desenvolupament d'aquestes per incidir negativament sobre elles (riscos), quan aquestes **incideixen** negativament sobre aquells (impactes negatius), o quan unes **activitats** són incompatibles entre si o si més no unes influeixen negativament sobre les altres".

D'altra banda, **altres** autors pertexen d'un conjunt de problemes que sorgeixen a les zones urbanes o fortament urbanitzades. L'ús incorrecte de territori o el desconeixement de les limitacions que aquests imposa ha donat lloc a un seguit de distorsions en les activitats humanes de conseqüències econòmiques importants. La manera d'evitar o si més no controlar aquestes conseqüències és per mitjà de la planificació. El coneixement previ de les zones inundables, amb risc sísmic, de característiques geotècniques deficientes permet evitar emplaçaments no adequats o prendre mesures necessàries de protecció.

Així ROBINSON i SPIEKER (1978) afirmen "les forces i processos de la natura continuen virtualment sense ser impeditos fins i

tot per les obres més grans de l'home. A més, quan l'home edifica i viu d'acord amb la natura, el seu treball pot persistir durant generacions; quan no ho fa, els productes de la seva tasca i de vegades ell mateix, són ràpidament esborrats". Mentre que UNESCO (1976) fa les següents consideracions en l'apartat introductori. "L'enginyeria geològica té per objecte...donar informacions que permetran realitzar grans obres i planificar el territori adaptar-se el millor possible a l'ambient geològic. Quan aquesta exigència no és respectada... es pertorba l'equilibri dinàmic de l'ambient geològic. De vegades dona lloc a conseqüències nefastes que poden tenir una incidència no només en l'economia i la durada de les obres, sinó també en llur seguretat... Un mapa geotècnic indica el repartiment i les relacions espacials dels components fonamentals, pot explicar el passat així com la dinàmica de l'evolució de les característiques que interessen a l'enginyer i permet preveure la influència del medi ambient sobre els treballs d'enginyeria civil i predir de quina manera els treballs poden pertorbar el medi".

Esmentar més referències refermaria encara més l'existència d'aquests punts de partença que van a parar en definitiva a la mateixa conclusió: la necessitat de la planificació, i que en aquesta es prevegui una expansió de les activitats humanes de forma harmònica amb el medi geològic, de tal manera que s'evitin els riscos que comporta per a l'home una utilització incorrecta d'aquests, i al mateix temps evitar el cometre danys de conseqüències irreversibles que puguin degradar-lo o trencar el seu equilibri natural.

No es extrany doncs que apareguin diferents terminologies que indiquen de vegades la filosofia de la qual s'ha partit. Amb tot, tinguent en compte les qüestions que hem exposat en parlar del concepte de geologia ambiental, considerem que el terme "mapa geoambiental" no abasta tot el camp de la planificació, ja que pot semblar no tenir sentit quan s'aplica a un àrea exclusivament urbana o a determinats problemes (idoneïtat a la construc

ció, perill d'assentaments...) D'altra banda, el concepte de "mapa geotècnic" entenem que presenta un greu defecte, SANE-JOUAND (1972) considera que com la geotècnic agrupa les dades més significatives dels dominis de la mecànica dels sòls i de l'enginyeria geològica, entén que aquella (la geotècnic) pot cobrir tots els aspectes geològics i de mecànica de sòls. En aquest aspecte dissentim completament d'aquest autor i d'altres que engloben dins el concepte de mapa geotècnic els mapes de pendents, o els hidrogeològics o geomorfològics o roques industrials (FLOTTE et alt. 1973, GHISTE 1970, 1978, GIGAN 1973, MAZEAS i DU MOUZA 1979... i molts d'altres). L'ús més corrent i generalitzat del terme geotècnic és per a referir-se als aspectes de la mecànica del sòl i de roques, pertant trobem molt poc encertat utilitzar aquest terme quan ens referim a un mapa de pendent o a un mapa hidrogeològic, que per si sols tenen significat propi i creiem que el terme mapa geotècnic té sentit només per a designar els mapes que representin aquestes propietats mecàniques dels terrenys. Per a diferenciar aquests dos conceptes quan tornem a referir-nos a ells en parlar d'antecedents, utilitzarem l'afegitó de s.s (sensu stricto) per a la darrera acceptió esmentada i de s.l. (sensu lato) per a l'acceptió sinònima d'atlas de mapas, amb la qual, repetim, no podem estar d'acord.

Una acceptió que podríem considerar-la més correcta que la de "mapa geotècnic" seria la de "engineering geological map" però té una traducció a la nostra llengua que pot ser complicada "mapes de geologia aplicada a la enginyeria" "mapes d'enginyeria a geològica" "mapes de geologia de l'enginyer"... i que fins ara no s'ha utilitzat encara aquí, encara que d'ús molt estès per a l'escola europea. Els termes "earth-science maps" traduïts per "mapes geocientífics", poden tenir un significat assèptic, igual que el de "mapes temàtics", és a dir, no donen indicacions del tipus de contingut que presenten. El darrer terme "mapa temàtic", sibé no té els defectes que hem assenyalat de les altres acceptions, per si mateix però no especifica caràcter geològic ni la idea de llur aplicabilitat, malgrat tot poden ser vàlids en llur concepció en el sentit que dona CENDRERO (1980).

En definitiva, no existeix una unanimitat en la definició terminològica dels mapes, per aquest motiu i per no introduir noves definicions, ens estinem més d'utilitzar el terme genèric de "cartografia geològica aplicada a l'ordenació territorial i la gestió del medi natural".



### 3.2. ANTECEDENTS HISTORICS

És realment molt difícil a hores d'ara el tractar de fer una síntesi de les realitzacions en cartografia geològica aplicada a la planificació territorial i urbana, i no córrer el risc d'oblidar-nos o desconéixer algunes d'elles. El nombre de mapes efectuats durant la dècada dels anys 70, i primeries dels 80 s'ha incrementat enormement a molts països. Sortosament però, els mètodes de treball no han evolucionat tan ràpidament i pensem que si és possible **considerar** la majoria d'aquests mètodes de treball i representació que han estat utilitzats històricament.

Sembla ser que les primeres cartografies varen ser confeccionades als començaments d'aquest segle a Alemanya. PETER (1966) en un excel·lent treball de síntesi esmenta aquestes primeres realitzacions d'Alemanya i també de Txecoslovàquia. Així a Alemanya LANGEN (1913) presenta a una exposició de Leipzig, una col·lecció de mapes geotècnics (s.s) de les ciutats d'Erfurt, Frankfurt sur Oder, Altenburg, Gera Halle, Danzig i d'altres. El 1919 MOULDENHAUER realitza la conversió del mapa geològic de Danzig, en mapa geotècnic obtinguent-ne dos mapes:

- . mapa de situació dels sondatges
- . mapa geotècnic (s.s)

STREME i OSTENDORFF el 1932 realitzen un conjunt de mapes sobre geologia i geotècnica. Els mapes geològics consisteixen en tres fulls : un de roques i sòls útils, un altre d'aigües subterrànies i d'escorriments superficial, i un tercer sobre els terrenys de construcció (analitzant la litologia a diferents profunditats). El mapa geotècnic (s.s) dóna informació sobre les càrregues de treball admissibles, els continguts en aigua i les possibilitats d'esllavissament dels sòls.

MULLER el 1938 efectua un estudi al municipi de Marke i presenta una col·lecció de mapes : mapa dels sòls, mapa de constructibilitat dels terrenys (donant les capacitats de càrrega), mapa-hidrogeològic, mapa del tractament dels sòls per a llur millora, i finalment un mapa d'usos per a planificació.

A Txecoslovàquia els primers treballs són deguts a ZEBERA el 1947, éssent millorats i modificats posteriorment per altres autors (sobretot PASEK, RYBAR i SIMEK).

ZARUBA (1968) comenta que ell mateix havia realitzat els primers treballs l'any 1948 moment en que va compilar el Mapa de Terrenys per a fonamentació de la ciutat de Praga. El mateix autor durant el període 1950-53 compon altres mapes de terrenys per a fonamentació per al nou pla de desenvolupament de Praga a escala 1/5.000. Mentre que SIMEK el 1959 segons cita PETER (op. cit.) realitza la cartografia dels exteriors de Praga presentant 4 mapes : documentació geològica, hidrogeològica i d'interpretació general.

A Bèlgica segons esmenta GHISTE (1970) els primers exemples són deguts a CALEMBERT el 1949 a la zona de la Basse-Meuse donant informació sobre l'aptitud dels terrenys per a construir.

Durant la dècada dels 50 continua la producció a Alemanya. GROSCHOPF el 1951 confecciona tres mapes a la regió d'Ulm que representen la geologia, repartició de les capacitats de càrrega, i repartició de les velocitats d'assentaments per l'activitat minera, mentre que BENZ a STUTTGART el 1951 i GWINNER a GÖTTINGEN el 1956 realitzen sengles mapes geotècnics (s.s). (Tots tres citats per PETER 1966).

A Rússia s'esmenten ja experiències degudes a POPOV i alt. el 1950 publicant mapes a escala 1/2.000 (citats a DEARMAN I FOOKES 1974). STEPANOVIC et alt (1970) fan un resum de la situació a Iugoslàvia tot assenyalant els treballs de JANJIC el 1957 amb el mapa geotècnic de Sèrvia a escala 1/500.000, i altres realitzacions a escales més grans entre 1956 i 1962.

Les primeres referències als Estats Units són del 1957 amb l'elaboració de mapes d'àrees afectades per inundacions a la zona de Tanque Verde **Creek** Arizona (ROBINSON i SPIEKER 1978). Malgrat aquesta tardança respecte altres països, desenvoluparan en molt poc anys una sèrie de normatives d'ús del territori en funció dels paràmetres geològics que els col·loca a hores d'ara al capdavant en aquest aspecte.

Un gran impuls comença a produir-se els anys 60, per eixamplarse de forma massiva la pràctica de realització arreu del món durant els 70 i fins l'actualitat. A Bèlgica GHISTE (1970) comenta els mapes efectuats per CALEMBERT l'any 1962, a escala 1/75.000 a la regió de Lieja. Consta de 3 mapes: hidrològic-litològic, zones influenciades per l'activitat minera (subsidiència) i de classificació de les zones.

El mateix GHISTE comença el 1969 un seguit de cartografies a la regió de Mons que comprenen:

- . mapa de localització dels assaigs i hidrologia.
- . mapa de formacions superficials (representant 3 capes).
- . mapa del substrat.
- . mapa d'interpretació geotècnica (s.s)

Posteriorment continua realitzant treballs per la zona de Mons i Chaleroi (GHISTE 1978) canviant els tipus de documents i la forma de representació: Els mapes obtinguts eren:

- . documentació general
- . hidrologia superficial
- . pendents, zones remogudes i pedreres
- . formacions superficials (isohipses)
- . substrat (topografia)
- . unitats geotècniques

i també són reconegudes altres ciutats. Brussel·les, Amberes, Gant... (POLO-CHIAPCLINI 1979, DE BERRA et al. 1980).

A França i Anglaterra. l'onada arriba molt més tard que als altres països, sobretot els de l'àrea socialista, ja que l'any 1968 a Txecoslovàquia hi havia ja més de 300 ciutats amb mapes geotècnics (MELIDORO 1970), a Polònia (STAMATELLO 1965, MALI-NOWSKI 1970) es feia de forma força generalitzada a partir de la 2<sup>a</sup> guerra mundial, a Hongria s'havien determinat diferents unitats geotècniques de 65 ciutats de cara l'edificació per al període 1966-70, (REMENYI I VARGA 1970) i fins i tot hi ha un assaig de normalització dels països del COMECON l'any 1965 (MATULA 1968).

Així a França en una bona recopiació SANEJOUAND (1972) indica que les primeres cartografies són degudes a LANDRY l'any 1964 al districte de Montbeliard a Doubs, i consistia en un mapa geològic i un geotècnic (s.s), posteriorment al laboratori regional de Ponts et Chaussées de Trappes en realitzà un altre l'any 1967, a partir de llavors són nombroses les experiències tant del BRGM com dels LRPCh, com també apareixen publicacions diverses sobre el tema (ANTOINE et alt. 1974, ARNOULD i VANTROYS 1970, ASTE i MESSIN 1979, BIGUENET et alt. 1970, GOUNON 1970, 1980, HUMBERT 1970 i 1973, MASSON 1970, FLOTTE et alt. 1973, GIGAN 1973, ANTOINE i CASTRO 1974, ARNOULD et alt. 1979, BITEAU et alt. 1979, BOIS 1979, OLIVIER i CAMBOLY 1979, PORCHER i GUILLOPE 1979, VIDAL 1979...). Molt d'aquests treballs inclouen les dades geomorfològiques : pendents i estabilitat dels vessants, aspectes que no són tractats de forma tan sistemàtica als altres països.

No hi ha tanta producció a Anglaterra, on en un treball de síntesi DEARMAN i FOOKES (1974) assenyalen que els primers intents són deguts a KNILL i JONES el 1965 encara que no és per a ordenació territorial sinó per a la construcció d'una presa. De fet, la primera cartografia es deu a WILSON a la zona de Belfast el 1971. Posteriorment CRATCHLEY i DENNESS (1972) realitzen sengles cartografies per a la nova ciutat de Milton Keynes, però es tracta d'un mapa litològic i d'un parell de mapes d'isòpaques de la formació superficial (de 3 i 10 mt.) acompanyant a la memòria una taula de les característiques geotèc

niques dels materials. DEARMAN et alt. (1.977) i DEARMAN I COFFEY (1.981) presenten alguns mapes, però si bé indiquen les litologies i gruixos del material, no ofereixen els mapes geotècnics (s.s) que estan avessats a fer els països socialistes i França.

L'elaboració cartogràfica als Estats Units aquests darrers anys ha estat certament intensa, l'organisme que més esforç ha realitzat en llur elaboració ha estat el U.S. Geological Survey que va endegar la realització de mapes a moltes àrees metropolitanes (RADBRUCH 1.968). Han estat presentats nombrosos exemples efectuats des de diferents punts de vista, FISHER et alt. (1.972) i BROWN et alt. (1.976) posen molt d'èmfasi en la definició d'unitats naturals incloent-hi aspectes biològics i humans, separant-se una mica de la línia molt més enfocada als aspectes geotècnics i geomorfològics que caracteritzen les cartografies de les escoles europees. En canvi MOSER (1.972), HILL i AUSTIN (1.975), HILL (1.976) i HARTKE i HILL (1.976) aporten sengles atlas de mapes i que no sempre són els mateixos: documentació, geologia del substrat, topografia del substrat, ... més en línia amb els europeus, però a més afegeixen mapes sobre abocadors controlats, fosses sèptiques, sorres i graves que són menys utilitzats a aquesta banda de l'Atlàntic. Un veritable recull d'exemples i diversitat de casos és el treball de ROBINSON i SPIEKER (1.978) que ofereixen un ventall de realitzacions i indiquen les múltiples aplicacions que poden tenir aquests tipus de cartografia. Un fet també diferenciador de la cartografia dels Estats Units és la manca d'uniformitat del mètode de representació que contrasta amb els esforços europeus en aquest sentit, si bé és cert que l'adopció d'una normativa única ajuda a sistematitzar el treball, també ho és que d'altra banda priva de certs mètodes de representació enginyosos i facilitar llur evolució.

A la resta de països la informació és més dispersa encara que cal assenyalar els treballs australians que són molt complets, com els de BRANAGAN (1.972) que presenten mapes sobre la geologia, característiques de fonamentació, pendents, susceptibilitat

a l'erosió, o esllavissaments, drenatge, susceptibilitat a les inundacions, o HOFMANN (1.976) que aporta 6 mapes sobre geologia, geomorfologia (incloent talussos), riscos naturals, materials extractius, hidrogeologia i capacitat del terreny a la urbanització. Un esment especial volen els treballs de GRANT (1.970, 1.974), i GRANT i FINLAYSON (1.978 a i b) que han dissenyat un sistema propi de classificació del terreny combinant paràmetres geològics i biològics. A Itàlia les experiències són molt recents ja que si bé MELIDORO (1.970) escriu sobre el tema, no realitza cap cartografia i és posteriorment quan apareixen algunes publicacions al respecte: BARTOLOMEI et alt (1.975), COLOMBETTI et alt (1.975), FUGANTI I PANIZZA (1.975), IETTO (1.975), MERLA et alt (1.976). Finalment apareixen cartografies puntuals a diversos països com Israel (AISENSTEIN et alt 1.974), Índia (RAJU et alt 1.974, GANDOPADHYAY 1.978), Indonèsia (CULSHAW et alt 1.979), Bolívia (MASURE 1.979) ...

Capítol a part són les realitzacions més especialitzades que especifiquen alguns aspectes de la planificació territorial i urbana. Aquest és el cas de la cartografia sobre la inestabilitat de vessants, traçats viaris, idoneïtat per a l'abocament de residus sòlids, existència de recursos en roques industrials... i que intentar fer una anàlisi històrica seria massa exhaustiu. Amb tot, cal assenyalar que s'han fet avenços molt importants des del punt de vista metodològic, com ara en el cas d'inestabilitat de vessants sobretot als Estats Units, amb treballs molt interessants de Brabb i altres (citats a ROBINSON i SPIEKER 1.978 i RADBRUCH-HALL 1.979), NILSEN et alt (1.979), on s'utilitzen tècniques de sobreposició de diversos mapes (geològic, pendents i inventari d'esllavissaments) per a definir les unitats de més risc. O també a França on durant els darrers anys s'ha desenvolupat un projecte cartogràfic amb el nom de ZERMOS (HUMBERT 1.972, 1.977, CHAZAN 1.973, MENEROUD i CALVINO 1.976, PERROT et alt 1.976, ANTOINE 1.977, MENEROUD 1.978...) on s'anàlitzien les causes de risc de moviment i es defineixen diferents nivells de risc en funció de la concurrència d'un determinat nombre de causes d'inestabilització.

La situació a Espanya, tot i començar més tard que d'altres països, ha experimentat un avenç important sobretot durant els últims 4 o 5 anys. Existeixen algunes realitzacions al començament dels anys 70, degudes a l'IGME que, sota el títol "Mapa Geotècnic General" efectua la conversió del mapa geològic a escala 1/200.000 en mapa geotècnic (s.l.) acompanyat de mapes a escala més petita, de 1/400.000 i que corresponen a les formacions superficials i substrats, característiques geomorfològiques, característiques hidrològiques i característiques geotècniques (s.s). En qualsevol cas, aquests mapes no defineixen possibles usos del territori, és a dir, assenyalen característiques del terreny i en tot cas indiquen les possibles limitacions que imposa el medi geològic de cara a la constructibilitat. Una mica més tard, pel voltant de 1.974, apareixen també publicats per l'IGME els "Mapa de rocas industriales" igualment a escala 1/200.000 on s'indica la situació i magnitud dels diferents jaciments, i és acompanyat per una sèrie d'esquemes designant els jaciments en funció de llur aplicació. Ambdues col·leccions abracen el conjunt de la superfície de l'Estat. També a començament dels anys 70, el MOPU publica una sèrie que continua **actualment** de "Estudio Previo del Terreno", enfocat al projecte de construcció de carreteres, i que consten d'un mapa geològic a 1/50.000 i un conjunt d'esquemes sobre sòl i formacions de poc gruix, esquema geotècnic, esquema geològic i esquema morfològic, tot a escala 1/200.000. També als projectes de construcció d'autopistes del començament de la dècada apareixen cartografies litològiques amb descripcions geotècniques realitzades per les mateixes empreses constructores.

ABAD et al (1.979) i ABAD et al (1.980) fan un complet resum de les cartografies publicades per l'IGME a escales més grans que les que havien esmentat abans. Així el 1.973 s'efectuen els mapes geotècnics a 1/25.000 de Villagarcía de Arosa i d'Oviedo, extenent-se posteriorment a Còrdova, Santa Cruz de Tenerife (citada també per GONZALEZ DE VALLEJO 1.977), Parla, Almeria, Màlaga, Huelva... Si bé llur metodologia ha variat una mica de les primeres realitzacions, les darreres experiències ofereixen sengles mapes geològics, de documentació, geomorfològics, d'hidrologia i

drenatge, de formacions i també alguns mapes de zonatge geotècnic o de constructibilitat per a algun projecte determinat. L'any 1.976 començaren a publicar-se un conjunt de mapes a escala 1/100.000 amb el títol de "Mapa Geotècnico de Ordenación Territorial y Urbana de la Subregión de Madrid". La metodologia d'aquestes realitzacions és molt pròxima a la proposada per l'escola europea (UNESCO 1.976).

L'any 1.975 apareixen cartografies enfocades de forma directa a la planificació territorial. És a Santander on CENDRERO (1.975 a i b) realitza mapes geològico-ambientals sobre la ciutat i la seva badia, inspirats en part en les experiències de FISHER et alt (op.cit.) i BROWN et alt (op. cit.). És però, a partir de 1.980 amb la realització de la 1ª Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio a Santander, que apareixen un conjunt de treballs més en la línia iniciada per Cendrero, de considerar alguns aspectes biològics i humans (BAZTAN et alt 1.980, DIAZ DE TERAN i GOMEZ L. 1.980, FLOR G. i PEREZ PINTO J.E., URGOITI i NIETO 1.980...).

Si analitzem el cas de Catalunya, la situació no és gaire més afalagadora que a la resta de l'Estat. Una fita important és l'aparició, l'any 1.976, del llibre "Natura ús o abús" coordinat per R. FOLCH i que si bé no fa cap aportació a nivell de cartografia, si que desvetlla l'atenció de bona part de la comunitat científica envers els problemes de la gestió del medi natural, entre ells el medi geològic.

A part de les cartografies de caràcter general realitzades per l'IGME i el MOPU que ja hem esmentat, una de les primeres realitzacions és deguda a TORAL de la 5ª Jefatura Regional de Carreteras, que l'any 1.970 realitza un mapa d'inestabilitat de talussos (inèdit) on es destaquen les principals unitats litològiques i els moviments identificats a la zona del Port de Comiols-Sant Salvador de Toló (Conca de Tremp, Lleida). Posteriorment CLASCA i VIDAL (1.973), que confeccionen un mapa litològic (inèdit) acompanyat d'una extensa memòria explicativa on es trac-

ten els problemes deguts a característiques geotècniques, hidrologia superficial, recursos subterranis i d'altres.

VENTAYOL et alt (1.978) i VENTAYOL (1.979) confeccionen i publiquen el mapa geotècnic (s.s.) de Barcelona, seguint el mètode de representació proposat per SIMEK (PETER op. cit.), al qual acompanyen amb una memòria on s'expliciten les característiques geotècniques obtingudes pels corresponents assaigs i alguns aspectes referents a la hidrogeologia.

L'any 1.978 es realitza un estudi amb el títol de "Localización de áreas industriales de Cataluña" (URBINCA 1978, TRILLA 1.980, AMAT et alt 1.980), i s'analitza l'oferta de terrenys existent per a instal·lar-hi polígons industrials, i conjuntament amb paràmetres econòmics, xarxa viària, sòl agrícola, s'inclou una anàlisi dels paràmetres geològics que seran expressats en cartografia a escala 1/100.000 (pendent, capacitat de càrrega dels materials, recursos hídrics, risc d'avingudes, vulnerabilitat d'aquífers, presència de boires, etc.) degut a que es posava com a condicions prèvies, una superfície mínima de 10 Ha. i un pendent màxim del 10% no s'analitza tota la superfície del Principat, però amb tot, és un dels primers treballs amb visió integral que es realitzen a casa nostra.

Des de molt diversos municipis comença la intervenció dels estudis de paràmetres geològics en la realització de Plans Generals d'Ordenació Urbana. A la zona de la Garrotxa s'han efectuat diverses realitzacions a Santa Pau i Olot el 1.978, Vall d'En Bas i Vall de Bianya el 1.979, Besalú i les Preses 1.980 (MALLARACH i RIERA 1.981) que proporcionen diversos atlas de mapes on es tracten els aspectes de litologia, geomorfologia, hidrogeologia, vulnerabilitat d'aquífers, i també paràmetres biològics com la vegetació potencial, estat actual dels boscos, etc., a escales que oscil·len entre 1/2.000 i 1/25.000.

Encara que no pertany a l'Estat, inclouen també un conjunt de

cartografies de les Valls d'Andorra, entre les quals n'hi ha una de litològica-geomorfològica deguda a PUIGDEFABREGAS i altres (FOLCH 1.979) adjuntant-hi aspectes de gestió del territori. Al sector de Saldes-Maçaners (Bergadà, Barcelona), es porta a terme la confecció d'un mapa geomorfològic (CLOTET et al 1.979) però que ultrapassa els objectius del mapa geomorfològic clàssic, tot constant de tres fulls: mapa de litologia i dinàmica actual, mapa d'ocupació del sòl i dades hidrològiques i mapa de les limitacions geomorfològiques en vista a les obres públiques. A la zona de l'Alt Fluvià PALLÍ i TRILLA (1.980) analitzen les ofertes del medi geològic presentant un atlas de mapes que comprenen: pendents i comportament mecànic dels materials, roques industrials, aquífers i processos actius. A la comarca d'Osona COROMINAS i PORTA (1.980) i COROMINAS (1.982 a), dins el marc de l'elaboració del Pla General de Centelles, contemplen els aspectes tant geològics com biològics de cara a l'ordenació racional del municipi. Els documents obtinguts a escala 1/10.000 han estat els següents: mapa litològic, mapa de pendents, mapa de vegetació, mapa de capacitats agrològiques, mapa hidrogeològic, mapa geomorfològic i de processos actius, mapa de punts i zones d'interès especial i un mapa de recomanacions d'ús del sòl des del punt de vista del medi natural. Altre exemple semblant correspon a Montmeló (Vallès Oriental) (COROMINAS 1.981 b).

Finalment en un darrer treball, presentem (COROMINAS 1.982 b) una col·lecció de mapes que cobreixen tot Catalunya a escala 1/200.000, on es fan palesar els diferents paràmetres geològics que cal tenir en compte per llur incidència a les activitats humanes i llur expansió: mapes litològics, pendents, geomorfològic i processos actius, hidrogeològic, permeabilitat, vulnerabilitat d'aquífers, geotècnic i recursos en roques industrials.

### 3.3 TIPUS DE PARÀMETRES I MÈTODES DE REPRESENTACIÓ

Existeixen un gran nombre de paràmetres per a representar en aquests tipus de cartografia, però entenem que han de complir dues condicions bàsiques:

- Ser paràmetres que juguen un paper en l'ordenació territorial
- Que puguin ésser avaluats quantitativament o, en tot cas que es pugui establir una gradació clara

El motiu de plantejar aquests dos aspectes és de cara a evitar que apareixin descripcions molt carregades amb conceptes no directament utilitzables (de vegades l'esmentar la fauna fòssilífera existent, la cronologia, certs aspectes geomorfològics: valls en bressol, de fons pla... etc., són dades addicionals que no fem servir en les preses de decisions) i per altre costat, aconseguir una precisió dels valors dels diferents paràmetres, que faciliti la interpretació de les aptituds i limitacions del territori considerat.

Hi ha un aspecte, a més, que considerem fonamental, i és que en cada cas que s'analitza (sigui una planificació global d'una zona o sigui simplement en la recerca de llocs per a instal·lar abocadors de residus), si pretenem ser objectius hem de disposar del conjunt d'elements suficients per a poder prendre decisions, i si no els disposem tots, hem d'ésser conscients d'aquesta mancança i del seu significat. Així, per exemple, com a informació hidrogeològica s'indica molt sovint les unitats aquíferes, les zones de recàrrega, les direccions de flux d'escorriment subterrani, les captacions i fonts ... Aquesta informació pot ser clarament insuficient quan es tracta de planificar el creixement urbà o industrial, o quan és de preveure la conversió de terres de secà per a regadiu. Efectivament, és inconcebible proposar un cert creixement en el nombre d'habitants o en el d'indús-

tries sense saber la quantitat de recursos hídrics que hom disposa a la zona (tant el volum de recursos que es renoven anualment, com el volum de reserva no renovable) perquè pot crear situacions de greus conflictes (com és ara el cas del Camp de Tarragona) o perquè plantejarà a posteriori i amb urgència el realitzar obres d'alt cost econòmic per pal·liar els possibles dèficits en principi no previstos. Això és aplicable a molts altres paràmetres, com ara la indicació de zones inundables només del punt de vista morfològic encara que sigui una primera informació molt valuosa, pot ser insuficient de cara a determinar mesures de correcció o de previsió si no s'afageixen dades sobre els cabals màxims que hom pot esperar per a un període de retorn determinat. De tota manera cal tenir en compte que una quantificació exigirà molt sovint l'efectuar simplificacions que provocarà la pèrdua de precisió dels resultats obtinguts.

No pretenem dir que no es puguin realitzar estudis geològics de cara la planificació si no es disposa de dades **quantitati-**ves de totes les característiques, però tampoc es pot caure en l'error d'intentar obtenir més informació de la que la migradesa de dades ens pot oferir, o simplement no considerar els paràmetres que desconeixem. En efecte, estariem lligats de mans i peus si per no disposar per exemple d'un nombre suficient de dades estadístiques (pluviometria, cabals mitjans, temperatures, extraccions, cabals d'avinguda...) no poguessim fer unes mínimes deduccions, però llur validesa i amplitud seran molt més limitades. És per aquest motiu que plantejàvem la necessitat de la quantificació de paràmetres sempre que això sigui possible.

Existeixen diversos mètodes de representació de les dades. Una de les exigències que la majoria d'autors estan d'acord, és que la informació es presenti de tal manera que sigui fàcilment comprensible pels professionals que la utilitzin i que no tenen perquè ser forçosament geòlegs (UNESCO 1.976).

El fet d'haver una àmplia experiència de realització de mapes litològics, geomorfològics i hidrogeològics facilita en gran manera la tasca de representació.

No pretenem doncs de fer un examen exhaustiu dels mètodes existents ni de plantejar els problemes de representació que altres autors ja han exposat, però existeixen **tres** aspectes que entenem que encara no estan prou superats sobre els quals es pot fer alguna reflexió:

- a) Representació de paràmetres de valor puntual
- b) Representació de paràmetres que varien en profunditat
- c) Delimitació dels intervals dels valors quantitatius a representar

#### a) Representació de paràmetres de valor puntual

Moltes accions o moltes informacions estan referides a un punt en concret. Per exemple, l'escolament difús, l'aixaragallament, la caiguda de blocs ... són fenòmens que no es produeixen en tota la superfície aflorant d'una mateixa unitat litològica, sinó que apareixen als llocs on a més es donen unes determinades condicions (més pendent, obertura d'un talús, manca vegetació ...) i que per tant la validesa de llur representació en un mapa està limitada al lloc on succeeix. Això és motiu de dificultats sobretot quan es treballa a segons quines escales, ja que com més petites siguin aquestes més error es cometrà en representar el fenomen puntual perquè serà desproporcionada l'àrea d'acció que ocupa en el mapa respecte la real. El mateix pot passar quan treballen amb informacions puntuals (una anàlisi d'aigua, una columna de sondatge, un assaig "in situ"...) i ens plantegen la representativitat que té respecte un entorn més o menys ample. Efectivament hem corre el risc d'atribuir una homoge-

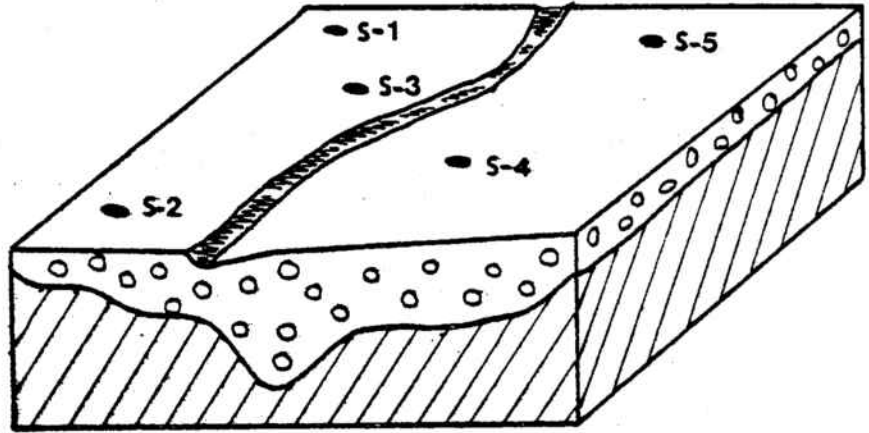
neïtat on realment no hi és, només quan es disposés d'un gran nombre de dades pertanyents a una mateixa unitat podríem establir aquesta homogeneïtat. En aquest sentit s'expressa també THOMAS (1.970) en parlar de la precisió de la cartografia. Certament, tal com podem observar a la figura nº 3.1, quan les variacions de les propietats a l'espai poden ser significatives, cal definir una **densitat de punts** d'informació que estigui d'acord amb l'escala de les variacions. De tota manera pensem que la realització d'aquest pas que consisteix a partir d'unes dades puntuals, definir una sèrie d'unitats, si bé és un risc que moltes vegades cal córrer, també significa una pèrdua d'informació que es dóna a l'usuari del mapa. Una possibilitat d'evitar-la és presentant les dades que ens han permès de fer la definició d'unitats. És a dir, nosaltres per exemple podem definir un conjunt d'unitats geotècniques, hidrogeològiques, zones de qualitat d'aigua... i ho hauríem fet a partir d'una sèrie de criteris; el presentar a més en un mapa o en fitxes a part les columnes de sondeig, els resultats dels assaigs, els valors de les proves de permeabilitat o les granulometries o les diferents anàlisis de les aigües afectuades etc.. permeten la possible reinterpretació posterior, i al mateix temps dóna una orientació sobre la fiabilitat d'una tal definició d'unitat ja que hom sap el nombre i tipus de sondeigs, assaigs i llur distribució espacial. S'ha de dir però, que és complicat el treballar amb un gran nombre de dades, i que s'ha de fer l'esforç de síntesi; a la present tesi hem intentat precisament efectuar aquesta feina

En aquest sentit els mapes de documentació són d'un gran ajut, s'indiquen els tipus de perforació, la localització, on s'**agafen les mostres**, etc., però moltes dades no poden ser representades: columnes de sonatges, valors dels diferents assaigs, anàlisis d'aigua ... i llavors cal acompanyar a la memòria les corresponents fitxes o taules amb aquesta informació. En alguns casos aquesta informació s'ha presentat directament als mapes, com ara GHISTE (1.972), AISENSTEIN et al (1.974) que per mitjà de cercles amb subdivisions,

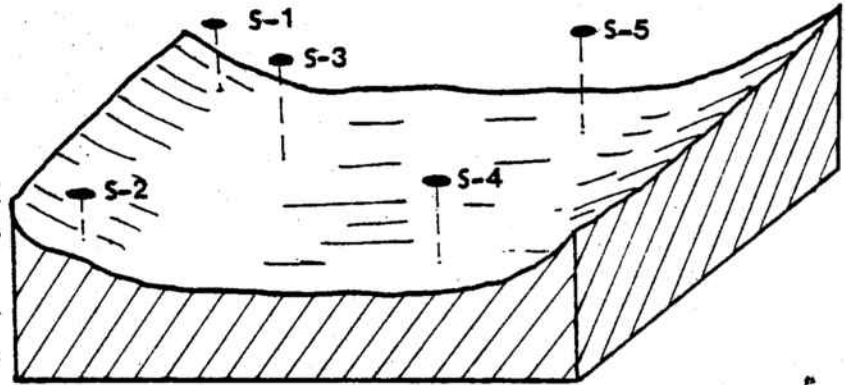
Figura 3.1

Possibles errors d'interpretació per manca d'una densitat adequada de dades puntuals.

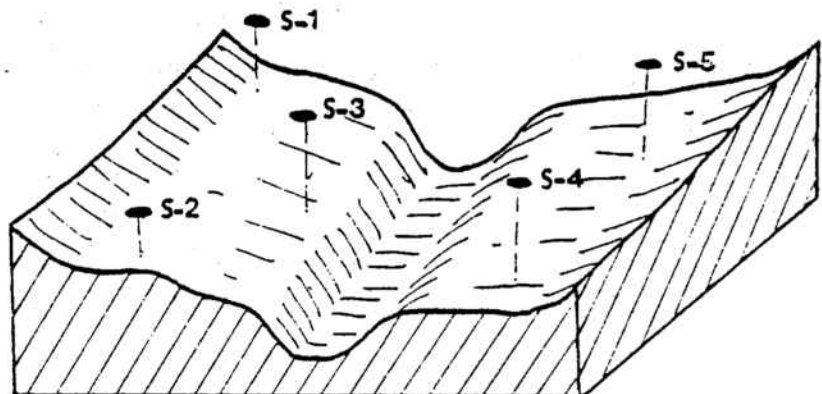
Situació dels sondeigs en un al.luvial, per tal de determinar la profunditat del substrat.



Interpretació en funció dels sondeigs



Relleu real del substrat.



**xifres i lletres** expressen la columna litològica, profunditat de nivell freàtic..., o per a les anàlisis d'aigua es poden utilitzar també diagrames (Stiff o circulars) però quan el nombre d'informacions és gran és molt poc útil i difícil de grafiar per manca d'espai.

Aquests elements els hem de tenir en compte sobretot actualment quan l'ús generalitzat de l'ordinador fa que sigui fàcil d'oblidar que algunes dades tenen un valor local i no han de ser generalitzades de forma inconscient.

b) Representació de paràmetres que varien en profunditat

No existeix una unanimitat en la forma de representació dels paràmetres que varien en profunditat i entre ells el que ha estat més assatjat és el de la litologia. Si la litologia fos homogènia a partir de la superfície del terreny no hi hauria cap problema; però com tots sabem a la major part dels casos hom observa una successió de diferents estrats en profunditat els quals molt sovint presenten propietats físiques diferents entre sí. Per tant és de gran interès el poder diferenciar aquests canvis de propietat i la fondària on es produeixen. Els autors txecs van idear un mètode de representació que consisteix en utilitzar diversos colors per al substrat i les formacions quan fins la profunditat de 10 metres en el mateix material no hi ha cap canvi, però si abans de 10 mt. apareix una segona capa, s'indica en la forma de ratlles horitzontals intercalades en la primera i del color de la litologia que compongui la segona capa. En el cas d'existir tres capes s'afegeix una ratlla vertical per a representar la tercera capa (mètode PASEK, RYBAR i SINEK citat a PETER 1.966). Els gruixos s'expressen per números romans o venen indicats per l'amplada de les barres.

Un problema que apareix en aquest tipus de mapes és la difi-

cultat real de lectura que fa perdre ràpidament l'atenció del lector i, d'altra banda, el sistema d'assenyalar els gruixos pot donar interpretacions equívokes. Per exemple, les amplades de les barres utilitzades per Pasek i Rybar són:

0,8 - 2 mt.

2 - 5 mt.

5 - 10 mt.

d'aquesta manera dues diferents successions de capes com ara els casos extrems A 0,9 mt. B 2,1 mt. C 5,1 mt., de gruix total 8,1 mt. tindrien la mateixa representació que A 2 mt. B 5 mt. i C 10 mt. amb un gruix total de 19 mt., la qual cosa és excessiva.

Altres mètodes que han aparegut han estat el presentar cartografies litològiques corresponents a diverses profunditats com presenta STAMATELLO (1.965) a -2, -4 i -6 mt., que en certa mesura resol el problema de la determinació que a una profunditat donada existeixi una capa, i que no dubtem entre uns límits, però continua deixant la incertesa del gruix de la capa. Aquest aspecte es podria resoldre però, si prèvia la introducció de les dades del sondeig, per un procés automatitzat obtinguéssim cartografies litològiques a intervals molt més reduïts (cada metre per exemple).

Un mètode molt més afinat és el treballar amb mapes d'isòpaques i isòbates, ja que permet de determinar amb força exactitud el gruix i el sostre dels diferents nivells, i és extremadament útil amb aquelles formacions de gruix molt variable. Alguns exemples els proporcionen HILL i AUSTIN (1.975), HILL (1.976), GHISTE (1.978), POLO- CHIAPOLINI (1.979). És interessant el presentar ambdós mapes perquè es guanya amb la interpretació de la informació i no dona lloc a possibles malentesos (fig. nº 3.2). La utilització d'aquest tipus de mapes, a més, té l'avantatge que si es vol no necessiten la utilització de colors, tot permetent així un abaratiment dels

costos, i des del punt de vista d'interpretació són molt més entenedors i senzills que els mapes amb el sistema de barres verticals i horitzontals. El preu d'aquesta facilitat d'interpretació consisteix en que s'han d'elaborar dos mapes per a cada capa a representar.

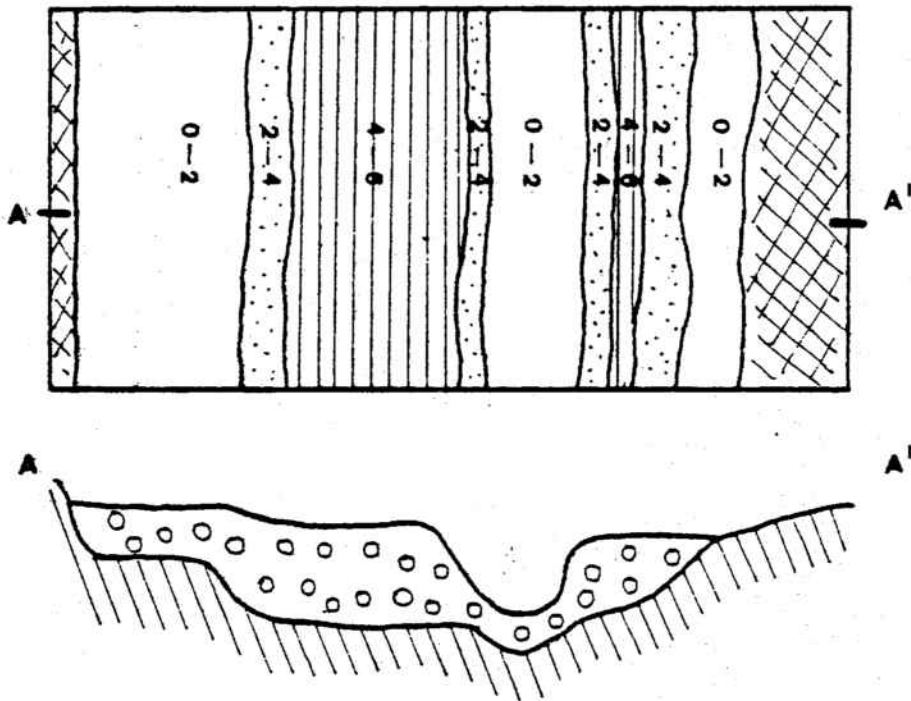


Fig. nº 3.2

La simple interpretació del mapa d'isobates pot donar lloc a suposicions equivocades. Les zones de més gruix (4-6 mt.) semblarien lògicament les zones de substrat més profund, mentre que les de menys gruix indicaran una elevació d'aquest. La topografia superficial pot malbaratar aquesta hipòtesi.

c) Delimitació dels intervals dels valors quantitius a representar

Ja hem comentat anteriorment la necessitat de donar **dades quantitatives** i hi ha determinats aspectes que són quantificats de forma corrent. Un d'ells i de forma gairebé sistemàtica és el valor del pendent. Es diria que cada autor utilitza el seu propi interval per a construir el mapa de pendents (alguns exemples els trobem a la taula nº 3.1).

HUMBERT (1970)

MALINOWSKI (1.970)

HUMBERT (1.973)

|        |        |
|--------|--------|
| 0-2%   | 0-2%   |
| 2-5%   | 2-5%   |
| 5-10%  | 5-10%  |
| 15-20% | 10-15% |
| +20%   | 15-20% |
|        | 20-30% |
|        | +30%   |

FLOTTE et alt (1.973)

DEMEX (1.972)

|        |        |
|--------|--------|
| 0-5%   | 0-20   |
| 5-10%  | 2-50   |
| 10-15% | 5-150  |
| 15-20% | 15-350 |
| 20-30% | 35-550 |
| +40%   | +550   |

Intervals de pendents

Taula nº 3.1

Alguns valors d'intervals de pendents preparats per diverses autors.

La qüestió rau en el criteri que s'utilitza per a delimitar aquests intervals, i en general no se solen donar justificacions del motiu de l'elecció. Això fa pensar que malgrat que els autors en puguin tenir, el fet de no esmentar-ho dóna la sensació d'haver-los pres arbitràriament.

De fet pensem que els criteris de selecció dels intervals de pendents han de venir en funció de dos objectius:

- Indicar els pendents més representatius d'una àrea que consta de diferents unitats de relleu o fenòmens sense prefixar els intervals.
- Escollir prèviament uns determinats intervals (per exemple que representin els límits per a certes activitats) i cercar quines són les àrees que els contenen.

En el primer cas, tal com argumenta KERTESZ (1.979) la principal dificultat es troba en que l'elecció pot ser molt arbitrària a no ser que es realitzi sobre la base de mètodes estadístics. Aquests mètodes han d'utilitzar un nombre suficient de mostres d'angle de talús de l'àrea d'estudi, i dibuixar un histograma de freqüències a partir del qual s'establiran les diferents categories de pendent. Pensem però que la major part de les vegades això no es duu a terme. Altres autors donen el límit en funció de l'estabilitat dels talussos, com ara GANGOPADHYAY (1.978) que assenyalava a la regió de Sikkim Himalayas que amb angles fins a  $26^{\circ}$  eren estables els talussos fins a 5 mt, amb angles inferiors a  $23^{\circ}$  s'obtenien talussos estables d'alçada fins 12 mt, i amb angles menors de  $19^{\circ}$  s'obtenien talussos estables fins 30 mt; o també NELSEN et al (1.979) que presenten una divisió dels pendents en funció de l'existència d'esllavissaments a la zona de la Badia de San Francisco a Califòrnia a partir de l'observació que la majoria d'esllavissaments es donen en pendents superiors al 15%, molt poques entre 5-15% i gairebé cap amb pendent  $< 5\%$ .

És el segon cas que veiem més adequat de cara a la planificació territorial l'elecció podem fer-la en funció d'alguns límits preestablerts, com els que s'han assenyalat a la taula 1.2 i que alguns d'ells per exemple els hem utilitzat amb algunes petites modificacions (hem elevat el màxim d'edificació al 35% ja que nombroses urbanitzacions existents superen amb escreix aquest límit que malgrat tot des del punt de vista de planificació suposem excessiu), en estudis anteriors de cara a l'aplicació a diversos usos del territori a Catalunya (COROMINAS 1.982 b).

D'altres com PALLÍ i TRILLA (1.980) només assenyalen el límit del 10% per a separar els terrenys que ofereixen més possibilitats d'ús i que a més presenten sòls molt rics.

Com podem veure cal realitzar un esforç de teorització per acabar de delimitar de forma més precisa aquests límits màxims i evitar el donar uns valors que no tinguin un significat específic.

El que hem comentat per als pendents podem aplicar-ho també a altres paràmetres, en els quals moltes vegades no s'indica quins són veritablement els límits o es dona una valoració subjectiva realitzada per l'autor però sense especificar com l'ha determinada. Aquí dins hi podrien incloure els valors de la ripabilitat on es desconeix quins són els elements que permetran fer la distinció (com per exemple el valor de la transmissió de les ones sísmiques, Megi's figura nº 3.5) o la delimitació de les zones inundables, la vulnerabilitat dels aqüífers, les característiques geotècniques i molts d'altres paràmetres.

Finalment cal dir que la utilització dels mapes obtinguts per persones alienes a les ciències de la Terra posa de manifest el perill d'entendre conclusions errònies de llur lectura. Un dels aspectes més problemàtics en aquest sentit és

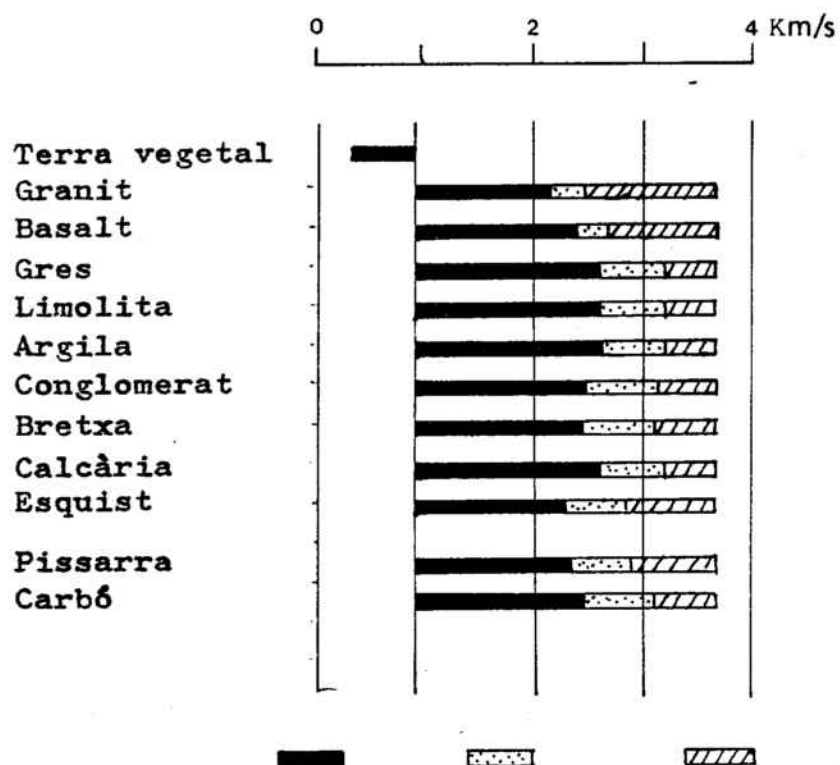


Figura nº 3.3

Gràfic de ripabilitat a partir de les dades sísmiques (dades de Caterpillar Tractor Co. 1978 citat a COSTA i BAKER 1981).

la representació de les dades geotècniques, existeixen nombrosos exemples de mapes d'interpretació geotècnica on es dona el concepte de capacitat de càrrega alta, mitja o baixa acompanyat d'alguns valors límits expressats en  $\text{Kg}/\text{cm}^2$ . THOMAS (1.970) i GIGAN (1.973) indiquen alguns dels inconvenients d'aquesta forma de presentació. En efecte, la càrrega de fonamentació d'un terreny vé donada pel tipus d'estructura a realitzar, el tipus i profunditat de la fonamentació i de les característiques mecàniques del terreny, per tant la indicació d'un valor en  $\text{Kg}/\text{cm}^2$  no té significat si no va acompanyat d'aquesta informació addicional i pot fàcilment induir a interpretacions incorrectes, a més aquest paràmetre no té perquè ser el més important. Si bé THOMAS (op. cit.) planteja no donar valors quantificats, nosaltres entenem que sí que es poden donar sempre que estiguin ben definits i aquests no indueixin a equivocacions, com fa STAMATELLO (1.965), GHISTE (1.970) i altres.

### 3.4 MAPES DE DESCRIPCIÓ I MAPES D'INTERPRETACIÓ

El darrer aspecte que volem tractar de la cartografia geològica aplicada a l'ordenació territorial i la gestió del medi ambient, és el de la barreja de documents descriptius i documents interpretatius. CENDRERO (1.980) ja esmenta aquesta divisió quan parla dels mapes temàtics. D'una banda tothom està d'acord en que els documents cartogràfics que s'elaborin han d'ésser objectius en la representació del context físic del territori, però a la realitat existeix una pràctica força generalitzada de considerar conjuntament sense distinció paràmetres descriptius i interpretats, perdent d'aquesta manera tot esperit d'objectivitat.

Per què volem diferenciar aquests dos tipus de paràmetres? Quina relació tenen amb l'objectivitat o no d'un mapa? Per a nosaltres hi ha un fet molt evident i és que la representació cartogràfica del que hom "observa" sobre el terreny o dels valors d'uns assaigs normalitzats, és una representació objectiva. De fet, un mapa litològic és una descripció del que s'observa sobre el terreny, que té alguns aspectes, si es vol, que poden ser millorats (la manca d'afloraments pot impedir el conèixer correctament la traça d'un contacte...) però que el senyor que el confecciona quan assenjala en un lloc l'aparició d'un aflorament de calcàries, descriu que allà hi ha calcàries, no fa cap mena d'interpretació. El mateix podríem comentar d'altres paràmetres; pendent, existència de processos actius, morfologia, gruix dels materials de cobertura, característiques geotècniques (resultats dels assaigs de laboratori i "in situ"), valors de la permeabilitat, volum i qualitat dels recursos, i molts d'altres. És a dir, independentment dels mitjans que es disposen i del detall amb què es treballa, tots aquests paràmetres en condicions normals no són interpretats, sinó que existeixen unes normes preestablertes (classificacions de roques, classificacions de

formes i processos, assaigs de permeabilitat, assaigs geotècnics normalitzats ...) que fan que l'autor es limiti (moltes vegades amb un gran esforç) a presentar les seves observacions i/o resultats.

Els mapes que exposen aquests tipus de paràmetres i que nosaltres anomenem mapes de descripció, poden ser millorats en el temps amb el seu detall, pel descobriment de nous afloraments, realització de sondeigs o de nous assaigs, que tendiran a donar una millor precisió, però el contingut fonamental dels conceptes representats no canvia. Aquests mapes entenem doncs que són objectius perquè en llur realització no intervenen apreciacions personals o fonamentades en aspectes que puguin anar canviant amb el temps.

Altres mapes són els que a partir d'un fenomen d'abstracció l'autor representa uns conceptes ja elaborats. En aquests mapes el lector no té possibilitats de comprovació directa del que allà s'exposa, sinó que en el millor dels casos només arriba a conèixer el procediment que ha seguit l'autor per a obtenir uns determinats paràmetres. Concretament els mapes que expressen les condicions de constructibilitat d'un terreny, la vulnerabilitat d'un aqüífer, la idoneïtat del terreny per a abocador de residus, les zones potencialment inestables ... estan realitzats a partir de la interpretació prèvia per part de l'autor d'una informació de base preexistent i que consistia en les dades litològiques, valors d'assaigs, distribució de processos, etc. Amb aquesta informació prèvia ha contrastat les possibilitats d'idoneïtat o de comportament davant d'una hipotètica actuació o fenomen, i ha dictaminat un veredict que ve a consistir en l'aptitud bona, mitja o baixa per a l'esmentada actuació o fenomen. És per aquest motiu que parlem d'aquest tipus de mapes com a mapes d'interpretació i que conceptualment cal diferenciar-los de forma clara dels primers.

La validesa d'aquests mapes pot canviar ràpidament amb el temps, i no pel fet simple d'haver-hi hagut una interpretació errònia o incompleta per part de l'autor, sinó perquè molts d'aquests paràmetres d'aptitud poden modificar-se amb els avenços tècnics. Per exemple en un mapa d'aptitud del terreny a l'edificació, àrees que en un primer moment podrien haver estat considerades com a desaconsellables per a edificar, l'aparició d'un nou mètode constructiu o de millora del terreny pot fer perfectament viable i a baix preu aquesta edificabilitat; o canvis de criteris de partença, com és el cas d'una escassetat extrema de recursos hídrics, pot aconsellar de modificar els criteris de vulnerabilitat i fer-los més restrictius, amb el que automàticament s'hauria de refer de nou un mapa anterior.

El fet de tractar-se de mapes d'interpretació no invalida llur utilitat, i no posa en qüestió la necessitat de realitzar-los, però com acabem de dir, pensem que és convenient deixar ben explicitat quins són uns i altres. Obviament, si un mapa d'interpretació ha estat confeccionat amb molt poca informació de base, tindrà una aplicació molt més limitada que en el cas contrari. Precisament per això entenem que d'antuvi s'han d'elaborar els mapes bàsics o de descripció, i amb ells i la informació adjunta que es disposi, passar a l'execució dels mapes d'interpretació, els quals haurien d'anar acompanyats sempre pels primers, per tal que el lector sàpiga quines són les fonts d'informació utilitzades.

Precisament el problema més greu que plantegen els mapes d'interpretació és que no s'ha d'oblidar cap dels paràmetres que intervenen en llur confecció i el pes que han de jugar. Així com ens seria inconcebible de pensar com es pot realitzar un mapa de vulnerabilitat d'aquífers sense tenir en compte el valor de la permeabilitat, resulta que existeixen mapes indicant l'aptitud a la urbanització sense considerar cap característica mecànica del terreny, fet que entenem que

és absurd. Davant d'això . pensem que no es pot fer cap mena de diagnòstic si no es coneix els elements bàsics d'informació.

Un altre aspecte associat és el pes que han de donar a cada un dels paràmetres per a fer la presa de decisió. Una eina que s'utilitza de vegades és la confecció d'una matriu de dades on es contrasten diversos paràmetres i s'observa llur compliment per a diverses sol·licituds. El risc d'equivocar la interpretació apareix quan es pretén d'efectuar una classificació d'àrees a partir del nombre d'incompliment dels paràmetres sense establir una **prioritat de criteris**. Si considerem per exemple l'aptitud d'un terreny per a instal·lar-hi abocadors de residus, no poden ser considerats amb la mateixa importància d'incompliment d'un paràmetre fonamental com és la permeabilitat o un altre més accessori com és la visibilitat, i més encara quan a més existeixen diverses intensitats d'incompliments que es traduiran en una diferència de costos per a corregir-los que normalment no són considerats en l'anàlisi d'aptituds.

En definitiva, això ens vé a demostrar que els mapes d'interpretació, com deiem anteriorment, han d'ésser ben llegits i per això cal disposar o conèixer les dades amb què s'han elaborat i els criteris adoptats per a realitzar-los. Aquestes consideracions es fan més evidents quan l'usuari potencial del mapa no és un professional de la geologia.

#### 4.- MÈTODE DE TREBALL

Si bé és cert que part dels objectius d'aquest estudi són de tipus teòric, l'esforç principal ha estat abocat en la realització pràctica d'experiències cartogràfiques que fornissin la informació suficient per a permetre una ordenació més racional de les àrees escol·lides. El mètode de treball, s'orienta fonamentalment a la confecció d'aquesta cartografia, i es va modificant durant les diferents etapes de realització.

##### 4.1.- ESQUEMA GENERAL

A grans trets es poden delimitar tres grans etapes en la confecció de la cartografia geològica aplicada a l'ordenació territorial, tal com havíem assenyalat anteriorment (COROMINAS 1.980) i que coincideixen força amb les proposades per GHISTE (1.978). Aquestes etapes són:

- a) Recol·lecció de la informació dels diversos camps de la Geologia que es troba dispersa als organismes públics (Universitat, Comissaria d'Aigües, Serveis Geològics, Regionals de Carreteres, Ajuntaments,...) i a les empreses privades (consultes de geotècnia i hidrogeologia, pouaires, arquitectes....).
- b) Presa de dades sobre el terreny a partir d'inventaris, observacions personals, assaigs, presa de mostres,... etc. que facilita el cobriment dels "buits" que hagi deixat l'anterior etapa en algunes zones, i a més pot permetre la comprovació de part de la informació recopilada.

- c) Interpretació de la informació obtinguda, utilitzant tècniques gràfiques o estadístiques quan es disposa d'un gran nombre de dades, i elaboració dels mapes corresponents.

Aquestes etapes no poden ser rígides ja que es produeix un solapament en el temps que fa que estiguem treballant en una etapa quan encara no hem acabat amb l'anterior.

Per al nostre cas concret, hem confeccionat un organigrama (figura 4.1), que coincideix bàsicament amb el que ja vàrem proposar (COROMINAS op cit), només amb algunes modificacions derivades dels mitjans que hem pogut disposar i de la quantitat i qualitat de la informació. En aquest organigrama s'especifiquen de manera breu, els passos realitzats per a obtenir els diversos mapes i informació bàsica elaborada (càlcul d'avingudes, recursos hídrics...), pretén ser un resum doncs, de la tasca realitzada.

#### 4.2.- DESENVOLUPAMENT DE LES DIFERENTS ETAPES

Altres autors s'han referit també a la importància que té aquesta fase prèvia que proporciona un volum de dades que no es poden menysprear (EDWARDS 1.972, DEARMAN et alt 1.977). És una tasca que els autors esmentats i nosaltres coincidim a definir com a molt entretinguda, amb una gran inversió de temps i dificultada per la gran dispersió i natura variada de la informació.

En el nostre cas han estat visitades més de 25 empreses i organismes que anirem indicant a cada apartat. El temps invertit en aquestes visites ha estat de l'ordre de 130-150 dies, sense comptar les consultes a biblioteques i que s'ha perllongat de forma discontinua al llarg de 15 mesos.

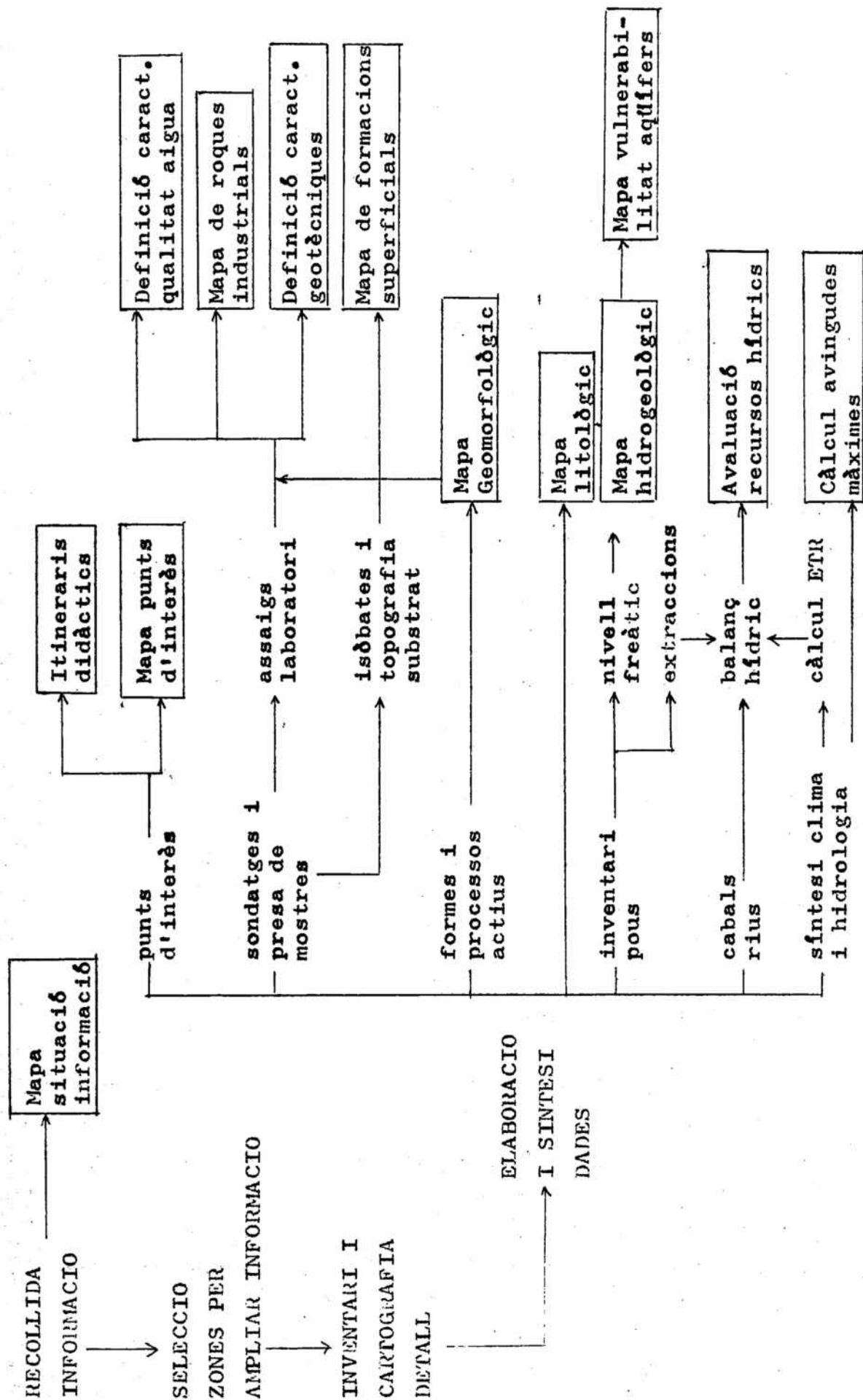


Figura 4.1

Esquema del mètode de treball

Molt al contrari del que pot semblar a primer cop d'ull, aquesta fase vol una certa especialització i coneixements, ja que el gran nombre de dades que apareixen necessiten una tria per tal d'escollir les que realment ens poden ser d'interès, i això no és fàcil de realitzar. Malgrat tot, com hem dit, considerem imprescindible aquesta fase, perquè la consecució d'aquestes dades per nosaltres mateixos, representaria una inversió de temps molt més gran i un potencial econòmic i de medis fora del nostre abast.

### Cobriment dels buits

La segona etapa ha tingut per objectius, tres aspectes concrets:

- Reconèixer les zones on no es disposava gairebé d'informació
- Comprovar sobre el terreny algunes de les informacions obtingudes prèviament
- Recollir informació sobre característiques geològiques de les quals, es pot dir, no es disposava de dades prèvies (geomorfologia, cartografia litològica del quaternari, i d'altres).

La principal limitació d'aquesta fase han estat els mitjans disponibles, que són en definitiva els que permeten d'aprofundir amb més o menys intensitat sobre determinats aspectes. Es pot dir que tots els treballs han estat realitzats sobre el terreny, llevat del reconeixement estereofotogramètric que s'efectuava abans d'anar al camp. Dins d'aquesta fase doncs hem dut a terme:

- a) Cartografia geològica, incidint sobretot en alguns aspectes que havien estat poc treballats anteriorment: litologia del quaternari, geomorfologia, punts d'inte-

rès geològic ...

- b) Presa de mostres per analitzar la qualitat com a roca industrial, i que s'ha pogut al laboratori de Materials de Carreteres de la Generalitat de Catalunya.
- c) Diversos sondatges elèctrics verticals per tal de comprovar el gruix de la formació al.luvial, i que han estat efectuats amb la valuosa col.laboració d'Albert Casas del Departament de Prospecció Geològica i Geofísica i d'alguns alumnes de pràctiques.
- e) Realització de sengles inventaris referits a:
  - Pous, captacions i sorgències
  - Punts d'abocaments, tant sòlids com líquids (incloent-hi clavegueres, abocadors, abocaments clandestins ..etc.)
  - Graveres actuals, abandonades i reomplertes
  - Explotacions de roques industrials
  - Punts d'interès geològic

Al marge de tot això, també s'han confeccionat sengles mapes de pendents dels dos sectors, a escala 1/5.000 reduint-los posteriorment a la 1/10.000.

Finalment no cal dir que durant aquesta etapa s'ha anat recollint més informació de diverses persones i entitats que ha permès d'engruixir les dades de partença.

### Interpretació i tractament de les dades

Una vegada disposem del conjunt de dades recollides, el primer problema que ens apareix és el de llur interpretació. En efecte, la diversitat de fonts d'informació es tradueix en diferents sistemes de descripció dels terrenys, i amb la realitza-

ció de diferents assaigs.

Tal com assenyala ALONSO (1.979), algunes empreses no indiquen les característiques dels aparells per a la realització de la presa de mostres, ni es considera el grau d'alteració d'aquestes ni tampoc llur representativitat, el que pot falsejar els resultats obtinguts. En el nostre cas, apareixen també greus limitacions que ja havíem indicat anteriorment (COROMINAS 1.980) i que podem resumir :

a) Manca d'homogenització que es concreta en:

- Utilització de diferents mètodes de treball i d'aparellam per a la realització d'assaigs, el que impideix correlacionar-los directament.
- Desconeixement de l'acompliment de les condicions d'assaig: o si s'ha seguit alguna norma homologada (ASCE, DIN, NLT...)
- Utilització de descripcions qualitatives molt poc precises, per a descriure els materials. Quan s'indica la litologia, la mida de gra, el color, compacitat, no es donen referències que homologuin els resultats (per exemple en algunes descripcions no sabem si es tracta de materials al·luvials quaternaris o conglomerats miocens).
- No hi ha control a posteriori (per mitjà d'assaigs de classificació al laboratori) de la descripció de camp, que és la que figura en algunes ocasions als informes finals.

b) Mala localització dels sondatges i presa de mostres, i de

vegades només s'obté una localització aproximada. La cota topogràfica no és esmentada gairebé mai.

- c) Es desconeix la qualitat de la informació i dels seus condicionaments: les incidències durant la realització de l'assaig (per exemple interrupcions en un assaig de bombeig, o el càlcul de la permeabilitat i transmissibilitat d'un aqüífer a partir de pous que no atravessen la unitat, o que estan mal desenvolupats o en estat de conservació deficient). Tot plegat afegeix errors importants en els resultats reals.
- d) Oblit de les condicions dinàmiques dels sistemes naturals, i que no fa comparables situacions en el temps (per exemple les anàlisis d'aigües efectuades en punts diferents d'un mateix riu, sense tenir en compte el temps de recorregut, cabal, l'autodepuració, abocaments intermitjos, etc.)

Existeixen diversos intents internacionals d'unificar criteris respecte la descripció dels massissos rocosos, com el Geological Society Engineering Group Working Party (1.977), IAEG Commission Engineering Geological Mapping (1.981), però no acaben de ser acceptats a la pràctica diària. En qüestió d'assaigs existeixen normes a molts països que faciliten la interpretació dels resultats. Amb això volem dir que la homogeneïtzació és possible, però vol que tothom apliqui rigorosament els mateixos criteris o la necessitat d'adquisició de nou material que no tots poden estar interessats en efectuar.

Un aspecte particular de la qualitat de la informació són els Sondatges Elèctrics Verticals (SEV) que s'han efectuat en nombre molt elevat. Es contrasta que els SEV no coincideixen amb els sondatges mecànics realitzats en llur proximitat, i això és degut als problemes derivats del principi d'equivalència o a errors d'interpretació de la corba de camp. Per tal d'evitar aquesta

segona possibilitat s'ha utilitzat un programa d'ordinador degut a POU (1.980) i que ens ha permès d'utilitzar A. Casas. El programa construeix la nova corba a partir dels resultats interpretats i es compara amb la corba de camp fins que arriben a coincidir. Aquest mètode, com assenyalarem a l'apartat corresponent, ens ha permès de rebutjar alguns resultats i aprofitar-ne d'altres. Malgrat tot, sempre que s'ha pogut, ens hem estimat més d'usar dades de sondatges mecànics.

En definitiva aquestes deficiències ens han menat a eliminar un gran nombre de sondatges, tant geotècnics com elèctrics, per la manca de criteris d'assaig, localització inexistent o confusa i d'altres motius.

Les dades que han estat finalment acceptades per a treballar amb elles, no han estat simplement indicades en taules, sinó que en funció del tipus de dada, s'han elaborat en processos més o menys llargs, obtenint tant taules on es representen les mitjanes i desviacions estàndards de la sèrie de valors, com gràfiques i figures que han estat posteriorment interpretades (diagrames de Schoeller, diagrames de Piper...). Quan el nombre de dades ha estat realment important (dades meteorològiques) hem trobar necessari el treball amb un programa de correlacions que ens ha estat elaborat per J. Dolz de la Càtedra d'Hidràulica de la E.T.S. d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona. El progressiu augment de dades, aconsella l'ús generalitzat de tècniques estadístiques i la creació de bancs de dades que evitin en futurs treballs la inversió de temps en la recopilació de dades que ja han estat recollides prèviament i facilitar llur tractament.

5.- APLICACIÓ DELS PARÀMETRES GEOLÒGICS DINTRE L'ESTUDI DE L'ORDENACIÓ TERRITORIAL D'UNA ÀREA CONCRETA: EL VALLÈS ORIENTAL

La part fonamental del treball realitzat en aquesta tesi doctoral, ha estat esmerçada a aplicar els fonaments de la cartografia geològica a una àrea en concret. Hem escollit per a aquest fi, la comarca del Vallès Oriental perquè conté, d'una banda, característiques de zona afectada per un fort creixement tant industrial com urbà, que ha donat lloc a importants transformacions en la dinàmica i característiques inicials del medi. Per un altre costat, aquesta comarca ofereix al mateix temps extenses zones on l'empenta de la pressió urbanística no s'ha produït o s'ha realitzat a un ritme més pausat. Ens trobem doncs, amb la possibilitat d'analitzar situacions molt diverses de la interacció home-medi geològic.

Dintre del Vallès, hem pres dos sectors que podríem anomenar "sectors pilot" (un d'ells a cavall amb la comarca d'Osona). Aquests sectors, són el de Centelles-Aiguafreda i el de Mollet-Montornès (vegi's figura nº 5.1). El motiu de l'elecció d'aquestes dues zones es pot resumir en dos aspectes:

- a) La composició litològica d'ambdós sectors és molt diferent, com també ho és el relleu, i altres característiques del medi.
- b) La incidència humana és diferent, tractant-se en el cas de Mollet-Montornès d'una àrea periurbana o metropolitana, mentre que a Centelles-Aiguafreda gran part és zona rural.

Per tant es tracta de dos sectors amb característiques del

medi natural diferents, i també ho és la implantació humana. Això es traduirà en que la forma d'estudiar els dos casos no és la mateixa ja que, per exemple, la informació disponible és molt diferent degut a la distinta intensitat de reconeixements que s'han efectuat a un sector i l'altre. En efecte, a Mollet-Montornès s'han dut a terme nombrosos estudis i memòries tècniques per a resoldre problemes molt concrets de geotècnia i hidrogeologia fonamentalment, els quals forneixen gran quantitat de dades. En canvi a Centelles-Aiguafreda gairebé no s'han efectuat estudis d'aquest tipus. També en ser el medi geològic desigual, les limitacions i danys que puguin aparèixer no tenen perquè coincidir.

El resultat és que, malgrat es pretén fer una anàlisi global dels paràmetres geològics que poden tenir una significació del creixement d'ambdós sectors, els documents cartogràfics obtinguts i el grau de fiabilitat no pot ser el mateix.

Cal dir, finalment, que els tipus de documents obtinguts són dels que hem anomenat descriptius ja que gran part de la informació bàsica (excepte la litològica) no es trobava sota forma cartogràfica. Aquests documents ens han estat suficients per a extreure algunes conclusions que anirem assenyalant successivament i que tenen una fàcil aplicació de cara els nostres objectius. El pas a documents d'interpretació pot ser senzill només considerant uns factors de conversió, per exemple, si es vol confeccionar un mapa d'àrees aptes per a l'activitat residencial, es pot fer a partir d'eliminar les àrees sotmeses a riscos (desprendiments, avingudes ...), pendents superiors al 35%, punts d'interès geològic (àrees no aptes) traçar les àrees on hi hagi riscos factibles de corregir (endiguament d'àrees inundables...), pendents del 20-35% (aptitud mitja), tot això al marge d'altres consideracions com són els recursos hídrics, el risc sísmic (que afecten grans extensions)... o els aspectes biòtics del medi natural. Nosaltres hem confeccionat només un mapa d'interpretació, el de vulnerabilitat d'aqüífers, com a exemple d'aquests tipus de mapa, però com

acabem de dir, en funció del tipus d'objectiu se'n podrien realitzar molt més, si bé en alguns casos caldria l'ampliació de coneixements o més dades.

L'escala de representació escollida, 1/10.000, és suficient i adequada per als fins d'ordenació territorial, ja que permet una delimitació força precisa dels fenòmens i característiques, i això és important quan s'han de separar zones urbanitzables de les que no ho són, o zones amb riscos, perímetres de protecció, etc.

## 6.- SECTOR CENTELLES-AIGUAFREDA

### 6.1.- INTRODUCCIÓ

El sector estudiat comprèn part dels termes municipals de Centelles, Sant Martí de Centelles, Aiguafreda, Tagamanent, Seva i Hostalets de Balenyà, situat a la vora nord de la Serralada Pre-Litoral al límit amb la Depressió Central Catalana.

Els documents cartogràfics que han estat elaborats són els següents:

- Mapa de pendents
- Mapa litològic
- Mapa geomorfològic
- Mapa hidrogeològic
- Mapa de roques industrials
- Mapa de punts d'interès
- Mapa de vulnerabilitat dels aqüífers

També s'han tractat alguns aspectes de climatologia (que introdueix els apartats d'hidrologia superficial i subterrània) i quelcom de qualitat de les aigües. Els aspectes geotècnics pròpiament dits no són analitzats perquè no solen presentar problemes específics, donat que les fonamentacions es realitzen directament sobre el substrat resistent i per aquest motiu no existeixen, es pot dir, informes geotècnics al sector. Tampoc no ha estat considerat el risc sísmic.

La major part de la informació ha estat obtinguda de consultes bibliogràfiques, i sobretot, a partir del reconeixement efectuat sobre el terreny. Dissortadament la informació que s'ha pogut obtenir d'empreses privades i altres organismes, és ben minsa i gairebé tota referida als recursos hídrics, obtinguda directament per les empreses que ostenten el servei d'abastament.

## 6.2 DESCRIPCIÓ GEOLOGICA

### 6.2.1.- EL RELLEU

En la configuració del relleu d'aquest sector s'hi barre- gen un grapat de factors que tenen més o menys influència en funció de l'escala d'observació. Aquests factors són de tipus estructural (disposició de les grans unitats litolò- giques) tectònics (presència de falles...) litològics (ti- pus i resistència dels materials) geomorfològics (tipus de processos i formes produïdes...). L'ur influència pot ma- nifestar-se en un sector molt extens (per exemple el Pla de la Garga condicionat pel tipus de litologia i la incli- nació de les capes...) o donar-se a conèixer per mitjà d'algun petit accident del relleu (com és la barra de gre- sos que constitueix el Salt del C<sub>a</sub> a la Riera de la Llavi- na).

L'aparició d'un o més d'aquests factors i juntament amb les transformacions realitzades per la mà de l'home en alguns casos, ha donat lloc a la varietat de formes que es poden contemplar des de les Costes del Puigsagordi fins la Calma. Alguns aspectes els tractarem més en profunditat en refe- rir-nos a la geomorfologia.

#### 6.2.1.1.- Unitats del relleu

A grans trets podem identificar d'Oest a Est (foto nº 6.1)

#### Costes del Puigsagordi, Morro del Porc, Castell de Cente- lles

Són els relleus abruptes condicionats per la presència d'un substrat resistent que provoca l'aparició de nom- broses cingleres i on la disposició sensiblement nord- sud de les capes condiona l'arreglament en aquest sentit. L'escabrositat de la zona ha evitat la influèn- cia antròpica, llevat de petits relleixos amb una minsa

activitat agrícola, actualment quasi abandonada.

### Pla de la Garga

Per sota les costes esmentades, i a partir de Sant Miquel Sesperxes (fora del sector) s'obre vers el Nord un replà suportat per un potent banc calcari, on l'erosió dels materials lutítics que el cobreixen ha suavitzat la morfologia. La tendresa dels materials i el poc desnivell ha facilitat la instal·lació de nombrosos conreus.

La continuïtat lateral cap a Centelles es veu estroncada a partir del Torrent de la Llavina, límit a partir del qual el relleu constitueix el peu suau de les Costes del Puigsagordi i on la intervenció humana ha esgraonat el perfil amb la construcció de nombroses feixes.

### Cingles del Cerda

Constituïts per un potent banc calcari que rep el mateix nom, i que representa l'acabament septentrional dels anomenats Cingles de Bertí. Per sota d'ells apareixen petits replans, on s'hi ha arribat a desenvolupar l'activitat urbanitzadora (Urbanització de Sant Pau), la problemàtica de la qual analitzarem al seu moment.

### Vall del Congost

Zona de morfologia molt variable i complexa, degut a la complicació tectònica que ha aixecat uns blocs i enfonsat d'altres, barrejant-se replans amb profundes valls o amb zones planes i obertes (al·luvial del Congost).

### Vall de l'Avencó

Valls profundament encairades, amb parets molt roques i de

difícil accés. Condicionades fonamentalment per la litologia del substrat i la intensa diaclasació. Els únics espais plans són constituïts per les antigues terrasses de la riera, i són els punts on la poca implantació humana hi ha intervingut.

### La Calma

Constitueixen els replans que coronen la Vall de l'Avencó, donant lloc a una superfície estructural que comentarem més endavant en l'apartat de geomorfologia. L'urllímit coincideix amb els materials vermells que constitueixen llur substrat.

#### 6.2.1.2.- La distribució de pendents

Una de les possibles maneres de representar el relleu d'una àrea és amb la realització d'un mapa de pendents. En el nostre cas aquest mapa l'hem elaborat a partir dels mapes topogràfics de l'Àrea Metropolitana de Barcelona i de la Diputació Provincial de Barcelona a escala 1/10.000. Els intervals escollits per a representar els pendents, ho han estat en funció de les possibles limitacions que puguin oferir per a l'expansió de les activitats humanes, i no en funció del pendent representatiu de cada unitat de relleu. En aquest sentit, doncs, hem distingit 6 categories de pendent:

- 0- 2% Permet tot tipus de cultius i qualsevol ús urbà i industrial. Pot existir algun problema de drenatge.
- 2- 5% Comença a presentar-se problemes d'erosió encara que de manera fàcilment corregible.
- 5-10% Límit per a certa maquinària agrícola i per a les vies de circulació principals, i també per al desenvolupament industrial a gran escala.
- 10-20% Limitacions per a l'edificació.



20-35% Límit màxim per a edificacions. Encara que existeixen zones urbanitzades amb pendents d'aquest ordre, són poc convenients degut al problemàtic disseny viari i de serveis.

‡ 35% No apte per a activitats urbanes, ni industrials, ni agrícoles. Recomanació de l'ús forestal.

En conjunt el relleu és força abrupte, i això es comprova fàcilment observant que només un petit trajecte del riu Congost té pendents inferiors al 2%, i que els pendents entre 2-5%, només apareixen a la mateixa vall, a la vall de l'Avençó en el recorregut final i al Pla de la Garga.

Un breu reconeixement de les unitats del relleu que acabem de definir a l'apartat anterior ens dóna com a conclusió:

#### Costes del Puigsagordi

Pendents superiors al 35% (una anàlisi més precisa segurament donaria resultats superiors al 70%), que s'alleugereixen al peu dels cingles, amb valors del 20-35%.

#### Pla de la Garga

L'àrea més plana de tot el sector considerat, amb pendents del 2-5%, però també del 5-10%. En atravesar el Torrent de la Llavina, augmenten quelcom podent-los delimitar entre el 5 i el 20%.

#### Cingles del Cerdà

Fonamentalment amb pendents superiors al 35% (i també al 70%) amb un repen més suau (20-35%) que presenta petits replans (Pla de l'Adorar la Baira) de l'ordre del 10-20%.

Vall del Congost

Fons de vall amb les seves terrasses amb pendents inferiors al 10%. Mentre que el sistema de blocs aixecats i enfonsats, estan limitats per cingleres (+ 35% pendent) amb parets enlairades de relleu més benigne, oscil.lant entre 10 i 35% (Can Montcau-Serrat Madrona, Serra de Pineda, El Montanyà).

Vall de l'Avencó

Vall principal amb perfil suavitzat (2-5%), mentre que els afluenters són molt més rostos (5-10%, i 10-20% a les capçaleres). Els vessants molt inclinats (+ 35%).

La Calma

Àrea de pendent monòton no massa important (10-20%) amb marges més abruptes, corresponents als **resaltserosius** dels bancs rocosos (20-35%).

## 6.2.2.- LITOLOGIA

Una ampla varietat de materials apareixen en aquest sector, tot ocupant en el temps un ampli ventall que s'esten des del Primari fins a l'actualitat. Aquesta diversitat juntament amb el fet que moltes capes tenen un gruix molt petit i que, a més, s'experimenten alguns canvis laterals de fàcies en direcció Sud-Nord, fa difícil d'agrupar aquestes litologies en unitats cartografiables i homogènies.

### 6.2.2.1.- Descripció litoestratigràfica

Existeixen nombrosos investigadors que han treballat els terrenys d'aquesta zona, describint en diverses ocasions les corresponents línies litoestratigràfiques. No fem en aquest apartat cap mena d'aportació i ens limitem a assenyalar algunes descripcions que ja han estat realitzades anteriorment, i en tot cas describim els materials quaternaris que han estat trobats per nosaltres.

#### 6.2.2.1.1.- Materials Paleozoics

Diversos autors han descrit els terrenys paleozoics que afloren a la Vall de l'Avencó, tant en estudis específics dedicats al massís del Montseny, com en d'altres més generals. Cal esmentar sobretot els treballs d'ALMERA (1914) on presenta una cartografia a escala 1/40.000, SCHRIEL (1.929) o ASHAUER i TEICHMÜLLER (1.935) que fan referència específica als materials d'aquesta vall. Citem però, la sèrie proposada per PUSHMANN (1968 a i b) que consisteixen de dalt a baix:

- . Conglomerats (15m.), grauvaques (10 m.), esquistos i calcàries (10m.), esquistos silícics (30m.) carbonífers.
- . Esquistos amb tentaculites (30m.) i calcàries amb Orthocera (30m.) del Devònic.
- . Esquistos amb graptòlits (40m.) del Silúric.
- . Esquistos negres, alternant amb gresos (50m.), esquistos amb calcàries (12m.) i grauvaques i esquistos del Cambro-Ordovícic.

ALONSO i altres ( a IGME 1.976 a) atribueixen a la formació Cambro-Ordovicià un gruix superior als 1.000 metres, suposant el contacte inferior amb els granits i granodirites intrusives del Montseny-Guillerics.

Tot el conjunt es troba atravesat per diacs (segons IGME 1.976 a) de composició sienítica-monzogàbrica i monzogàbrica-gàbrica, i que presenten una direcció general SW-NE.

#### 6.2.2.1.2.- Materials secundaris

Estan constituïts aquí només pels terrenys corresponents al Triàsic, des del Buntsandstein fins el Muschelkalk superior. Manquen els terrenys corresponents al **Keuper** si bé en estudis inicials s'atribuïa a aquest període els materials corresponents al Muschelkalk mig i superior (ALMERA 1.889 citat a VIRGILI 1.958).

És sobretot a partir dels estudis de LLOPIS (1.942 a), LLOPIS (1.947) i posteriorment VIRGILI (1.958) que es determina amb precisió l'estratigrafia d'aquest període.

#### Buntsandstein

MARZO (1.980) esmenta l'existència d'un nivell de bretxes basals abans de començar la fàcies típica del Buntsandstein. Aquest nivell té un gruix que oscil·la entre 0,5 i 30 mt.

El mateix autor descriu la següent sèrie per al Buntsandstein:

Part basal

• Conglomerats i/o gresos conglomeràtics de com-

posició fonamentalment silícica i color blanc o vermellós.  
Gruix 0,5 a 5 mt.

#### Part intermitja

• Sèrie rítmica de gresos i lutites i color en general vermell. Gruix 65-90 mt.

• Sèrie rítmica de gresos i lutites i color blanc o verd. Gruix 45-70 mt.

#### Part superior

• Lutites multicolors amb intercalacions sorrenques de color verdós a la base i intercalacions carbonatades cap al sostre. Gruix: 20-35 mt.

El gruix total del conjunt se'n va de l'ordre dels 150 m. al Brull i 180-200 m. al Figueró (MARZO 1.980), encara que la sèrie descrita per LLOPIS (1.942 a) no arriba a sobrepassar els 60 m. o les descrites al Brull i a la carretera del Figueró o Montmany per VIRGILI (1.958) no arriben als 100 mt.

La columna d'un sondatge (pou nº 20) realitzat al Gorg Negre a la Riera de Sant Antoni i que ens ha estat proporcionada pel Sr. Falgueras de Centelles, adóna la successió següent de dalt a baix:

|             |   |
|-------------|---|
| 0-6 mt.     | Terra i arrossegalls                      |
| 6-31 mt.    | lutites                                   |
| 31-34 mt.   | calcàries                                 |
| 34-53 mt.   | lutites                                   |
| 53-60 mt.   | gresos                                    |
| 60-80 mt.   | lutites                                   |
| 80-96 mt.   | gresos (capes de 0,5 cm)                  |
| 96-110mt.   | lutites                                   |
| 110-184 mt. | gresos i lutites alternants               |
| 184-186 mt. | lutites negres                            |
| 186-206 mt. | esquistos i pissarres amb vetes de quarz. |

La potència del Buntsandstein doncs, en aquest sector sembla ser més d'acord amb l'ordre de magnitud assenyalat per MAREO (op. cit).

Amb tot, el gruix d'aquest nivell no apareix complet a tots els afloraments, ja que si bé al Gorg Negre i a la Riera de Martinet té la màxima potència, el que aflora al Pla de la Calma correspon a les parts inferiors de la sèrie.

### Muschelkalk

VIRGILI (1.958) descriu la següent sèrie a la carretera del Figueró a Montmany, de dalt a baix:

#### Muschelkalk superior

Dolomies vermelloses 8 m.

Calcàries pures alternant amb calcàries **margoses**

#### Muschelkalk mig

Margues vermelles bigarrades amb intercalacions de gresos 18 m.

Margues vermelles amb capes de guix i anhidrita 10 m.

#### Muschelkalk inferior

Dolomies blanques i compactes amb vetes vermelloses 12 m.

Dolomies compactes amb nòduls de sílex 7 m.

Calcària dolomítica argilosa 2 m.

Calcària compacta 8 m.

Calcàries argiloses i pissarrenques 7 m.

Calcàries grises en lleixes 8 m.

Calcària gris groguenca qualcun sorrenca 5 m.

Calcàries grises compactes 6 m.

Calcàries negreses o vermelloses 3 m.

El gruix del conjunt és superior als 120 m. i coincideix en termes generals amb les descripcions realitzades per LLOPIS (1.942 a).

Els materials secundaris es distribueixen principalment pels voltants del poble d'Aiguafreda i per la riba oest del Riu Congost.

#### 6.2.2.1.3.- Materials terciaris

La sèrie terciària comença amb uns nivells detrítics continentals de color vermell, per continuar amb una successió de margues, limolits, gresos i calcàries d'origen marí. El conjunt experimenta uns importants canvis de fàcies, constatant-se per l'augment de sediments lutítics i margosos cap al Nord, fins que al centre de la conca (als voltants de Vic) aquests materials més fins hi són predominants.

COLOMBO (1.980) distingeix diferents formacions dins la sèrie detrítica continental inferior. De baix a dalt descriu:

##### Formació Mediona:

Lutites amb alt contingut en carbonats. Apareixen algunes intercalacions detrítiques més gruixudes (gresos gruixuts o molt gruixuts i conglomerats molt sorrencos).

##### Formació Vilanova de Sau:

lutites amb contingut variable de la fracció sorra associats amb nivells de gresos conglomeràtics o de conglomerats sorrenos. En general hi ha una abundància quantitativa de les lutites

#### Formació Romagats:

Nivells conglomeràtics amb contingut lutític variable. Cap a la part superior apareix una intercalació marina amb poca potència (calcàries detrítiques amb *alveolines*).

El mateix autor, dóna per a la zona d'Aiguafreda a l'alçada de la Urbanització de Sant Pau, la potència següent:

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| Formació Mediona         | 43 mt. |
| Formació Vilanova de Sau | 36 mt. |
| Formació Romagats        | 50 mt. |

Aquestes formacions experimenten una brusca devallada en llur gruix al marge Est del Riu Congost, desapareixen en alguns punts (Castell d'Esparraguera, Ermita de Sant Antoni...).

A la seqüència marina, degut als canvis laterals que es produeixen en aquests materials, no esmentarem una única sèrie, sinó que descriurem lleugerament modificades diverses sèries descrites per REGUANT (1.967), la situació de les quals s'indica al mapa litològic.

#### Sèrie 1 Aiguafreda

Base: Triàsic

- E<sub>1</sub>** 10 m. margues vermelles  
 10-40 m. breques color vermell viós (corresponen als nivells detrítics inferiors ja descrits)

H: 0-6 m. conglomerat blavós  
 20 m. margues sorrenques  
 2-3 m. limolita força compacta, color baix-gris  
 75 m. alternança de margues sorrenques i limolites  
 30 m. limolita margosa blavosa  
 0,1-0,6 **lenticions de conglomerat ben rodat**

A: 40-50 m. calcària sorrenca nummulítica molt compacta

Sostre: margues (nivell m2)

Sèrie 2 P.K. 50.8 FECC Barcelona-Sant Joan de les Abadesses.

Base: no visible

M: 10 m. limolita margosa baix-groguenca  
 3 m. lunauel·la nummulítica blavosa  
 6-7 m. limolita margosa

M2: 15-20 m. margues blavoses

Sostre: nivell A

Sèrie 3 Coll de Can Taló. Masia d Can Pou

Base: Nivell BL (Km. 11,5 de la Ctra. de Sant Feliu de Codines a Centelles)

M3: 9,75 m. margues blaves qualcun sorrenques  
 0,75 m. limolita margosa blava  
 10 m. margues sorrenques amb gresos intercalats  
 10 m. margues molt sorrenques, quasi gresos margosos  
 6 m. gres i limolita margosa gris blau  
 17,75 m. alternança margues sorrenques blaves i limolites beige

- BC: 3 m. gres limolita beige-groguenca  
 15 m. marga sorrenca micàcia gris-blavosa  
 19,5 m. gres limolita margosa blava  
 9 m. lumaquel.la margosa sorrenca blau-gris  
 31 m. limolites beige-gris i blavoses  
 8 m. lumaquel.la compacta  
 45,5 m. limolites i gresos  
 1,5 m. conglomerats amb còdols de quars, lídita,  
 pissarra i quelcom de calcària triàsica.  
 2 m. gres beige

Sèrie nº 4 SSW de Centelles. Cota 967 (Morro del Porc)

Base: invisible

- M<sub>2</sub> : 30 m. margues blaves
- BC: 60 m. limolita margosa  
 35-40 m. limolita beige blavosa  
 0,5 m. lumaquel.la de Discocyclina  
 45 m. limolites beige i blavoses  
 2 m. lumaquel.la de Nummulites  
 20 m. limolites amb nòduls ferruginosos  
 5,7 m. gres beige  
 0,6 m. conglomerat amb còdols de quars, calcària,  
 lídita, pissarra ...  
 70 m. gres limolita margosa
- M<sub>3</sub>: 25 m. margues sorrenques
- M: 40 m. limolita molt calcària  
 25 m. calcària més o menys sorrenca amb trossos  
 lumaquel.lies.

Sèrie nº 5 Can Puig Nou. Puigsagordi

- Base: limolita margosa gris blavosa
- M<sub>2</sub>: 10-12 m. marga molt sorrenca a limolita margosa  
1-1,5 m. limolita beige-blava  
80-90 m. margues gris-blavoses
- BC: 35 m. limolites i margues
- M<sub>5</sub>: 8 m. margues sorrenques
- DF: 20 m. gres limolita micàcia, beige groguenca
- M<sub>5</sub>: 4 m. margues sorrenques blaves  
45 m. margues amb nòduls de ferro i limolita margosa
- J: 30 m. gres i calcària sorrenca
- M<sub>5</sub>: 2 m. margues sorrenques blaves  
0-15 m. gres-limolita  
53 m. margues i limolites margoses amb nòduls de ferro
- H: 50 m. calcàries lumaquèliques amb gresos calcàris.
- Sostre: inexistent

Nota: els termes H, M<sub>5</sub>, J, DF, BC, M<sub>2</sub>, M, A, B, són els utilitzats per REQUANT (1.967) en la descripció de les sèries. Els conservem per tal de facilitar la definició de les unitats litològiques.

De l'observació d'aquestes sèries es dedueix, com diem unes ratlles amunt, el progressiu augment de la potència dels nivells més lutítics (M<sub>2</sub> i M<sub>5</sub>) en direcció al Nord, mentre que s'experimenta una minva en la mateixa direcció dels nivells detrítics i calcaris.

#### 6.2.2.1.4.- Els materials quaternaris

Per diversos processos s'han produït acumulacions d'edat quaternària i que presenten característiques força diferenciades encara que tenen en comú la baixa cohesió i compacitat dels dipòsits.

##### Dipòsits torrencials

Alguns afluents del riu Congost, sobretot els del seu marge dret (Riera de la Llavina, Torrent del Marçó, Torrent de la Gavarra Gran ...) solen presentar a les zones pròximes al curs actual uns dipòsits quelcom heterogenis. A grans trets es tracta de dipòsits bretoïdes amb clasts angulosos o subangulosos constituïts per gresos, limolites, calcàries nummulítiques i també quelcom de conglomerats. La mida **de clastes** oscil·la normalment entre 1 i 20 cm. de diàmetre, encara que quan s'és a prop de les costes del Puigsagordi i Morro del Porc poden assolir 1 mt. de diàmetre. La **matriu** és limolítica i localment sorrenca. Color beige groguenc. El gruix dels dipòsits sol ser entre 3 i 5 mt. De vegades aquestes bretres presenten intercalacions de lutites i sorres fines.

Lateralsment poden barrejar-se amb els arrossegalls de pendent, sobretot a les parts superiors de les capçaleres, no existint un límit precís que els pugui separar.

### Dipòsits al.luvials

Lligats als dos cursos principals que atravessen la zona: el Congost i la Riera de l'Avencó, apareixen sengles dipòsits al.luvials sota la forma de terrasses.

Seguint el curs de l'Avencó, de forma discontinua i a una alçada de 5 a 7 mt. sobre el curs actual, es troben acumulacions de graves i blocs arrodonits a subangulosos. La natura dels clastes és de pòrfirs, esquistos, quars i quartites. La mida més corrent és de 0,5 a 20 cm. de diàmetre, si bé és freqüent trobar-ne d'1 mt. El gruix és de l'ordre de 3 a 4 mt.

A la Vall del Congost, al costat de Can Ponsic, junt al poble d'Aiguafreda a una alçada de 4-5 mt. sobre el curs actual, la terrassa està formada per clastes arrodonits i subarrodonits de gresos calcaris, calcàries bioclàstiques, calcàries triàsiques, gresos vermells, conglomerats i alguns còdols de quars. La mida més corrent és entre 1 i 40 cm. de diàmetre encara que es poden trobar blocs de gairabé un metre. La matriu és (2-4 mm. diàmetre) i sorra gruixuda força neta.

### Dipòsits d'arrossegalls

De composició molt variada en funció de la litologia de l'àrea on es troben. Hi ha dos tipus de dipòsits:

- a) Blocs i graves cantelludes de mida molt variable (des de pocs centímetres a alguns metres de diàmetre) que es troben immersos com surant dins una matriu molt abundant i heterogènia; constituïda per sorres, llims i argiles, molt poc orientada.
- b) Blocs i graves cantelludes sense gairabé matriu ni ciment. Constituïxen les típiques tartanes de la Vall de l'Avencó. Els clastes oscil·len entre 1 i 20 cm. de

diàmetre, encara que poden arribar als 40 cm. A les tarteres antigues sol existir una matriu llimosa-argilosa, sense sorra.

### Dipòsits e.l.luvials

Es tracta de dipòsits que difícilment es poden separar dels materials **co.l.luvials** perquè afloren pels voltants de Centelles i Sant Martí de Centelles i la creació de feixes per a fer camps i la proximitat de les costes del Puigsagordi han retingut i **aportat** respectivament abundant quantitat de partícules arrossegades.

Estan constituïts per lutites de color ocre-beige, i provenen de l'alteració de les lutites terciàries sovint amb alt contingut en sorra. Es diferencien clarament pel color (ocre unes i gris-blavós les altres) i la poca cohesió del material d'alteració.

### Travertins

De forma dispersa i associats a sorgències actuals o inactives, apareixen nombrosos dipòsits travertínics anomenats tosqueres al país. Alguns poden tenir un gran desenvolupament (Tosquera d'en Pujol), d'altres són d'extensió més reduïda (Font Grossa, Mas Rosell, via ferrocarril Barcelona-Sant Joan de les Abadesses ...)

### 6.2.2.2. Unitats litològiques cartografiades

El nombre d'unitats litoestratigràfiques que afloren al sector de Centelles-Aiguafreda és molt gran. Si bé l'interès de la cartografia litoestratigràfica està fora de dubte, hem cregut convenient d'**agrupar** els materials en funció de llur litologia en un sentit ample. El motiu d'aquest **agrupament** és perquè així s'obtenen unitats que observem "a priori" el mateix

comportament hidrogeològic, geotècnic, geomorfològic,...etc. D'aquesta manera es facilita la determinació d'àrees homogènies que puguin tenir el mateix tractament en la planificació territorial.

Com que les unitats litoestratigràfiques no són homogènies des del punt de vista litològic, no sempre ha estat possible una unitat litològica que correspongui a una sola litologia, ja que de vegades la manca de potència del material dificulta la seva representació cartogràfica. Per tant, algunes unitats engloben diverses litologies, i que si bé això representa una pèrdua de precisió, s'ha intentat per mitjà d'una descripció més concreta que no suposés un inconvenient insalvable a l'hora d'avaluar les propietats de cara la planificació territorial.

Així doncs, les unitats litològiques que hem obtingut i que han estat representades al Mapa litològic són les següents:

Sorres i graves: hem englobat dins d'aquest grup el que hem anomenat dipòsits torrencials i dipòsits al·luvials (foto nº 6.2 i 6.3.)

Blocs amb matriu lutítica-sorrenca abundant: es considera aquí l'apartat a) dels dipòsits d'arrossegalls que hem descrit anteriorment (foto nº 6.4)

Blocs amb poca matriu: es tracta dels materials descrits a l'apartat b) dels dipòsits d'arrossegalls (foto nº 6.5).

Lutites i sorres: corresponen íntegrament als dipòsits al·luvials (foto nº 6.6).

Travertins: corresponen íntegrament als travertins (foto nº 6.7).

Sorres i lutites: s'engloben aquí tots els materials pertanyents

al Buntsandstein i al Muschelkalk mig (foto nº 6.8).

Gresos calcaris: inclouem en aquesta unitat tots els materials terciaris que REGUANT (1.967) havia designat amb la denominació: M. BC, DF, J (foto nº 6.9).

Conglomerats: corresponen a les formacions Vilanova de Sau i Romagats (foto nº 6.10).

Lutites i lutites calcàries: d'una banda hi pertany la formació Mediona i d'altra banda els nivells: M<sub>2</sub> i M<sub>5</sub> de REGUANT (1.967) (foto nº 6.11).

Calcàries: abraça les calcàries del Muschelkalk inferior i superior i el nivell A (calcàries del Cerdà) de REGUANT (1.967) (foto nº 6.12 i 6.13).

Calcàries, gresos i conglomerats: està constituït bàsicament pel nivell K de REGUANT (1.967) (foto nº 6.14).

Esquistos: el conjunt d'esquistos paleozoics inclouent-hi les intrusions de roques filonians (foto nº 6.15).

### 6.2.3.- TECTÓNICA

L'interès de la Tectònica per als fins que hem perseguit en la realització d'aquest treball, rau en diversos aspectes:

- Distribució espacial dels diferents materials que pot ser modificada per l'acció de les deformacions. La discontinuïtat en la distribució de les capes, pot donar lloc a **pèrdues en la continuïtat de capes aquíferes, roques explotables o d'altres.**
- L'aparició d'una fracturació com a conseqüència de l'activitat tectònica pot també influir en la permeabilitat del substrat i en la circulació de les aigües subterrànies.
- De la mateixa manera, les discontinuïtats creades poden constituir zones d'inestabilitat per als talussos naturals o artificials.
- L'estat tensional a què s'ha sotmès una roca durant la deformació pot canviar de forma significativament les seves propietats mecàniques i resistents (aquest aspecte, però, no l'hem tractat per manca de possibilitats llevat d'alguns aspectes marginals de l'explotació de les roques industrials).

#### 6.2.3.1.- Trets generals.

Tant els estudis de SCHREIBL (1.929) i d'ASTHNER i TRICHMULLER (1.935) posen de manifest la tectònica de plegament lligada als moviments hercínians. Aquests darrers autors citen plegaments **isoclinals** que afecten les pissarres del càmbric-silúric in-

feïtor, de direcció NW-SE i amb vergència clara cap al Sud.

FONTBOTÉ (1.954 b) assenyala que des del començament del Triàsic apareixen zones enfonsades. LLOPIS (1.942 b, 1.947) i FONTBOTÉ (op. cit) plantegen que durant el moviment alpi el sòcol hercinià només pot donar lloc a plegaments de gran radi i es fragmenta en nombrosos blocs. De fet apareixen gran quantitat de fractures transversals a la Serralada Pre-Litoral (amb direcció NW-SE) que individualitzen importants sectors d'aquesta (Llobregat, Congost, Collformic ...)

És FONTBOTÉ (1.954 a i b) qui explica de forma global l'evolució de la Serralada Pre-Litoral durant el moviment alpi, per mitjà d'un moviment de compressió que provocarà l'encavalcament dels materials paleozoics (granit a la zona de la Garriga) i donarà lloc al desenganxament de la cobertora triàsica, la qual es posaria en contacte amb els materials de la depressió de l'Ebre i llur basament triàsic, per mitjà també d'una falla **inversa** o encavalcament.

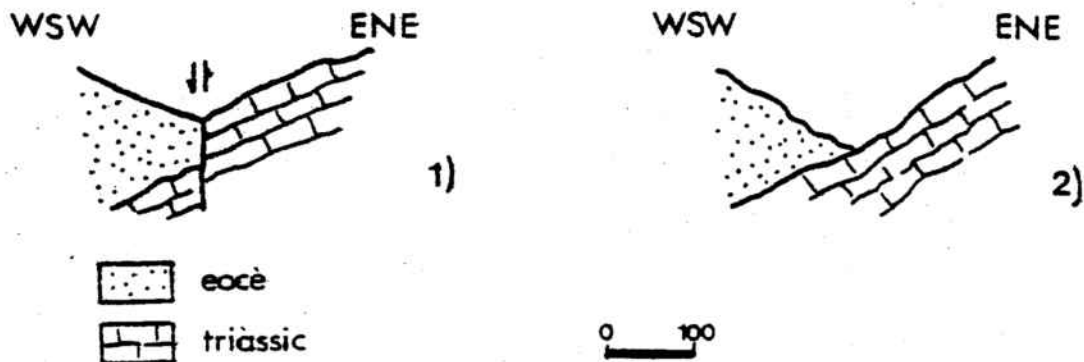
#### 6.2.3.2. Accidents tectònics del sector d'Aiguafreda-Centelles

En un interessant treball LLOPIS (1.942 a) descriu els principals trets tectònics de l'àrea. De forma resumida esmentem els accidents més importants assenyalats en el seu treball:

- Falla del Congost amb direcció aproximada NW-SE que posa en contacte les calcàries del Nuschelkalk inferior amb els gresos i lutites del Lutecià. Si bé el salt de falla s'avalua en uns pocs metres a l'alçada de l'ermita de Sant Antoni (Centelles), pot arribar a 100 mt. a la confluència del Riu Congost amb la Riera de la Llavina.

- Al Sud de l'Hostal d'en Pinós, existeixen dues falles convergents. Una, la del Congost, que continua cap al SE i una altra direcció N-S, seguint la nova direcció del Riu. Posen en contacte els materials triàsics amb conglomerats **grisos** del Lutecià, i aquests amb altres materials del mateix nivell.
- Conjunt de falles dels voltants de la Llobeta (Aiguafreda amb direccions NNW-SSE i NW-SE, afectant el Buntsandstein, Muschelkalk i Eocè inferior continental).
- Falles satèl·lits de direcció NW-SE, molt repartides per tota la vall (Tt. de la Baga, Tt. de l'Abella, Rra. de l'Avencó, Serrat Madrona, ...).
- Plegaments de les calcàries del Muschelkalk inferior formant un anticlinal a l'ermita de Sant Antoni.

Respecte la falla del Congost, REGUANT (1.967) planteja dues possibles interpretacions per al contacte Muschelkalk: inferior-Eocè, al Nord del Km. 51 del FFCC Barcelona-Sant Joan de les Abadesses:



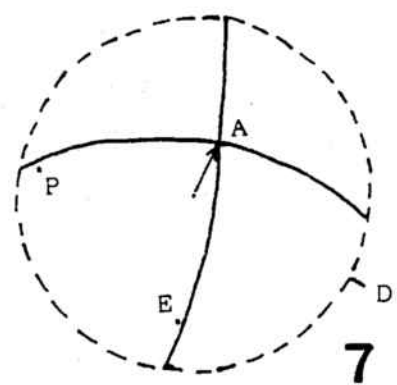
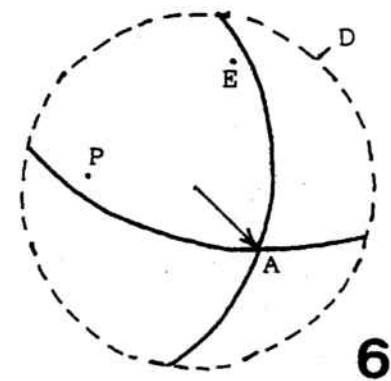
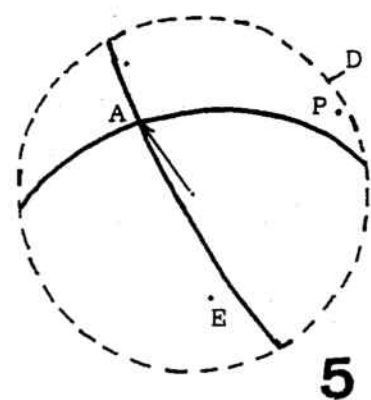
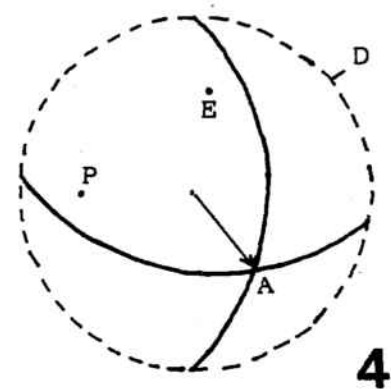
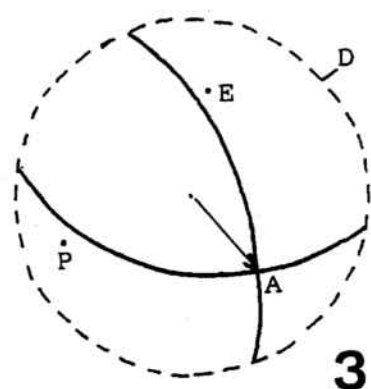
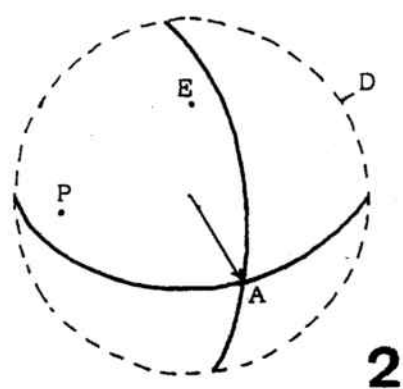
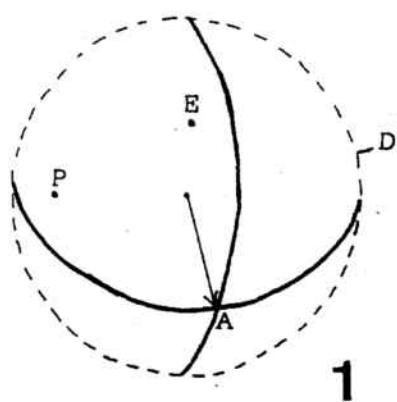
Un pou realitzat a una granja del Raval de Sant Antoni (pou nº 11 del Mapa Hidrogeològic), la columna del qual ens l'ha proporcionada el Sr. Falgueras de Centelles, dóna:

Pou nº 11            0-8 mt. sorres i graves  
                           8-40 mt. margues blaves

Tenint en compte la distància que separa el pou de l'aflorament de calcàries (inferior a 100 mt.) i el cabussament d'aquestes (132 a l'Oest) semblaria justificar la possibilitat 1, és a dir, l'existència de la falla, ja que si no hi hagués interrupció, el sostre de les calcàries hauria d'aparèixer no més enllà dels 25 mt. de fondària.

A més del reconeixement de les falles, hem realitzat la identificació de les principals direccions de les discontinuïtats (fonamentalment les diàclasis) ja que és conegut la importància que té llur anàlisi en l'estudi de l'estabilitat de talussos i en hidrogeologia.

Hem pres dades de 14 estacions dins els materials paleozoics de la Vall de l'Avencó (vegi's Mapa litològic, Nomenclatura E-1 a E-14) bo i efectuant arran de 100 mesures a cada una d'elles, si bé hem mesurat a part els valors de l'esquistositat que es mantenia constant dins la mateixa estació (o oscil·lant amb valors molt acotats). Les estacions han estat representades en sengles projeccions estereogràfiques (figura nº 6.2.3-1), el resultat de les quals (taula nº 6.2.3-1) mostra que l'esquistositat no es manté constant a tota l'àrea sinó que presenta variacions sensibles d'una vall a l'altra i dintre d'una mateixa vall. Amb tot, però, es manifesta una forta tendència a presentar una direcció d'esquistositat Est-Oest (entre 80 i 110°) amb vergències tant al Nord com al Sud, mentre que de forma molt clara es constata una diaclasació que gairebé sempre és la principal, la direcció de la qual oscil·la entre 10° a l'Est i 10° a l'Oest, amb un accentuat cabussa-



E. Esquistositat

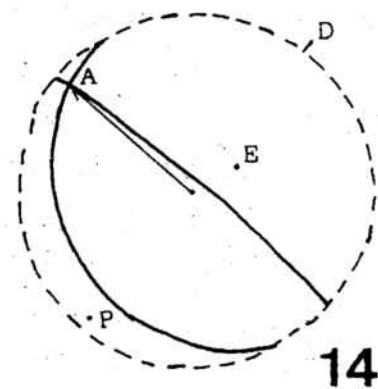
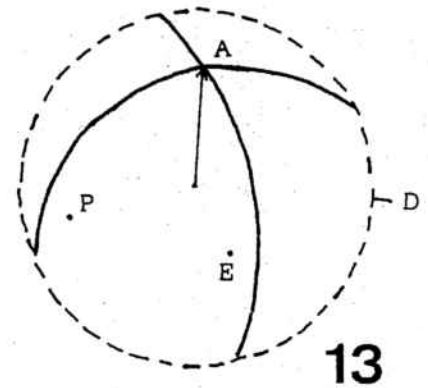
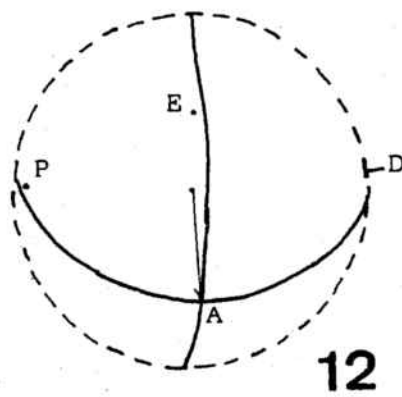
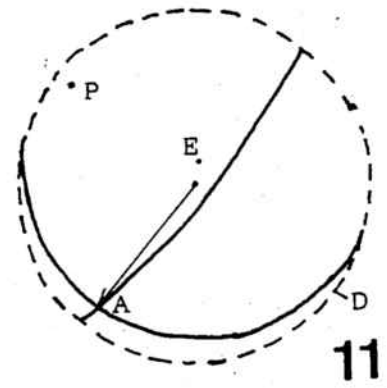
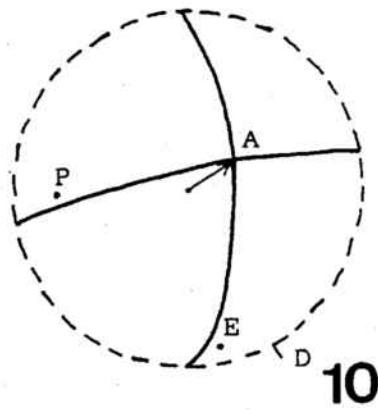
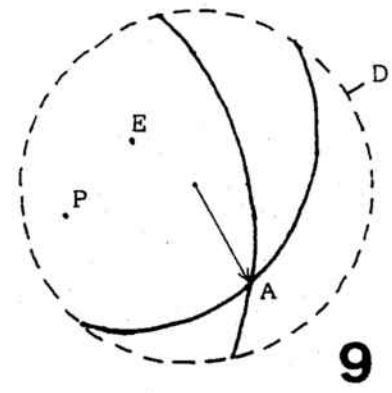
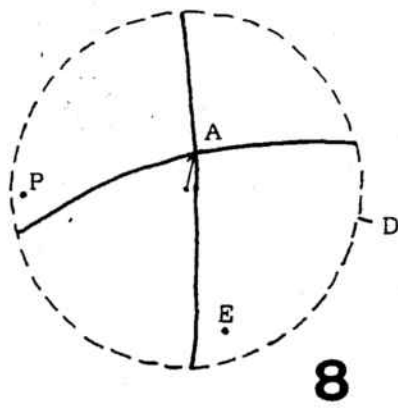
P. Plans principals de diàclasi

A. línia per on es pot produir el lliscament en falca

D. direcció del talús artificial de màxima inestabilitat

figura nº 6.2.2- 1 a

Projeccions de les discontinuïtats dels esquistos paleozoics. Formació de falques inestables.



E. Esquistositat

P. Plans principals de diàclasis

A. línia per on es pot produir  
el lliscament en falca

D. direcció del talús artificial  
de màxima inestabilitat

figura nº 6.2.2 - 1 b

Projeccions de les discontinuïtats dels  
esquistos paleozoics. Formació de  
falques inestables.



Taula nº 6.2.3-1

Resultats de les direccions principals de discontinuïtats a les estacions de la Vall de l'Avencó.

| <u>Estació</u> | <u>Esquistositat</u> | <u>Pla princ.</u> | <u>Pla secund.</u> | <u>Pla terci.</u> |
|----------------|----------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| E-1 (AI-1)     | 95º/ 36º S           | 0º/68º DE         | 10º/83º E          |                   |
| E-2 (AI-2)     | 100º/46º S           | 172º/64º E        | 33º/86º NW         | 33º/68º S         |
| E-3 (AI-3)     | 109º/52º S           | 158º/67º NE       | 0º/67º E           |                   |
| E-4 (AI-4)     | 98º/52º S            | 0º/54º E          | 4º/84º E           | 63º/82º N         |
| E-5 (AI-5)     | 82º/52º N            | 150º/83º SW       | 177º/82º E         |                   |
| E-6 (AI-6)     | 106º/66º S           | 6º/52º E          | 12º/83º E          |                   |
| E-7 (AI-7)     | 98º/66º N            | 10º/81º E         | 23º/82º E          |                   |
| E-8 (AI-8)     | 75º/75º N            | 178º/86º E        | 145º/28º SW        | 71º               |
| E-9 (AI-9)     | 36º/37º N            | 167º/66º E        | 170º/82º E         | 25º/75º N         |
| E-10 (AI-10)   | 79º/82º N            | 178º/68º E        | 164º/22º W         |                   |
| E-11 (AI-11)   | 116º/11º S           | 40º/82º SE        | 168º/68º E         | 168º/68º          |
| E-12 (AI-12)   | 94º/36º S            | 0º/82º W          | 16º/68º W          | 22º/66º S         |
| E-13 (AI-13)   | 64º/37º NW           | 166º/66º E        | 150º/81º E         |                   |
| E-14 (AI-14)   | 148º/23º SW          | 128º/83º NE       | 130º/58º SW        |                   |

ment cap a l'Est.

La densitat de diaclasació es troba entre 15 i 40 cm. en la major part dels casos, per bé que pot arribar a ser fins 1 mt. L'esquistositat és molt més densa, però presenta superfícies de separació molt més marcades també cada 20 o 40 cm. (foto nº 6.16).

També apareix una intensa diaclasació en els materials secundaris i terciaris, fonamentalment en aquells on la competència de la roca permet que la fisura sigui visible fàcilment (calcàries, gresos). S'han efectuat unes mesures estimatives de les principals direccions a diferents punts del sector (taula nº 6.2.3.-2). En definitiva es pot concloure que existeixen dos sistemes de diaclasació, un que oscil·la entre 20º E i 30º W, i un altre entre 80º i 110º E de plans molt pròxims a la vertical (foto nº 6.17). Si comparem amb les dades obtingudes per als esquistos de la Vall de l'Avencó, veiem que a grans trets el primer sistema coincideix amb els plans principals de diaclasació, mentre que el segon coincideix en molts casos amb la direcció de l'esquistositat. Malgrat tot, no hi ha massa coincidència amb la inclinació dels plans, ja que són menys inclinats en els terrenys metamòrfics.

L'obertura que ofereixen algunes fisures poden tenir importants implicacions en la infiltració de l'aigua, i en la resistència al desplaçament que ofereixen les discontinuïtats. Sobre algun d'aquests aspectes hi tornarem més endavant.

Taula nº 5.2.3-2

Direccions principals de les discontinuïtats en materials secundaris i terciaris del sector de Centelles-Aiguafreda.

| <u>Estació</u>              | <u>Discontinuitats</u>                   | <u>espaiat</u>       | <u>obertura</u>                | <u>litologia</u>     |
|-----------------------------|--|----------------------|--------------------------------|----------------------|
| E-15<br>Can Tres Quarts     | 15° W a 15° E                            | 2 mt                 |                                | calcària             |
| E-16<br>La Crusel·la        | 10° W a 35° W<br>85 a 95° E              | 2-3 mt               | 1 a 100 mm                     | gresos               |
| E-17<br>Can Castellar       | 10° W a 15° E<br>75 a 105° E             | 1 mt                 |                                | calcàries            |
| E-18<br>Can Manel           | 10° W a 25° E<br>90 a 100° E             | 30-40 mt<br>1,5 mt   | <1 mm                          | gresos               |
| E-19                        | 5 a 10° W                                | 4-5 mt               | 2 mm                           | lutites ca<br>càries |
| E-20                        | 10° W a 4° E                             | 1,5-3 mt             | 1 mm a 3 mm                    | gresos               |
| E-21<br>El Cerdà            | 19° a 28° W                              | 0,2 a 0,7 mt         | 1 mm<br>algun cas<br>20-30 cm, | calcàries            |
| E-22<br>Can Serra de l'Arca | 20° W a 5° E                             | 0,2 mt               | 1-2 mm                         | gresos               |
| E-23                        | 95°-130° E/74° SW<br>50°-60° E/68-76° SW | 1,2 mt.<br>0,4-0,5 m | 40 a 100 mm<br>5 a 10 mm       | calcàries            |

#### 6.2.4.- GEOMORFOLOGIA I PROCESSOS ACTIUS

D'antuvi cal dir que si bé hem arribat a l'elaboració d'un mapa que anomenem geomorfològic, la realitat és que els paràmetres que hi hem representat i el mètode de representació no coincideixen amb els mapes geomorfològics realitzats per les diferents escoles clàssiques de geomorfòlegs. En efecte, la majoria de mapes geomorfològics indiquen la litologia de les diferents unitats, i a més en molts casos s'assenyalen amb diversos colors els diferents sistemes morfogenètics. La representació de la litologia nosaltres hem considerat necessari separar-la i fer-la a part, perquè les unitats litològiques definides no sols les considerem sota el punt de vista geomorfològic, sinó també en altres aspectes (hidrogeològic, roques industrials ...), per tant seria redundant l'indicar la litologia. No obstant per simple superposició dels mapes litològic i geomorfològic hom pot trobar ràpidament llur relació. La representació dels sistemes morfogenètics amb colors no s'ha efectuat, encara que indiquem tot seguit la gènesi i la dinàmica d'alguns dels processos i formes identificats. A més, hem omitit a **dretcient** alguns aspectes que, tot i córrer el risc d'equivocar-nos, hem considerat que no tenen un interès directe per a la planificació o la gestió del medi.

##### 6.2.4.1.- CONSIDERACIONS GENERALS

Es LLOPIS (1.942 a, 1.947) qui parla de la relació entre la tectònica i la morfologia, si bé com ell mateix afegeix, utilitza aquesta només com a mitjà per entendre aquella. En efecte, algunes de les formes que apareixen al sector estudiat són conseqüència de l'activitat tectònica i així explica la desaparició brusca de cingleres o l'aparició de replans sense continuïtat lateral i d'altres trets. No obstant altres

facors intervenen també de manera decisiva. Com els paleo-relleus erosius, i així ho fan constar altres autors i el mateix Llopis tal i com esmentarem més endavant. Cal afegir-hi aspectes sedimentològics referits als canvis laterals de fàcies, els quals en modificar la litologia provoquen un comportament diferent davant l'erosió. Aquests i altres aspectes intervenen simultàniament en la formació del relleu actual.

A grans trets podem distingir dues àrees de característiques diferents. L'àrea a l'Est del Congost constituïda per valls fortament aixecades limitades per vessants molt rostos (vegi's mapa de pendents) amb unes carenes formant sengles plataformes, i que corresponen als materials paleozoics recoberts pels sediments secundaris. La banda Oest, es tracta d'un conjunt de costes formades pels successius nivells calcaris triàsics i ~~eo~~cènics, amb valls amples i obertes, llevat del pas pels esmentats bancs molt més durs i compactes i que donen lloc a saltants i engorjats.

#### 6.2.4.2.- FORMES

##### Superfícies estructurals

El coneixement d'antigues superfícies d'erosió al Pla de la Calma ve de molt temps enrera. RUHL el 1.909 i PANZER el 1.933 (citats a SOLÉ 1.940) esmenten la **peneplana** paleozoica del Montseny i PANZER concretament les data com a preecenes. SOLÉ (1.937 i 1.940) indica l'edat pretriàsica d'aquesta superfície al Pla de la Calma, on els conglomerats i gresos del Buntsandstein jueuen directament sobre ella. LLOPIS (1.947) demostra l'existència de la superfície d'erosió preecènica al Pla de la Calma, entre el camí de Coll Ventós i el Cafè (fora ja del sector estudiat), on aquesta de-

capitava per dues vegades la superfície pretriàsica. En definitiva, doncs, les formacions detrítiques del Buntsandstein que es troben pel damunt d'aquesta superfície, en no variar sensiblement de gruix, constitueixen una superfície estructural (foto nº 6.18).

Apareixen també algunes superfícies estructurals al sostre de les calcàries del Muschelkalk inferior, al Serrat Madrona, a la Serra de Pineda i entre el Gorg Negre i Can Garriga del Solei. En aquest cas, la superfície es deu més aviat a l'erosió recent que ha denudat les lutites i gresos del Muschelkalk mig, els conglomerats eocens, i les lutites i gresos de l'eocè marí respectivament. Com que els materials subjacents a les calcàries són també més fàcilment erosionables que aquestes, les superfícies estructurals esmentades solen estar limitades per cingleres.

Un cas semblant són els cingles del Cerdà que limiten pel costat oriental una superfície estructural formada per les calcàries del mateix nom, que s'enfonsen en direcció al Nord-Oest i on l'erosió de les lutites calcàries i gresos eocens ha permès la formació d'aquesta plataforma inclinada (foto nº 6.19). El canvi cap a continguts més sorrenco i lutítics de les calcàries en direcció a Centelles ajuda a desaparèixer aquesta superfície.

### Talussos

Tal i com acaben de dir, els potents nivells carbonatats són els responsables de la formació de parets verticals de gran desnivell (que quan han sobrepassat els 15 mt. hem anomenat cingles) (foto nº 6.20). Llur formació es deu a l'efecte de l'erosió diferencial i llur forma en alguns casos ha estat condicionada per la tectònica (diaclasses) que ha determinat la direcció de la disposició del cingle a les zones d'entrades de les torrenteres com al Gran del Cerdà o al Gran

de l'Oller.

Els talussos inferiors a 15 mt. **els** solen constituir bancs menys potents com els conglomerats de l'eocè inferior o les calcàries del Muschelkalk superior, o els gresos terciaris. Mentre que els de menor alçada són en la seva major part ~~construïts~~ artificialment per l'acció de l'home, i es tracta de feixes dels camps de conreu que ocupen gran part dels terrenys que envolten el poble de Centelles, o les nombroses cases pairals disseminades per tot el territori. Alguns petits talussos apareixen també als marges de les torrenteres i en general estan formats per materials torrencials o col.luvials.

#### 6.2.4.3.- Dipòsits

##### Acumulació de blocs

Al peu de les cingleres i sense haver de formar necessàriament un dipòsit continu que recobreixi homogèniament tot el substrat, es poden trobar blocs despresos la mida dels quals oscil.la entre alguns centímetres i alguns metres de diàmetre. Es tracta de blocs cantelluts amb arestes pronunciades que es presenten sovint aïllats els uns dels altres. L'àrea d'influència d'aquesta acumulació ocupa des de just sota el cingle fins si fa no fa 100 mt. per sota llur cota topogràfica.

La vegetació sol impedir que puguin arribar a caure més avall, i com que tal i com veurem ara no es produeixen moviments de **remoció** en massa que puguin afectar els blocs, aquests no es desplacen més enllà del que la pròpia caiguda gravitacional ha realitzat.

##### Tanteres

Una forma d'acumulació molt característica a cap-

galeres de les profundes valls que atravessen els esquistos paleozoics provinents del Pla de la Calma, són les tarteres (unitat: blocs amb poca matriu, de la descripció litològica). Pensem que aquestes acumulacions són produïdes pels efectes de la gelifracció. Malgrat no disposar d'una estació termomètrica instal·lada a aquestes valls, és conegut que tenen un índex molt fort de glaçades durant l'època hivernal. La intensa diaclasació i la mateixa esquistositat que afecta els materials metamòrfics facilita l'entrada de l'aigua i la posterior expansió en glaçar-se. Degut als forts pendents que tenen els vessants, els blocs despresos cauen amb facilitat donant lloc a les acumulacions (foto nº 6.21).

Que es tracta d'un procés d'acumulació actual, pensem que ve confirmat per tres fets:

- a) No hi ha colonització per part de la vegetació de la superfície de les tarteres (si bé en altres que suposem més antigues aquesta colonització s'ha produït).
- b) Algunes obres antròpiques, com petites bancades, o petits talussos són recoberts pel desplaçament dels blocs (si bé en el darrer cas podria ser degut també a la inestabilització de la massa en excavar el vessant).
- c) Hi ha blocs que en llurs cares inferiors estan colonitzats per líquens el que indica que anteriorment havien estat de cap per avall.

Aquests dipòsits assoleixen els fons actuals de les valls on són arrossegats pels torrents en llurs crescudes extraordinàries.

#### 6.2.4.4.- PROCESSOS

Descriurem ara alguns processos que són funcio-

nals en l'actualitat, independentment de l'origen natural o antròpic de la causa que l'hagi posat en marxa.

#### 6.2.4.4.1.- Erosió del sòl

La pèrdua de la capa d'alteració superficial o dels dipòsits de materials solts que permeten la instal·lació d'una activitat biòtica es produeix bàsicament per dos processos: escolament difús i aixaragallament.

##### Escolament difús

Es dóna de forma força generalitzada a les zones boscades que tenen un sotabosc no continu, però suficient per evitar la concentració dels filets d'aigua que s'esmunyen per damunt la superfície arrossegant les partícules lutítiques. També sol aparèixer a les àrees conreuades on s'utilitzen tècniques incorrectes de cultiu, com ja especificuem tot seguit. El pendent no ha d'ésser gaire important, valors fins i tot inferiors al 5% han estat suficients per a permetre el fenomen (foto nº 6.22).

##### Aixaragallament

Quan la concentració de les aigües es produeix, hem distingit d'una banda la formació de petits solcs d'alguns centímetres de profunditat, que hem anomenat incisions, de la formació de canals més profundes (superiors a 1 m) o que sense arribar a aquesta profunditat tinguessin un recorregut d'algunes desenes de metres, amb el fons relativament pla i parets verticalitzades, parlant llavors de barrancs.

Les zones amb una gran concentració d'incisions i barrancs, separades per petites carenes denudades, donant lloc en general a la completa pèrdua del sòl, les hem assenyalat amb el terme "bad-land" (mal país) (foto nº 6.23 i 6.24).

Les causes que menen a que s'estableixi una dinàmica erosiva d'aquest tipus són molt diverses. De tota manera hi ha unes causes naturals que a partir de l'excavació provocada pels torrents o per l'efecte de l'aigua de pluja a les zones de vegetació més dispersa poden iniciar qualsevol dels processos esmentats.

Existeixen però algunes causes d'origen antròpic, que si bé en molts casos no han estat elles les que han encetat el fenomen, sí que han permès la seva acceleració, i que podem resumir en:

a) Tala de boscos

Tant pel desboscament com pels processos d'arrossegament dels troncs sobre el terreny. Amb tot, l'explotació ha minvat molt les darreres dècades.

b) Incendis forestals

On no cal dir que la manca de protecció afavoreix el procés erosiu (foto 6.25)

c) Defectes de conreu

Motivat en alguns casos per la reconstrucció de les pràctiques d'arada, que fa que si el camp és allargat els solcs es facin en el sentit del costat més llarg, per molt que aquest sigui el de màxim pendent (foto nº 6.26).

Un altre motiu s'ha citat la seva grandiositat a la Conca d'Òdena (GALLART 1.979), és el decapament de les aigües que haurien de baixar per les condacions i que han estat desviades cap a un lateral.

del fons de vall. Això ha estat provocat per la construcció de marges i per a evitar problemes d'escolament difús als camps. L'aigua així canalitzada ha aprofundit ràpidament el seu llit i ha erosionat el substrat (figura nº 6.2.4-1) donant lloc fins i tot a una inversió del relleu essent més baix topogràficament el lateral que no el centre de la vall.

d) Excavacions diverses

Motivades per la pressió de creixement urbà i industrial que ha donat lloc a l'obertura justificada o no de nous vials on s'han efectuat desmunts i altres excavacions. Aquest trencament del pendent original afavoreix el procés d'aixargallament.

e) Moto-cross i trial

Malgrat l'origen recent d'aquests esports, llurs efectes s'han deixat sentir en un termini molt curt de temps (Mas Banyeres, Pla de l'Adorar), essent especialment greu l'efecte d'aixafament de la vegetació i la compactació de la superfície del terreny (foto nº 6.27).

6.2.4.4.2.- Moviments de gravetat

Els fenòmens de remoció en massa no són processos que cridin excessivament l'atenció al sector considerat, degut a que normalment el volum de material afectat no és gaire elevat i perquè es presenten a àrees amb poques activitats humanes. Amb tot, però, va ser precisament un desprendiment rocós el que va destruir part del cementiri i alguna casa a Sant Martí de Centelles, alguns anys enrera.

Els mecanismes que produeixen el moviment i el tipus de moviment són diferents segons es tracti de

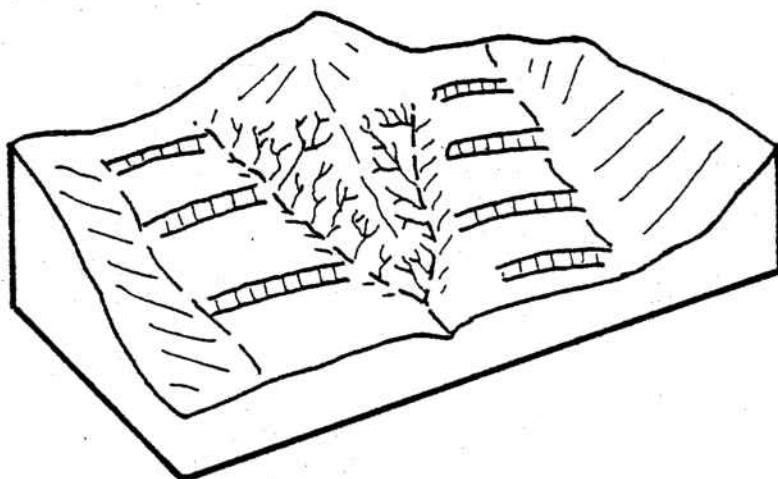
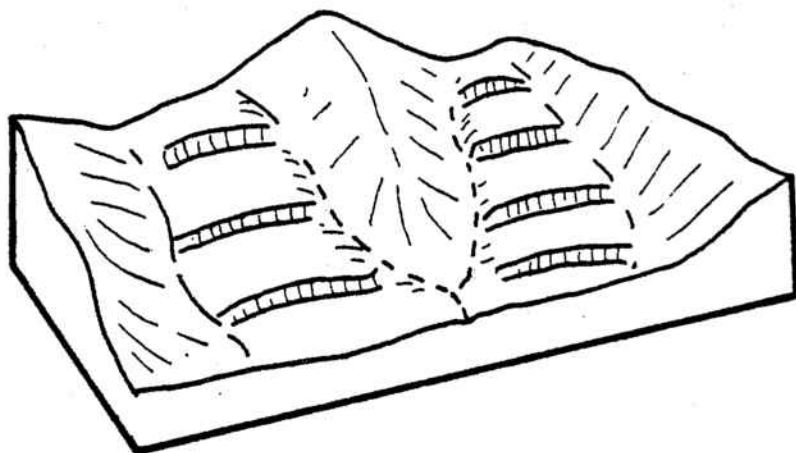


Figura nº 6.2.4 - 1

Procés d'aixaragallament amb inversió del relleu per desviació de les aigües d'escorriments superficials.

sòls o masses rocoses.

### Esllavissades

Es tracta d'un moviment de flucció que afecta els materials incoherents (dipòsits torrencials, dipòsits col.luvials- arrossegalls de pendents, alguns dels quals no han estat representats al mapa litològic donada llur limitada extensió (foto nº 6.28 i 6.29). El moviment es produeix de forma natural en saturar-se d'aigua els porus interparticulars, rebaixant notablement l'angle de fricció interna de les partícules i donant lloc al desplaçament bruscat i ràpid del conjunt (fig. 6.2.4.-2).

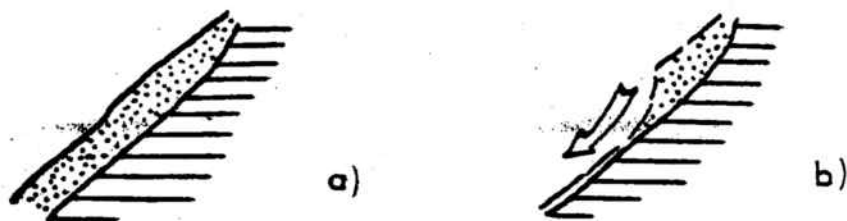
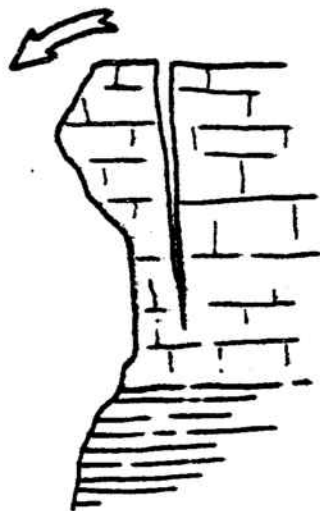


Figura nº 6.2.4 - 2

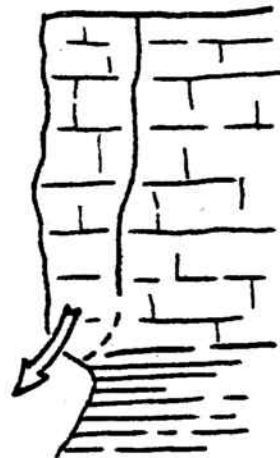
**Esllavissa per saturació dels materials incoherents.**

Desprendiments

Als talussos de gran alçada, i fonamentalment a les cingleres és corrent la caiguda de masses de roca, per dos mecanismes bàsics: descalçament amb ruptura del peu, i bolcament (figura nº 6.2.4-3) (foto nº 6.30 i 6.31).



a) bolcament



b) descalçament amb  
ruptura del peu

Figura nº 6.2.4 - 3

Mecanismes de desprendiment a les cingleres.

La fracturació de la roca i particularment la diaclasació, juguen un paper molt important, ja que d'una banda permet el crear una separació entre el bloc a despendre i la resta de la massa, i d'altra banda són vies que faciliten la infiltració de l'aigua.

Hem diferenciat el concepte de caiguda de blocs i roques, per indicar en el primer cas els desprendiments de masses superiors als 0,4 mt. de diàmetre ( $0,025 \text{ m}^3$ ), i inferiors a aquesta mida per al segon. El motiu d'aquesta diferenciació no ha estat més que el poder distingir els desprendiments als nivells de conglomerats que normalment no sobrepassen la mida de 0,4 mt., i que si bé el mecanisme de ruptura pot ser el que acabem d'esmentar, també es produeix la caiguda de còdols per erosió de la matriu sorrenca-llimosa, efecte que no es dona als cingles calcaris.

#### Lliscaments

Als talussos artificials podem indicar a més alguns mecanismes de ruptura que no han estat identificats als talussos naturals i que són segons la nomenclatura de HOEK i BRAY (1.977): ruptures plana i en falca (Figura nº 6.2.4-4).

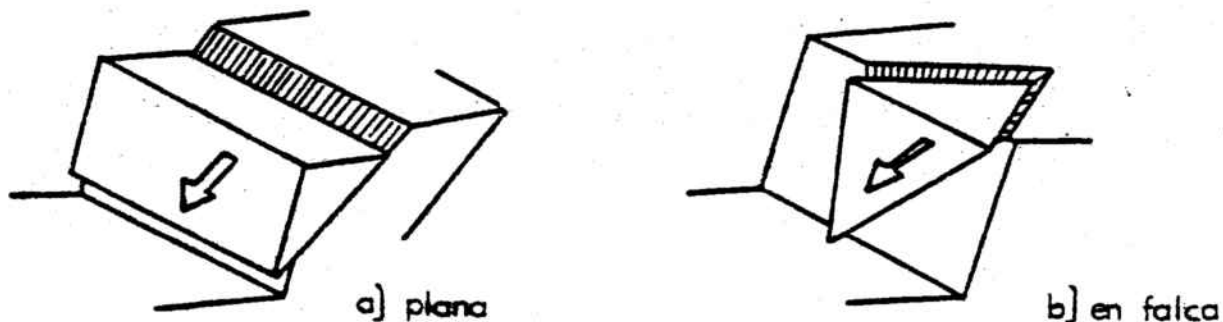


Figura nº 6.2.4 - 4

Ruptures plana i en falca en massissos rocosos.

Aquests tipus de moviment es produeixen en massissos rocósos que estan intensament fracturats o que presenten nombroses discontinuïtats (estratificació, esquistositat...). Al sector estudiat són molt freqüents aquests tipus de moviments, juntament amb el bolcament ja descrit, als esquistos paleozoics on la intensa diaclasació i esquistositat crea abundants situacions d'inestabilitat (foto nº 6.52 i 6.53).

Com hem vist a l'apartat de tectònica, segons els resultats indicats a la taula nº 6.2.3-1, l'esquistositat i també la diaclasació són força variables a la Vall de l'Avencó. Hem indicat al mapa geomorfològic, la direcció dels talussos artificials més inestables i la direcció cap on es produirà el lliscament (encara que això hauria d'anar en un mapa geotècnic i no en un geomorfològic), suposant una ruptura en falca del massís (donada per les corresponents projeccions estereogràfiques).

#### 6.2.4.4.3.- Fenòmens hidrològics

##### Zones de drenatge deficient

Tenen una importància **quantitativa** i qualitativa molt reduïda. El fenomen està condicionat per la topografia local i el tipus de substrat, que ha d'ésser de natura impermeable. En el nostre cas, les condicions d'**anegament** de la superfície del terreny, només les hem identificat prop d'Aiguafreda als nivells lutítics vermells de l'Eocè inferior. Aquests materials que estan fortament erosionats donen lloc a un conjunt de replans (La Baina, Pla de l'Adonar...) on s'han format petites depressions que acumulen durant un bon temps l'aigua de pluja.

### Zones inundables

Hem assenyalat al mapa geomorfològic, les zones que considerem com a inundables des del punt de vista morfològic, i que corresponen, allà on existeix, a la terrassa inferior del Riu Congost o la Riera de l'Avencó. Als llocs on aquesta no es troba present hem assimilat com inundables els replans adjacents als diversos cursos.

Històricament i segons consulta d'alguns habitants del sector, s'han produït inundacions a la Riera de la Llavina (Font del Llobetó) o al Riu Congost (a l'antic Molí del Rossell o a Aiguafreda per taponament d'un pont).

Al nostre entendre, la zona que presenta un interès especial en aquest aspecte, és la zona industrial que es troba al límit nord del municipi d'Aiguafreda (foto nº 6.34). La instal·lació industrial ha desfigurat gran part de la topografia inicial, irrompent en alguns casos dins la plana d'inundació de tal manera que si bé no tenen perquè **anegar-se** directament aquests edificis si que provoquen una elevació potencial de l'alçada de la làmina d'aigua, per minva de la secció tot convertint en inundables àrees que abans estaven lliures d'aquest fenòmen.

Més endavant (apartat 6.2.6) realitzarem un càlcul per mitjà de tractaments estadístics dels possibles cabals d'avinguda per a diversos períodes de retorn, amb la qual cosa és senzill el trobar l'alçada de la làmina d'aigua per a cada secció del riu.

### 6.2.5.- CLIMATOLOGIA

L'estudi climàtic del sector ha estat realitzat a partir de les dades proporcionades pel Servicio Meteorológico Nacional, i que corresponen a les estacions de Centelles i Balenyà, aquesta última fora de l'àrea considerada però molt pròxima a ella.

D'antuvi cal fer un parell de consideracions. En primer lloc un dels problemes que apareixen en treballar amb les dades meteorològiques d'aquí, és el gran desnivell existent entre les diverses parts del sector considerat. En pocs centenars de metres es passa d'alçades pròximes als 1.000 mt., com els cims del Puigsagordi i Morro del Porc al límit Oest, o els replans del Beleit, Can Figuera ... a l'altre extrem, fins alçades de l'ordre de 400-500 mt. a la Vall del Congost a Aiguafreda. És ben conegut que la topografia influeix en gran mesura sobre la pluviometria i la temperatura, provocant variacions significatives de llurs valors segons ens toquem a les parts més enlairades o a les més deprimides. Dissortadament no més es disposa d'aquest parell d'estacions i per tant les úniques dades que podem fer servir són les que elles ens proporcionen.

Un segon aspecte és la manca d'homogeneïtat de la informació, ja que de pluviometria només disposa dades de Balenyà des de gairebé 1.950 amb algunes llacunes (1.956-1.959) mentre que de Centelles existeix informació de 1.941-1.949 i de 1.951 fins ara. De temperatura l'única sèrie completa correspon a Balenyà des de 1.940. Com que l'estació de Centelles presenta un canvi d'observador entre les sèries esmentades, hem intentat una comprovació per l'anàlisi de Doble Passa (Fig. nº 6.2.5-1) utilitzant les dues estacions,

CENTELLES

3000  
cm

2000

1000

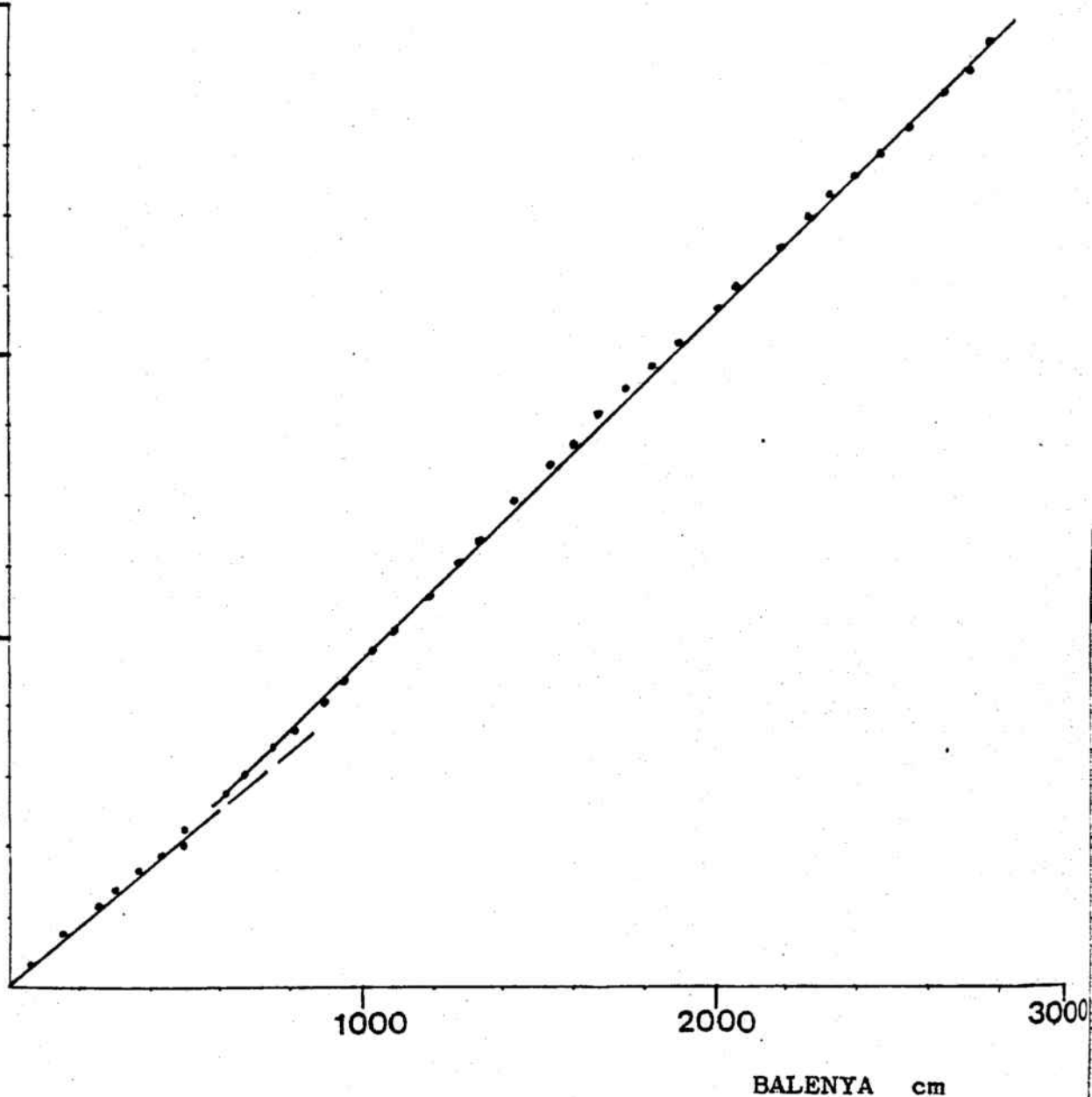


Figura nº 6.2.5 - 1

Aplicació de l'anàlisi de la doble massa a  
les estacions de Centelles i Balenya.

per tal de veure si es produeix un canvi de pendent de la recta obtinguda en produir-se el canvi de l'estamentat observador. Com que aquesta variació es produeix, s'ha intentat contrastar-la amb l'estació de Caldes que també té la sèrie completa (figures nº 6.2.5-2 i 6.2.5-3), en aquest cas sorprenentment no hi ha modificació del pendent de la recta amb Centelles i sí que es produeix amb Balenyà. Davant d'això i davant la impossibilitat de trobar una altra **estació** amb la sèrie completa, no hem modificat els valors de Centelles corresponents al període 1.941-1.949, ja que no tenim prou criteris per admetre que el canvi d'observador hagi modificat de forma substancial les característiques de l'estació.

#### 6.2.5.1.- Temperatures

Les temperatures mitjanes mensuals que han estat observades a Balenyà durant el període 1.940-1.979 són indicades a la taula nº 6.2.5-1. Com és d'esperar apareix un màxim i un mínim que corresponen als mesos de juliol i gener respectivament, i si analitzem les desviacions estàndards es dedueix que als mesos d'estiu (agost i juliol) la temperatura mitjana sol ser força més regular que la resta. Febrer i octubre ofereixen la variabilitat interanual més gran del conjunt de l'any.

Si bé no tractem en aquest treball l'estudi de les temperatures mínimes, cal recordar que aquest sector presenta amb força freqüència el fenomen de la inversió tèrmica. Aquest fenomen provoca que la temperatura de les zones més deprimides sigui més baixa que les àrees més elevades. En un interessant treball, BOCHS *et al.* (1.977) aporta dades concretes referides al conjunt de la plana de Vic.

CENTELLES

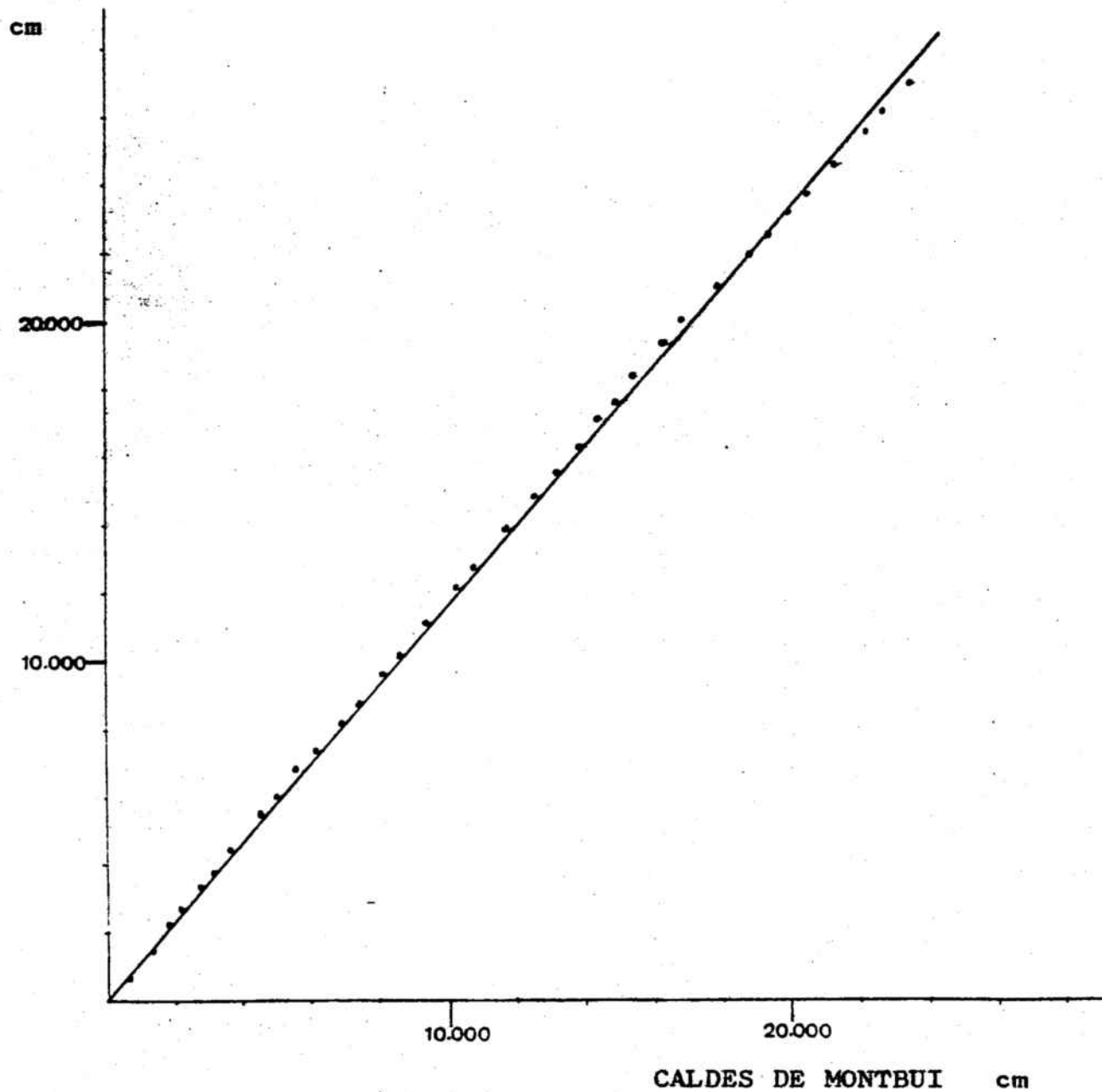


Figura nº 6.2.5 - 2

Aplicació de l'anàlisi de la doble massa a  
les estacions de Centelles i Caldes.

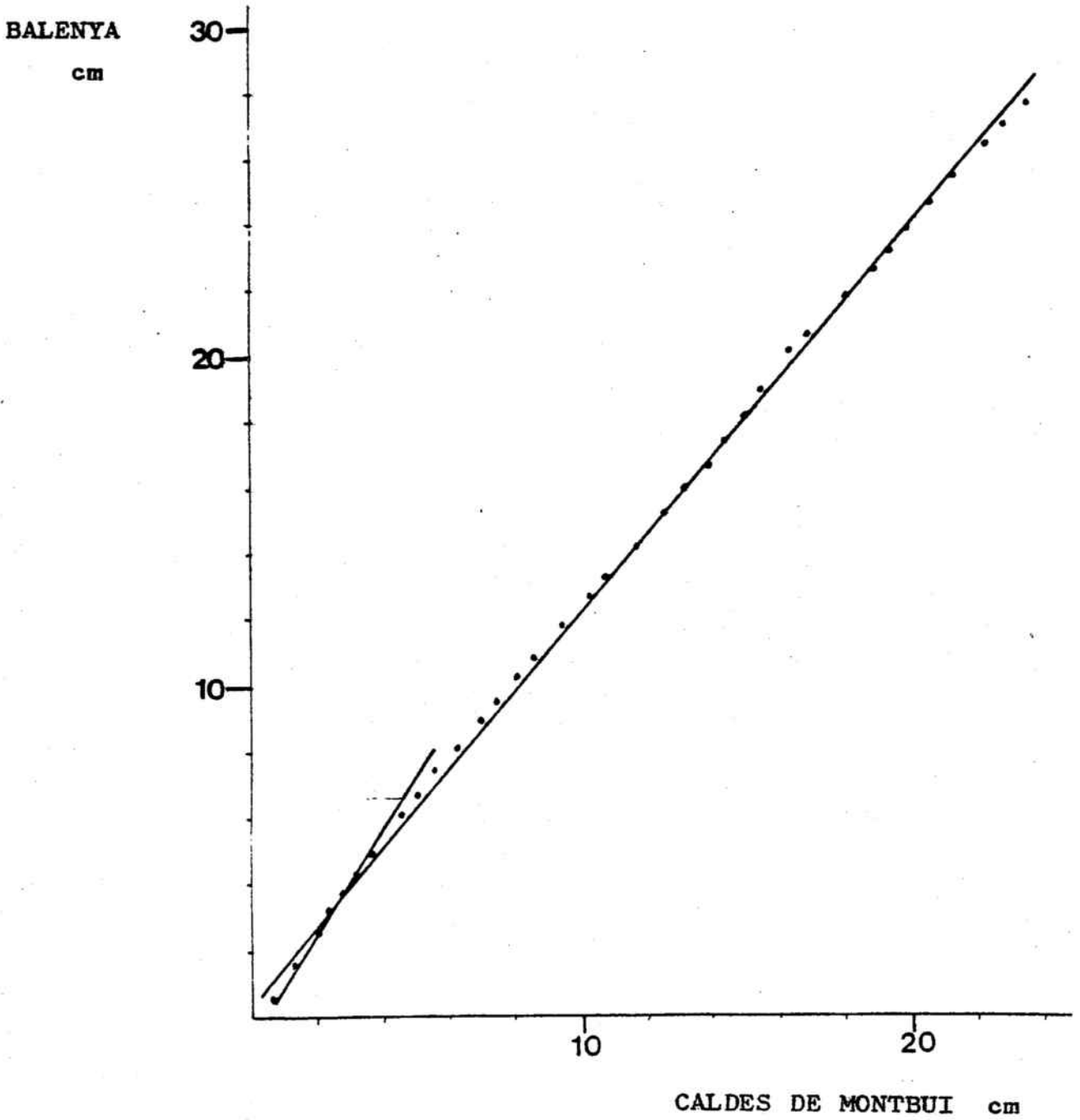


Figura nº 6.2.5 - 3

Aplicació de l'anàlisi de la doble massa a les estacions de Balenyà i Caldes.

|          | <u>Temperatura<br/>mitjana</u> | <u>Desviació<br/>estàndard</u> |
|----------|--------------------------------|--------------------------------|
| Gener    | 3,81° C                        | 1,55° C                        |
| Febrer   | 5,72                           | 1,75                           |
| Març     | 8,39                           | 1,42                           |
| Abril    | 10,6                           | 1,38                           |
| Maig     | 14,13                          | 1,38                           |
| Juny     | 17,96                          | 1,34                           |
| Juliol   | 21,05                          | 1,16                           |
| Agost    | 20,8                           | 1,06                           |
| Setembre | 18,3                           | 1,47                           |
| Octubre  | 13,41                          | 1,66                           |
| Novembre | 8,07                           | 1,29                           |
| Dècembre | 4,3                            | 1,47                           |

Taula nº 6.2.5-1

Temperatures mitjanes a Balenyà

Anys d'observació: 40

#### 6.2.5.2.- Pluviometria

Tal com podem veure a la fig. 6.2.5-4 a nivell comarcal, la pluja mitjana anual d'aquest sector supera els 700 mm/any. Concretament Centelles recull 745,5 mm. i Balenyà 763,4 mm. Amb tot, la distribució interanual és molt variable ja que s'obtenen unes desviacions estàndards de 177,9 i 178,2 respectivament (figs. nº 6.2.5-5 i 6.2.5-6).

La distribució pluviomètrica mensual presenta dos mínims (juliol i gener) i dos màxims (maig i setembre). És a dir, existeixen dues estacions plujoses que omplen part de l'estiu i tardor una, i la primavera l'altra i dues seques que corresponen al mes de juliol i part de l'hivern (taula nº 6.2.5-2).

Igualment de l'observació de la mateixa taula, hom troba que els màxims pluviomètrics a la primavera i tardor són del mateix ordre de magnitud, mentre que a zones més càlides del litoral mediterrà, o com veuren més endavant al sector de Mollet-Montornés, el màxim més important correspon a la tardor.

Un altre aspecte és el caràcter torrencial de les pluges, típic del clima mediterrani, que es produeixen de forma esporàdica i a voltes amb gran intensitat. Al sector considerat existeix una relativa influència del Montseny i de l'alçada a la qual ens trobem que tendeix a homogeneïtzar una mica la distribució de les precipitacions, però no és suficient per a dissimular la irregularitat de les precipitacions. Una prova d'això que donem la tenim a les fig. 6.2.5-7 i 6.2.5-8 on hem realitzat una correlació entre la precipitació mensual i la pluja mínima caiguda en 24 h. en aquell mes. El resultat és el

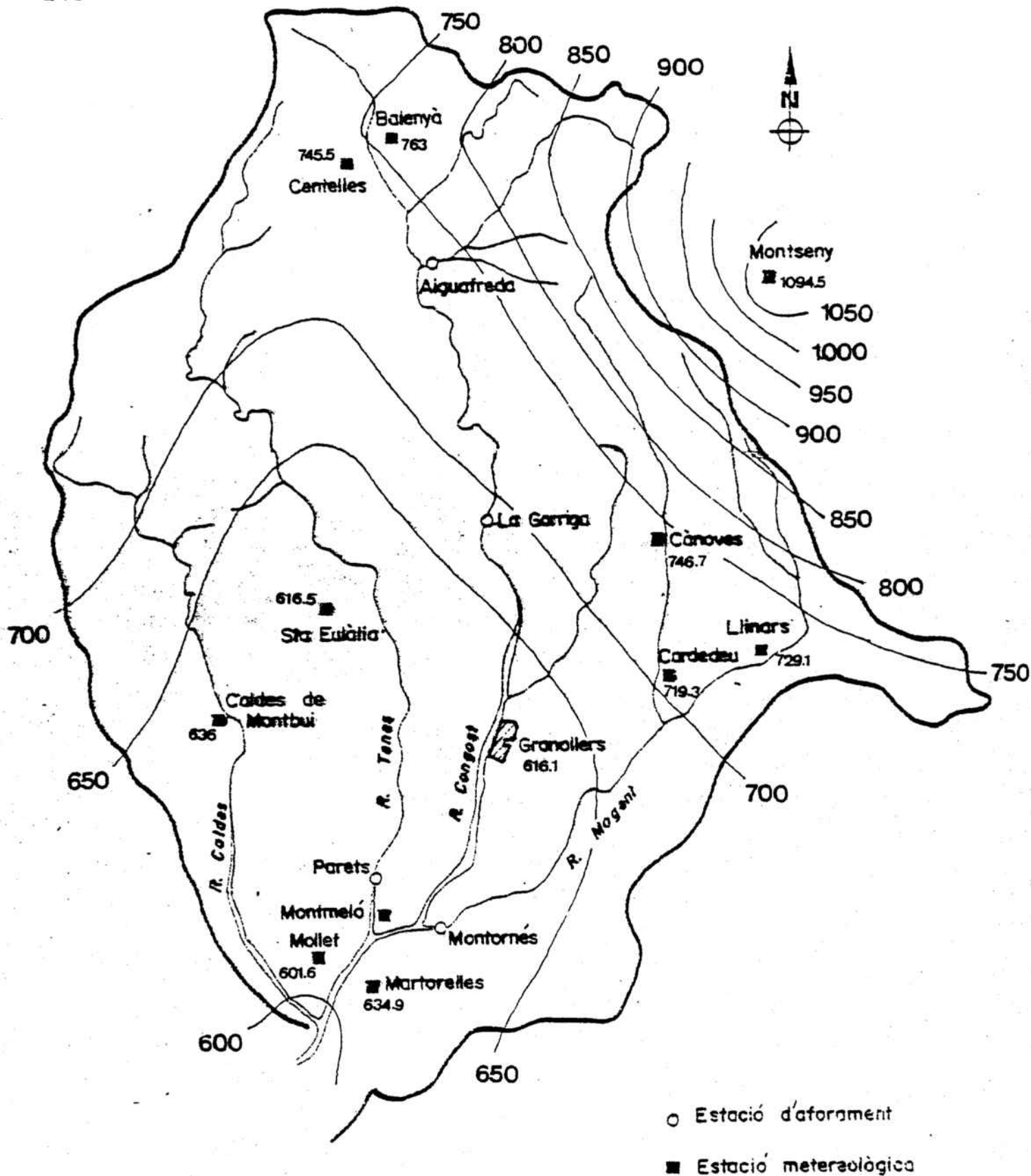


Figura nº 6.2.5 - 4

0 2 4 6 8 10 Km

Pluviometria mitja anual a la conca  
alta del Riu Besòs.

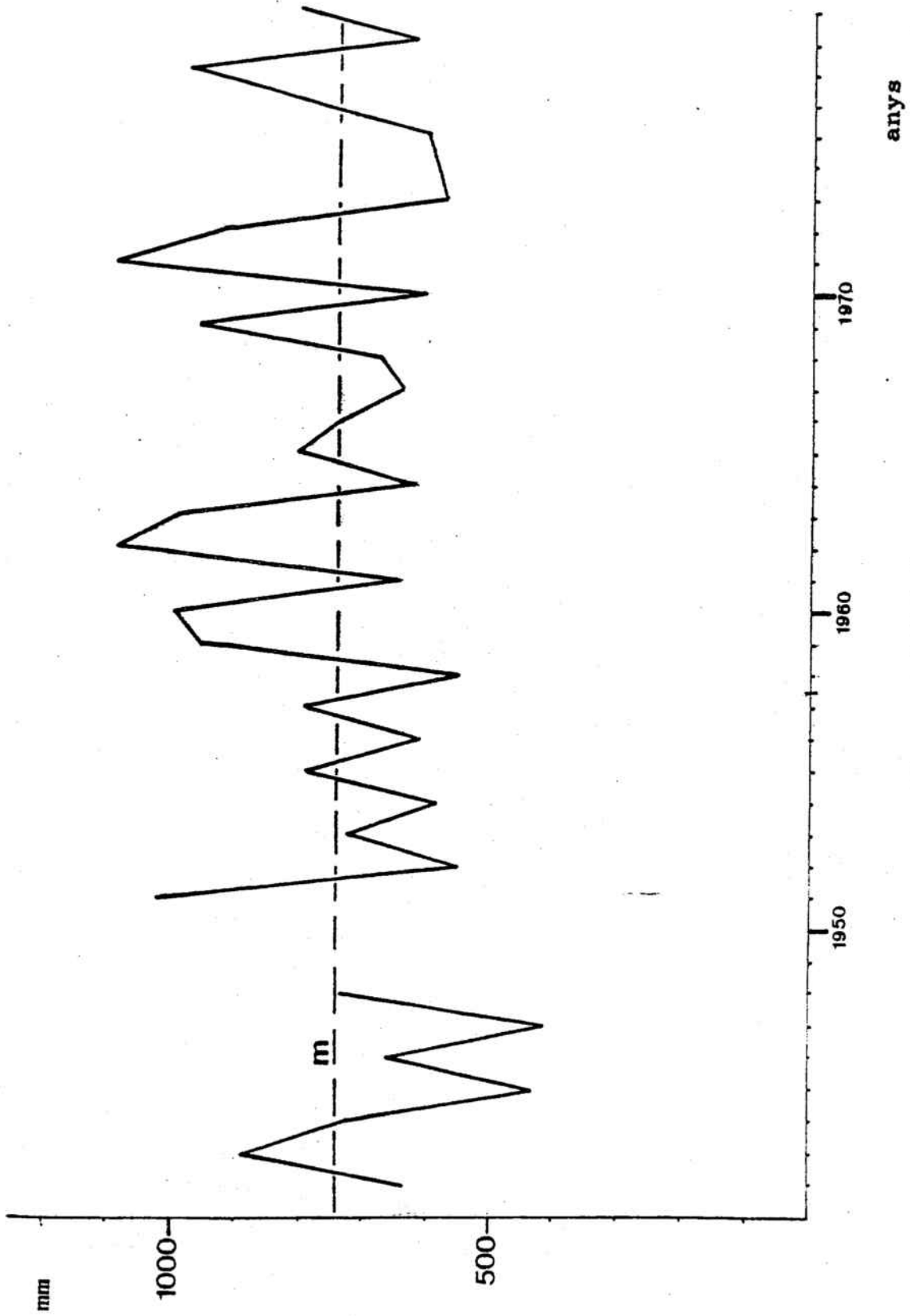


Figura nº 6.2.6 - 5

Variació interanual de la pluviometria a Centelles.  
Període 1942 a 1979.

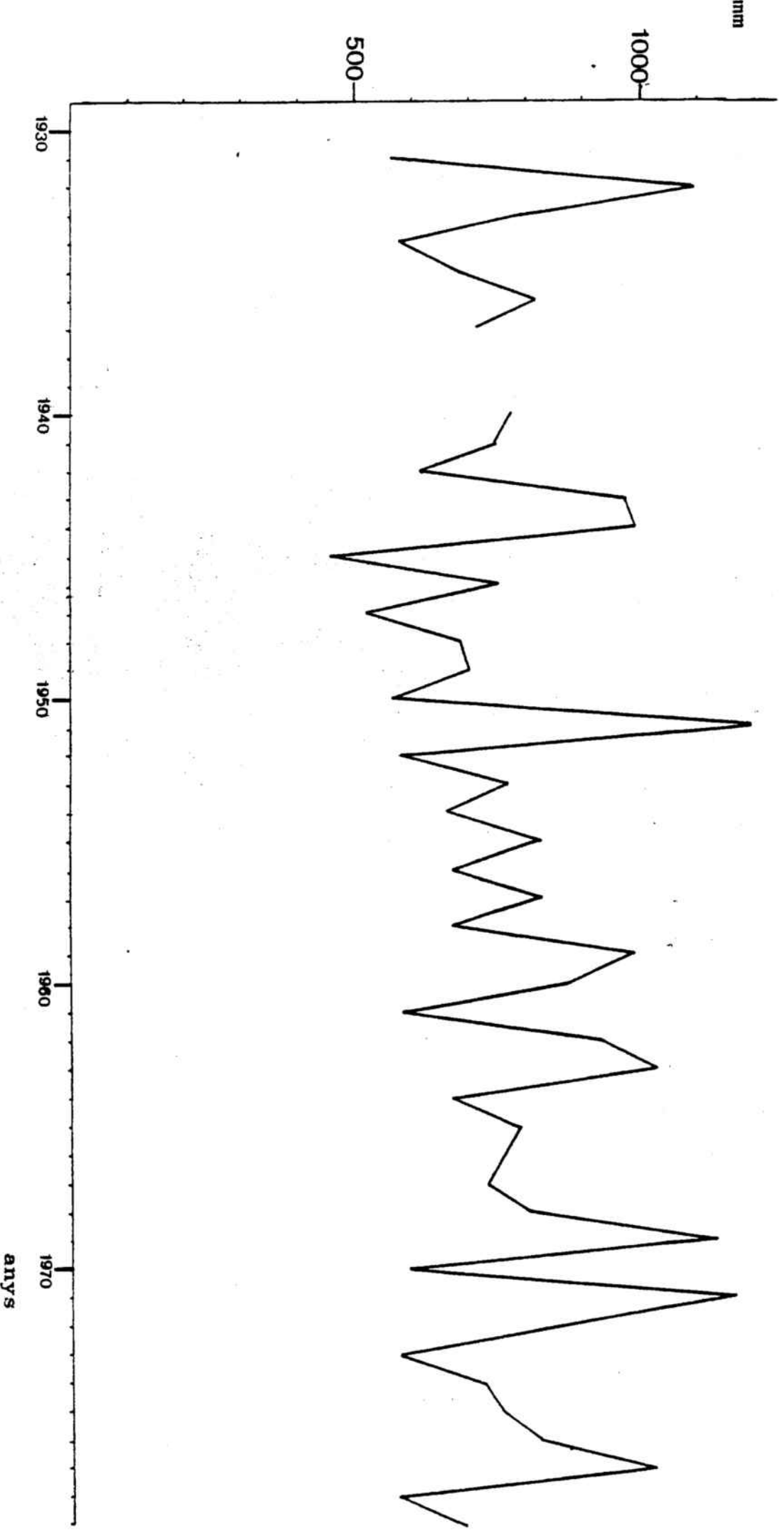


Figura nº 6.2.5 - 6

Variació interanual de la pluviometria a Balenyà.  
Període 1931 a 1979.

|          | <u>Centelles</u>  |                                | <u>Balenyà</u>    |                                |
|----------|-------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|
|          | <u>Mitjana</u>    | <u>Desviació<br/>estàndard</u> | <u>Mitjana</u>    | <u>Desviació<br/>estàndard</u> |
| Gener    | 39,0              | 41,3                           | 38,6              | 43,0                           |
| Febrer   | 46,7              | 48,0                           | 43,4              | 60,0                           |
| Març     | 57,9              | 44,2                           | 61,1              | 45,8                           |
| Abril    | 63,8              | 43,8                           | 64,8              | 42,8                           |
| Maig     | 81,1              | 49,4                           | 86,0              | 53,5                           |
| Juny     | 62,2              | 34,8                           | 71,6              | 38,2                           |
| Juliol   | 38,0              | 31,4                           | 37,1              | 32,3                           |
| Agost    | 76,2              | 41,7                           | 76,5              | 50,4                           |
| Setembre | 82,5              | 52,2                           | 81,6              | 50,4                           |
| Octubre  | 75,2              | 50,1                           | 78,0              | 56,8                           |
| Novembre | 51,9              | 56,0                           | 55,2              | 52,3                           |
| Desembre | 66,5              | 62,2                           | 66,0              | 60,7                           |
|          | Nombre d'anys: 37 |                                | Nombre d'anys: 49 |                                |

Taula nº 6.2.5-3

Pluviometries mitjanes normals a les estacions de Centelles i Balenyà

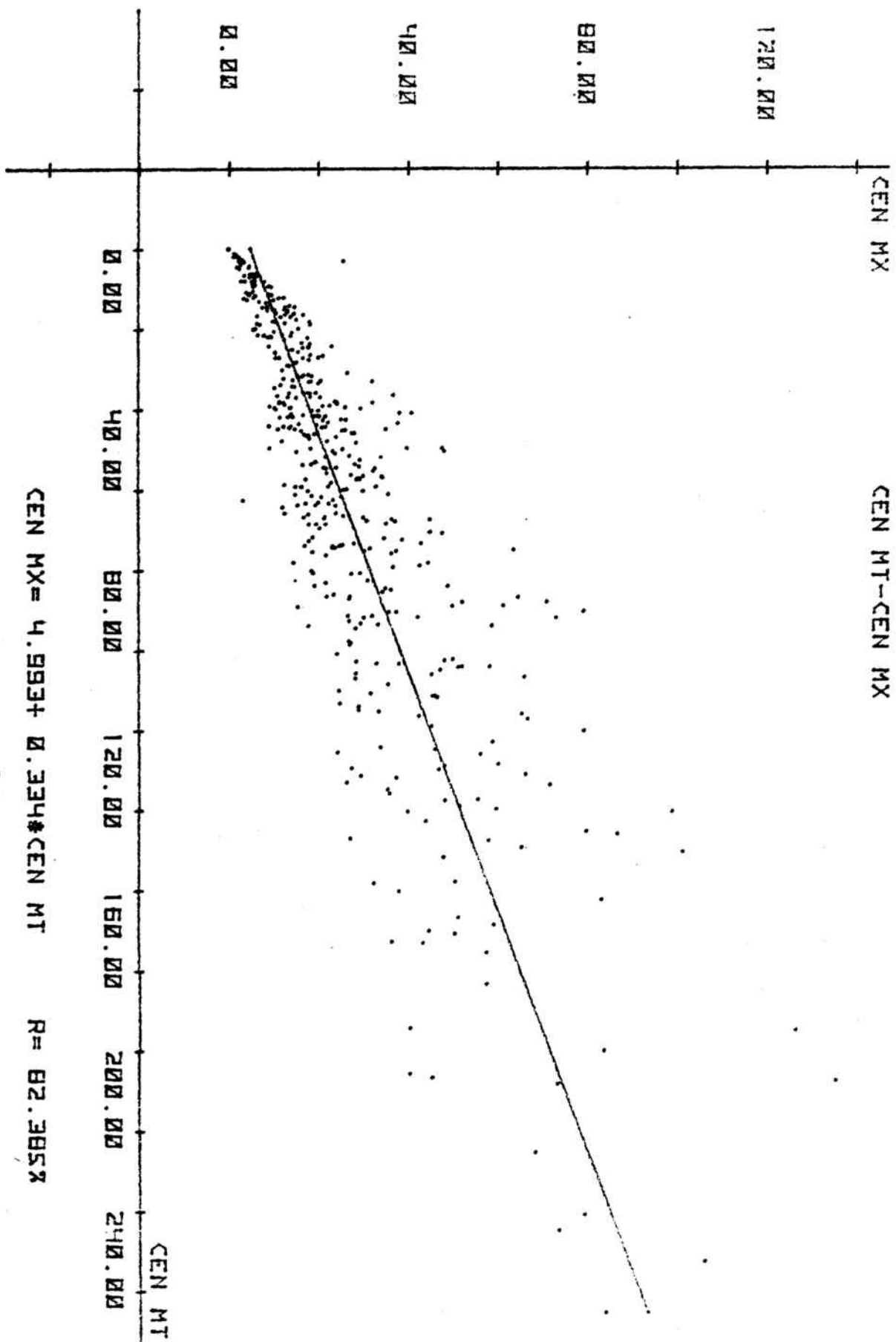
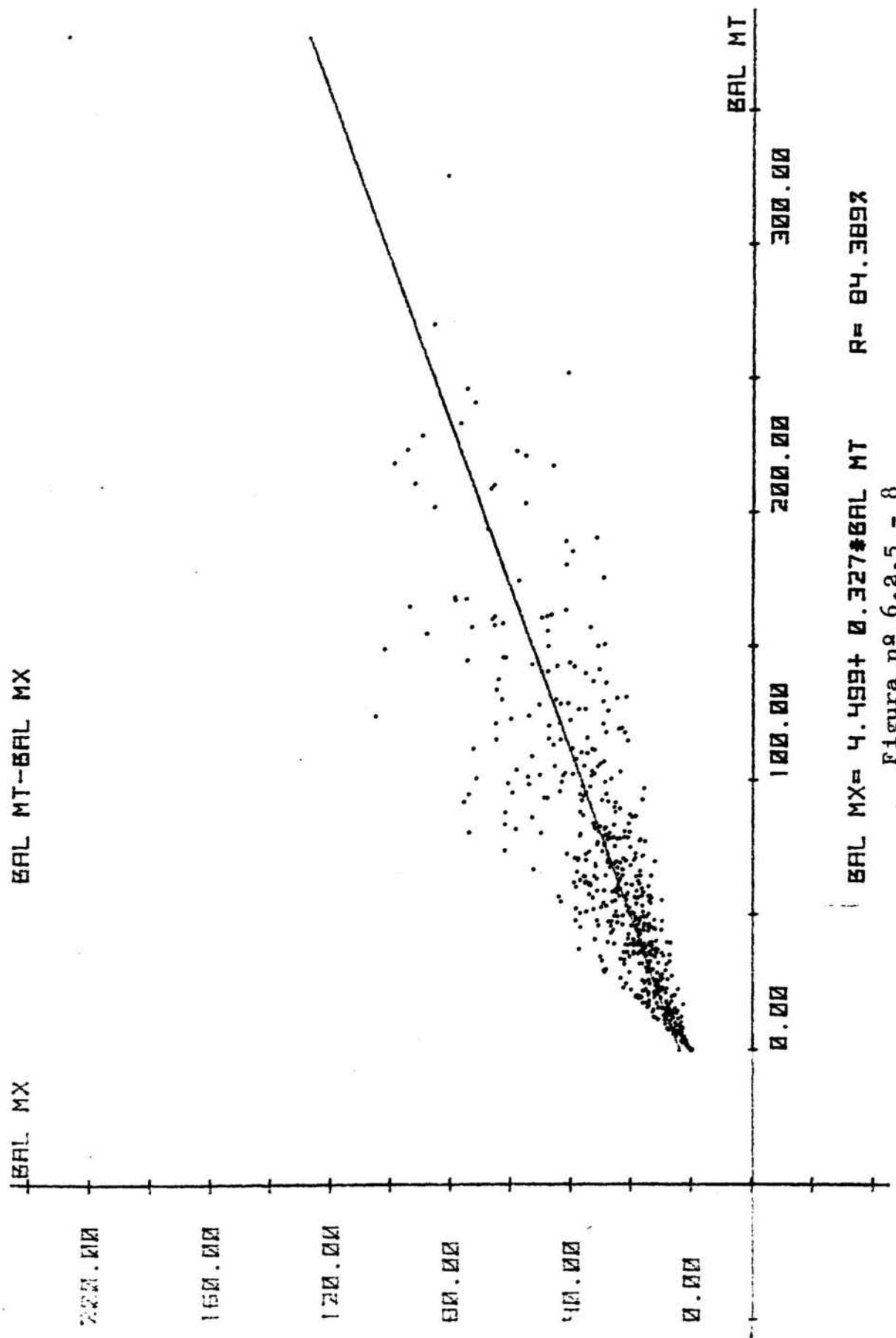


Figura nº 6.2.5 - 7

Correlació entre pluviometria màxima en 24 h. 1<sup>a</sup> mensual a Centelles.



Correlació entre pluviometria màxima en 24 h. i la mensual a Balenyá.

següent:

Balenyà            P màx. =        4,5 + 0,327 P mitja

Centelles        P màx. =        5 + 0,334 P mitja

És a dir, més de la tercera part de la pluja recollida en un mes, cau en un sol dia. Quan es tracta de mesos amb baixa pluviometria el percentatge sol augmentar al 50%. Els percentatges de correlació, superiors al 80% en ambdues estacions abona la fidelitat d'aquesta afirmació, tenint en compte que s'han utilitzat un nombre de dades al voltant de 450 i 600 parelles de valors per a les estacions de Centelles i Balenyà respectivament.

Aquest fet és d'importància cabdal en considerar els apartats dels recursos, perquè és sabut que en augmentar la intensitat de pluja, augmenta el coeficient d'escorrentiu, minvant per tant la capacitat d'infiltració, també de cara la formació d'avingudes les quals es veuen afavorides per l'existència d'aquest fet.

Precisament per la importància que té això en la formació d'avingudes, hem procedit a calcular els períodes de retorn de les pluges màximes en 24 hores, o les diferents estacions, per tal de poder utilitzar aquestes dades posteriorment en l'apartat d'hidrologia de superfície.

El càlcul l'hem realitzat per mètodes estadístics, segons una distribució de Gumbel (LEMSLEY et alt 1.977). Aquesta equació s'expressa de la forma següent:

$$X = \bar{X} + K\sigma_n$$

- on    X    és el valor amb una probabilitat donada  
        $\bar{X}$     la mitjana de la sèrie de valors  
        $\sigma_n$  la desviació estàndard de la sèrie

K és un factor de freqüències definit per a cada distribució i que varia segons el nombre de dades que té la sèrie.

Hem utilitzat a més de les estacions de Centelles i Balenyà, la del Montseny per trobar-se sobre la capçalera de la Riera de l'Avencó, influint doncs en el cabal que durà l'esmentada Riera. Hem utilitzat les pluges màximes produïdes en 24 hores de cada any d'observació.

#### Centelles

$\bar{x} = 65.1$        $\sigma_n = 23.5$       nombre d'anys 35

període de retorn

X

|        |           |
|--------|-----------|
| 2 anys | 61,5 mm.  |
| 10     | 100,9 mm. |
| 50     | 135,3 mm. |
| 100    | 149,6 mm. |
| 400    | 179,1 mm. |

#### Balenyà

$\bar{x} = 68.8$        $\sigma_n = 27.8$       nombre d'anys : 45

període de retorn

X

|     |       |
|-----|-------|
| 2   | 64,4  |
| 10  | 110,1 |
| 50  | 150,7 |
| 100 | 166,7 |
| 400 | 197,9 |

Figura nº 6.2.5-9 . Centelles, pluviometria màxima en 24 h.  
PERIODE DE RETORN (anys)

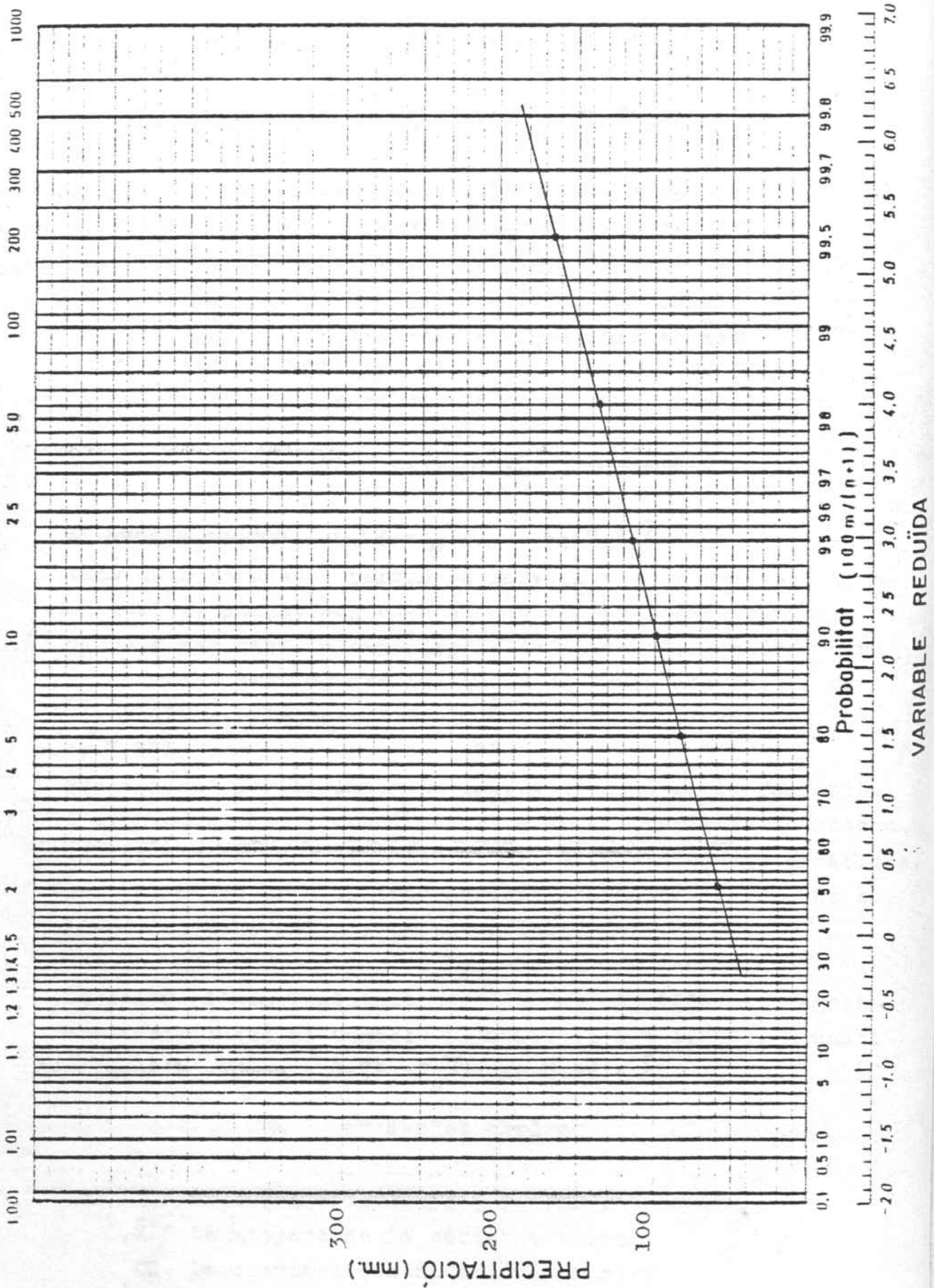


Figura nº 6.2.5-10. Balenyà, pluviometria màxima en 24 h.  
PERIODE DE RETORN (anys)

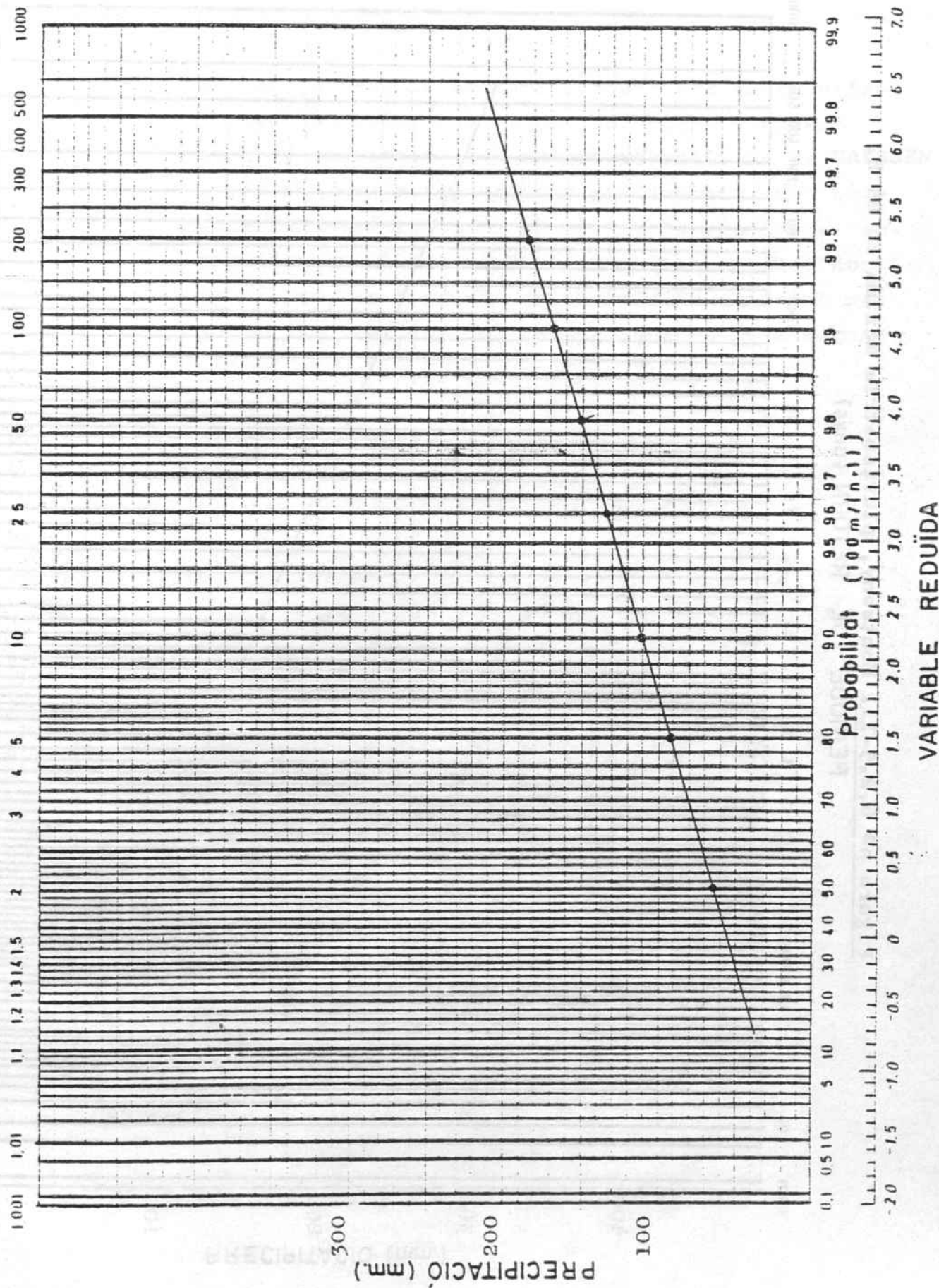
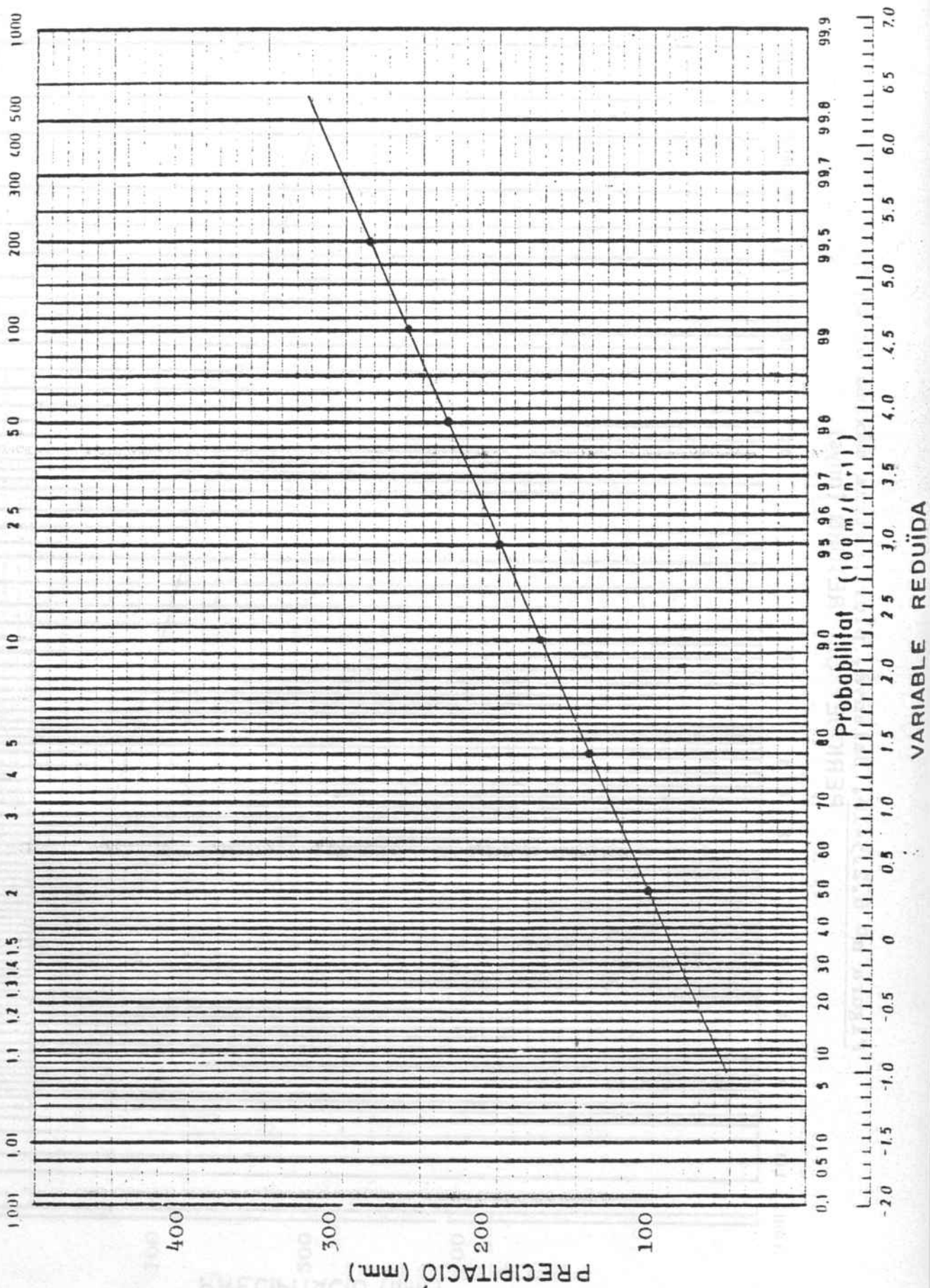


Figura nº 6.2.5-11. Montseny, pluviometria màxima en 24 h.  
PERIODE DE RETURN (anys)



### 6.2.5.5.- Diagrama ombrotèrmic

De cara a resumir esquemàticament les característiques termoplúvionomètriques del clima d'aquest sector, utilitzem el diagrama ombrotèrmic de GAUSSEN. Escollint per a representar gràficament, una escala de precipitacions en mm. doble que la de temperatures en  $^{\circ}\text{C}$  obtindrem que, quan ambdues corbes es tallin, es produeix un període de sequetat per a les plantes degut al balanç negatiu de l'aigua.

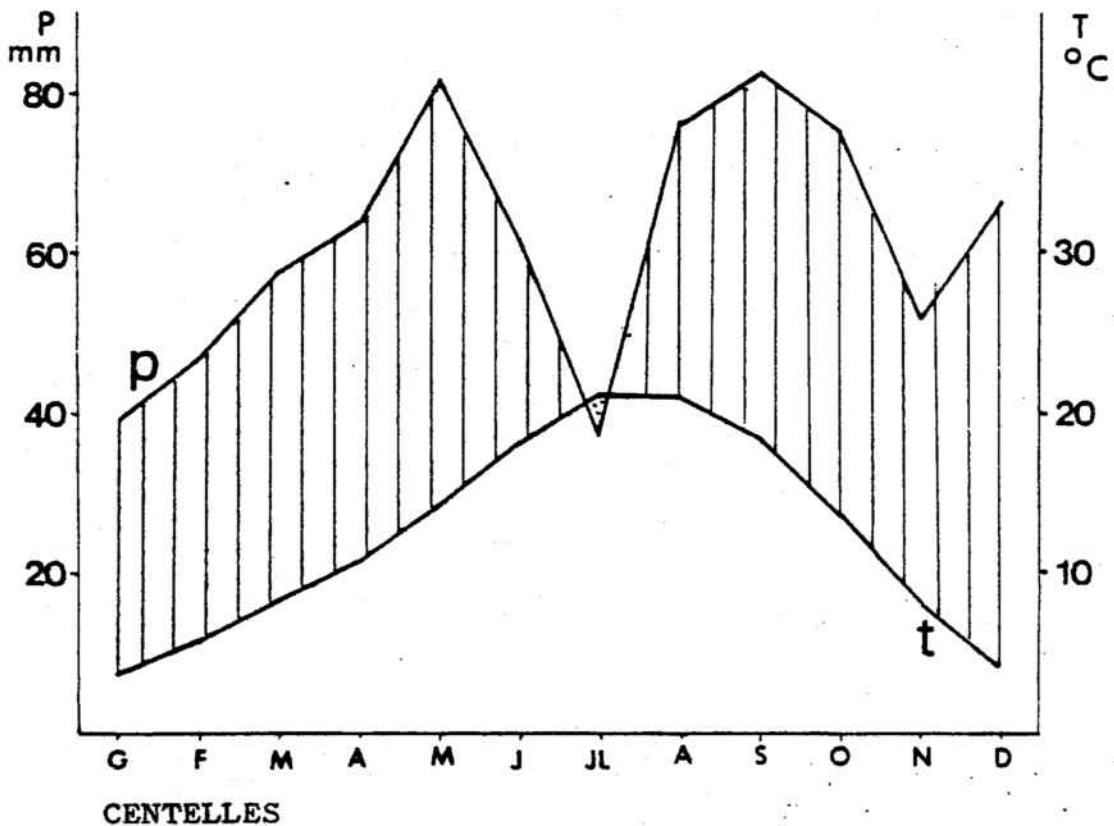


Figura nº 6.2.5-12

Diagrama ombrotèrmic de Gaussen-Bagnouls

A la fig. 6.2.5-12 s'observa que el període de secada correspon al mes de juliol sense estendre's un temps superior als 15 dies. Certament en parlar de valors promigs, molt anys, aquest període serà molt més llarg. Aquest aspecte de la durada del període sec, tornarà a ser tractat en parlar del balanç hídric.

## 6.2.6.- HIDROLOGIA SUPERFICIAL

El règim pluviomètric que ha estat analitzat a l'aparat de climatologia, determina un comportament dels cursos fluvials que solquen el sector, de tipus torrencial. No és estrany, doncs, el trobar la majoria de cursos eixuts llargues èpoques de l'any mentre que en un moment determinat poden desguassar algunes desenes de metres cúbics per segon.

### 6.2.6.1.- La xarxa hidrogràfica

En aquest sector el curs més important és el Riu Congost, el qual si bé comença formant una vall ampla degut a la facilitat d'erosió dels materials del substrat, va encaixonant-se progressivament a mesura que atravesa la Serralada Pre-litoral. Circula paral·lelament a la C.N.- 152 de Barcelona a Puigcerdà des dels Hostalets de Balenyà, passant pel raval de Sant Antoni, continuant fins Aiguafreda. Encara que ja hem esmentat els principals afluents, farem una relació més exhaustiva dels cursos que hi van a petar dins del sector estudiat.

#### Marge dret

|                                    |                                      |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| Torrent de Banyeres                |                                      |
| Torrent de Xambona                 | s'uneixen abans d'arribar al Congost |
| Torrent del Marçó o la Cira        |                                      |
| Torrent de la Gavarna Xica         | s'uneixen abans d'arribar al Congost |
| Torrent de la Gavarna Gran         |                                      |
| Riera de la Flavina o Riera Blanca |                                      |
| Torrent de Les Angúnies            |                                      |
| Torrent del Colló                  |                                      |
| Torrent d'en Vilà                  |                                      |
| Torrent de l'Oller                 |                                      |

Marge esquerra

Torrent del Gorg Negre

Riera de Martinet

Torrent de la Llobeta

Riera de la Mora

Riera de la Baga

Riera Llobina

Riera de l'Avencó

Afluents de la Riera de l'Avencó

El perfil d'aquests cursos és molt accidentat amb pendents moltes vegades superiors al 20% i que és degut al fet de tenir l'origen a les costes del Puigsagordi, o les costes del Cerdà, o als altiplans de la Calma, això fa que l'aigua hagi de salvar uns forts desnivells verticals sense gran desplaçament horitzontal. Per aquest motiu la pluja caiguda inverteix un temps relativament curt en arribar al Riu Congost.

En el cas del Torrent de la Llavina el curs es va accidentant per sengles cascades que donen lloc al Salt del Ca, Salt del Purgatori i Salt de l'Infern, i és produït per la presència d'un potent banc de gresos en el primer salt, i per les calcàries del Cerdà en els altres. El canvi progressiu a terrenys més lutítics i el cabussament de les capes, fa que a la resta dels torrents aquests accidents es trobin més suavitzats.

Granada (1.965) calcula els següents pendents del recorregut del Congost:

|  |       |
|--|-------|
| Origen fins la Riera de Martinet             | 5,2%  |
| Riera de Martinet a Riera de l'Avencó        | 1,82% |
| Riera de l'Avencó fins estació de la Garriga | 1,42% |

Mesaltres per la nostra banda hem calculat les característiques d'alguns torrents, que passen pel pucli de Centelles

| <u>Llargada del curs principal</u> | <u>Superfície drenada</u> | <u>pendent mig</u> | <u>Sector considerat</u>           |
|------------------------------------|---------------------------|--------------------|------------------------------------|
| Km.                                | Km <sup>2</sup>           | %                  |                                    |
| Torrent de Nauyeres 2,9            | 2,15                      | 16,72              | fins confluència amb Riu Congost   |
| Torrent de La Xarbona 1,97         | 0,95                      | 24,06              | Fins confluència amb Tt. del Marçó |
| Torrent del Marçó 3,35             | 2,13                      | 13,61              | Fins confluència amb Tt. Mundí     |
| Torrent Gavarra Gran 1,75          | 0,57                      | 10,00              | Fins confluència Gavarra Xica      |
| Torrent Gavarra Xica 2,35          | 0,905                     | 21,78              | Fins confluència amb Gavarra Gran  |

Taula nº 6.2.6-1

Característiques geomètriques d'alguns cursos del sector de Centelles-Aiguafreda

ja que posteriorment hi calcularem els cabals màxims que es poden esperar, ja que són dades útils per al disseny de la xarxa de clavegueres de la població (taula nº 6.2.6-1).

#### 6.2.6-2.- Règim hidrològic

Ja hem comentat anteriorment que el Congost sol transportar aigua durant tot l'any. De la mateixa manera alguns dels seus afluents també ho poden fer. La Riera de l'Avencó amb una superfície de conca de 36 Km<sup>2</sup>, porta un cabal a voltes superior al del Congost. Amb més irregularitat, els torrents del Gorg Negre, Riera de Martinet i Torrent de la Llavina, solen transportar permanentment aigua en anys normals, degut a les nombroses sorgències que afloren en llurs recorreguts.

Abans de comentar les aportacions dels cursos, s'han de fer algunes puntualitzacions. En aquest sector només es disposa d'una estació d'aforaments i que es localitza a la Riera de l'Avencó abans de la confluència amb el Congost. Per tant no coneixerem directament les aportacions d'aquest a l'alçada d'Aiguafreda. Un mètode per a calcular-les, podria ser el buscar el valor del percentatge de conca que correspon al sector de la capçalera, i assignar el mateix percentatge al cabal mesurat a la Garriga. Amb tot, hi ha un aspecte que no podem considerar, i és que gran part del cabal de la Riera de l'Avencó s'infiltra després de l'estació d'aforaments, en un nivell calcari abans de la confluència amb el Congost. Un època d'estiatge aquesta infiltració pot correspondre al 100%, i significa un percentatge important del cabal normal. No coneixem però el volum anual d'aquesta infiltració.

L'aportació mitja mensual de la Riera de l'Avencó a l'alçada de l'estació d'aforaments és:

|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| G    | F    | M    | A    | M    | J    |
| 0,54 | 0,68 | 0,99 | 0,75 | 0,88 | 0,49 |
| Jl   | A    | S    | O    | N    | D    |
| 0,27 | 0,27 | 0,39 | 0,72 | 1,19 | 2,21 |

període: 1.931-32 a 1.969-70

els valors estan indicats en Hm<sup>3</sup>

Per al riu Congost a la capçalera, atribuim una superfície de 63 km<sup>2</sup>. La relació entre la superfície de la capçalera i la superfície del congost a la Garriga és:

$$\frac{S \text{ capçalera}}{S \text{ la Garriga}} = 0,398$$

per tant els valors d'aforament que hem indicat a la taula superior queden modificats de la següent manera:

|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| G    | F    | M    | A    | M    | J    |
| 1,18 | 0,88 | 1,08 | 1,15 | 0,58 | 0,35 |
| Jl   | A    | S    | O    | N    | D    |
| 0,28 | 0,30 | 0,35 | 1,54 | 1,32 | 1,32 |

Existeixen diferències doncs, en la distribució mensual de la pluja, encara que en ambdues estacions apareix un mínim a l'estiu molt marcat i dos màxims, un a la tardor i l'altra a la pri-

mavera. La manera com ha estat deduïda l'aportació de la zona de la capçalera del Congost impideix fer una valoració seriosa d'aquesta diferència.

#### 6.2.6.3.- Avaluació de les avingudes màximes

Si bé hem identificat morfològicament les àrees inundables de Centelles i Aiguafreda (vegi's mapa geomorfològic), és necessària l'avaluació dels cabals d'avinguda que poden ser esperats en casos de pluges extraordinàries.

D'entrada, tal i com hem assenyalat a l'apartat anterior, només disposem d'una estació d'aforaments al sector estudiat. Això ens ha fet pensar en la utilització de diferents mètodes per al càlcul de les avingudes màximes. Per a la capçalera del Congost, utilitzarem un mètode empíric descrit per TEMEZ (1.978) per a petites conques naturals. A la conca de l'Avencó utilitzarem mètodes estadístics aprofitant les sèries històriques de màxims que s'han produït fins a l'actualitat i les dades de pluviometria màxima instantània.

##### 6.2.6.3.1.- Mètode empíric de càlcul per a petites conques

Es tracta de calcular el cabal d'aigua que passarà per un punt donat d'un curs fluvial, per a una pluja d'un període de retorn determinat. El cabal de màxima avinguda vé en funció de la intensitat de la pluja (I), del coeficient d'escorrentiu (C) i de l'àrea total (S) que és drenada pel curs esmentat, i que estan relacionades per la fórmula

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot S}{3}$$

on :

Q = cabal en m<sup>3</sup>/s      S = superfície en Km<sup>2</sup>  
 I = intensitat pluja en mm/dia  
 C = factor adimensional

que és una modificació de la fórmula del mètode racional.

El valor de S l'hem obtingut planimetrant la superfície de la conca basant-nos en els planols a escala 1/10.000 de la Diputació Provincial de Barcelona.

El valor de la intensitat de la pluja (I) s'obté a partir de l'expressió:

$$I = \left( \frac{I_1}{I_d} \right) \cdot \left( \frac{P_d}{24} \right)$$

$$\frac{I_1}{I_d} = K \frac{28^{0.1} - T_c^{0.1}}{0.4}$$

on

$P_d$  és la precipitació màxima diària corresponent a un període de retorn donat

$K$  constant que depèn del lloc

$T_c$  temps de concentració

Finalment el coeficient d'escorrentiu (C) s'obté a partir de

$$C = \frac{(P_d - P_o)(P_d + 23P_o)}{(P_d + 11 P_o)^2}$$

on

$P_d$  precipitació màxima diària corresponent a un període de retorn determinat

$P_o$  llindar d'escorrentiu. Valor de la precipitació a partir del qual comença a produir-se escorrentiu.

Amb aquestes dades hem realitzat el càlcul dels cabals d'avinuda per als torrents que passen per dins o a prop del nucli de Centelles, tot prenent uns períodes de retorn de 50, 100, per a les intensitats de pluges màximes en un dia (50,0 i 166,8 mm/dia respectivament a l'estació de Balenyà). Els resultats els expressem a la taula nº 6.2.6-2.

Taula nº 6.2.6-2

Valors de màximes avingudes que es poden esperar per a uns períodes de retorn de 50 i 100 anys.

| <u>Curs</u>  | <u>Cabal per a</u><br><u>T = 50 anys</u><br><u>(en m<sup>3</sup>/seg)</u> | <u>Cabal per a</u><br><u>T = 100 anys</u><br><u>(en m<sup>3</sup>/seg.)</u> | <u>Punt considerat</u>                    |
|--------------|---|---|---|
| Banyeres     | 12,0  | 15,76   |   |
| Xambona      | 6,9   | 9   |   |
| Marçó        | 9,44  | 12,6  |   |
| Gavarra Xica | 4,48  | 5,77  |   |
| Gavarra Gran | 4,93  | 6,62  |   |
| Congost      | 31,8  | 42,54   | Confluència amb el<br>Torrent de Banyeres |
| Congost      | 75,0  | 98,0  | Després Pelleria<br>Vda. V. Batlle        |
| Congost      | 168,57 <sup>(1)</sup>   | 198,0 <sup>(1)</sup>  | Confluència Avencó                        |

(1) Segons MIRÓ (1.979)

Els resultats obtinguts pensem que són quelcom superiors als que obtindriem per mètodes estadístics. Si comparem amb els resultats que s'obtenen a l'estació de la Garriga (vegi's apartat 7.2.6.3) s'observa que el percentatge és desmesurat. Amb tot davant la impossibilitat de fer el càlcul per altres mètodes, i per trobar-nos a més pel costat de la seguretat en el càlcul, no modifiquem aquests resultats.

### 6.2.6.3.2.- Mètode estadístic

El mètode utilitzat és el mateix que hem fet servir a les dades pluviomètriques, és a dir, segons una distribució de Gumbel , que recordem té com a equació:

$$X = \bar{X} + K \sigma_n$$

|            |                                 |
|------------|---------------------------------|
| X          | valor de probabilitat donada    |
| $\bar{X}$  | mitjana de la sèrie de valors   |
| $\sigma_n$ | desviació estàndard de la sèrie |
| K          | factor de freqüències           |

Els valors de la sèrie de cabals els hem extret de l'estació d'aforament de l'Avencó (vegi's taula nº 6.2.6-3). Els valors d'aquesta taula han estat completats seguint el mètode proposat per LÓPEZ BUSTOS (1.980), en el qual suggereix que per a completar els valors dels màxims instantanis, es calculin a partir dels cabals màxims mitjans diaris.

$$K = Q_{ci}/Q_c$$

essent

|          |                           |
|----------|---------------------------|
| $Q_{ci}$ | el cabal màxim instantani |
| $Q_c$    | cabal màxim mig diari     |

A la fonca de l'Avencó el valor de K pren el valor 3,589, lleugerament superior al calculat per BUSTOS ( $K = 3,5$ ). Amb aquesta relació hem calculat els màxims instantanis corresponents als anys 1.940-41, 1.941-42, 1.942-43, 1.968-69, 1.969-70 que no estan als corresponents Anuaris de aforos de la Dirección General de Obras Hidraulicas. Per als anys en què no disposàvem dels cabals màxims mitjans diaris a l'estació de l'Avencó, s'ha buscat la relació de Cabals màxims instantanis entre aquesta estació i la de la Garriga.

$$\frac{Q_{ci} \text{ Avenc6}}{Q_{ci} \text{ Congost}} = 0.606$$

Qci Congost

Per a aquesta relació s'han calculat els valors dels anys 1.953-54, 1.958-59 i 1.965-66.

La resolució de l'equació de Gumbel és:

$$\bar{x} = 26.6 \quad \sigma_n = 19.92 \quad \text{nombre d'anys : } 36$$

| període de retorn (anys) | cabal ( m <sup>3</sup> /s) |
|--------------------------|----------------------------|
| 2                        | 23.54                      |
| 10                       | 56.95                      |
| 50                       | 86.23                      |
| 100                      | 98.50                      |
| 400                      | 123.35                     |

amb aquests valors hem construït la recta del paper de probabilitat extrema de la figura 6.2.6 - 1 .

CABALS MAXIMS INSTANTANIS

| <u>Any</u> | <u>Q<sub>i</sub> ( m<sup>3</sup>/seg)</u> | <u>Any</u> | <u>Q<sub>i</sub> (m<sup>3</sup>/seg.)</u> |
|------------|---|------------|---|
| 1940-41    | 69,98 <sup>(1)</sup>                      | 1958-59    | 39,95 <sup>(2)</sup>                      |
| 1941-42    | 13,28 <sup>(1)</sup>                      | 1959-60    | 37,1                                      |
| 1942-43    | 8,61 <sup>(1)</sup>                       | 1960-61    | 33,2                                      |
| 1943-44    | 46,5                                      | 1961-62    | 42,0                                      |
| 1944-45    | 1,6                                       | 1962-63    | 48,0                                      |
| 1945-46    | 10,5                                      | 1963-64    | 38,7                                      |
| 1946-47    | 3,7                                       | 1964-65    | 37,9                                      |
| 1947-48    | 5,3                                       | 1965-66    | 38,83 <sup>(2)</sup>                      |
| 1948-49    | 13,4                                      | 1966-67    | 3,7                                       |
| 1949-50    | 42,9                                      | 1967-68    | 10,0                                      |
| 1950-51    | 19,7                                      | 1968-69    | 41,99 <sup>(1)</sup>                      |
| 1951-52    | 42,1                                      | 1969-70    | 6,46 <sup>(1)</sup>                       |
| 1952-53    | 11,4                                      | 1970-71    | 51  |
| 1953-54    | 29,80 <sup>(2)</sup>                      | 1971-72    | 38,2                                      |
| 1954-55    | 7,5                                       | 1972-73    | 1,92                                      |
| 1955-56    | 9,2                                       | 1973-74    | 33,74                                     |
| 1956-57    | 8,7                                       | 1974-75    | 37,5                                      |
| 1957-58    | 2,5                                       | 1975-76    | 80  |

Taula 6.2.6.3

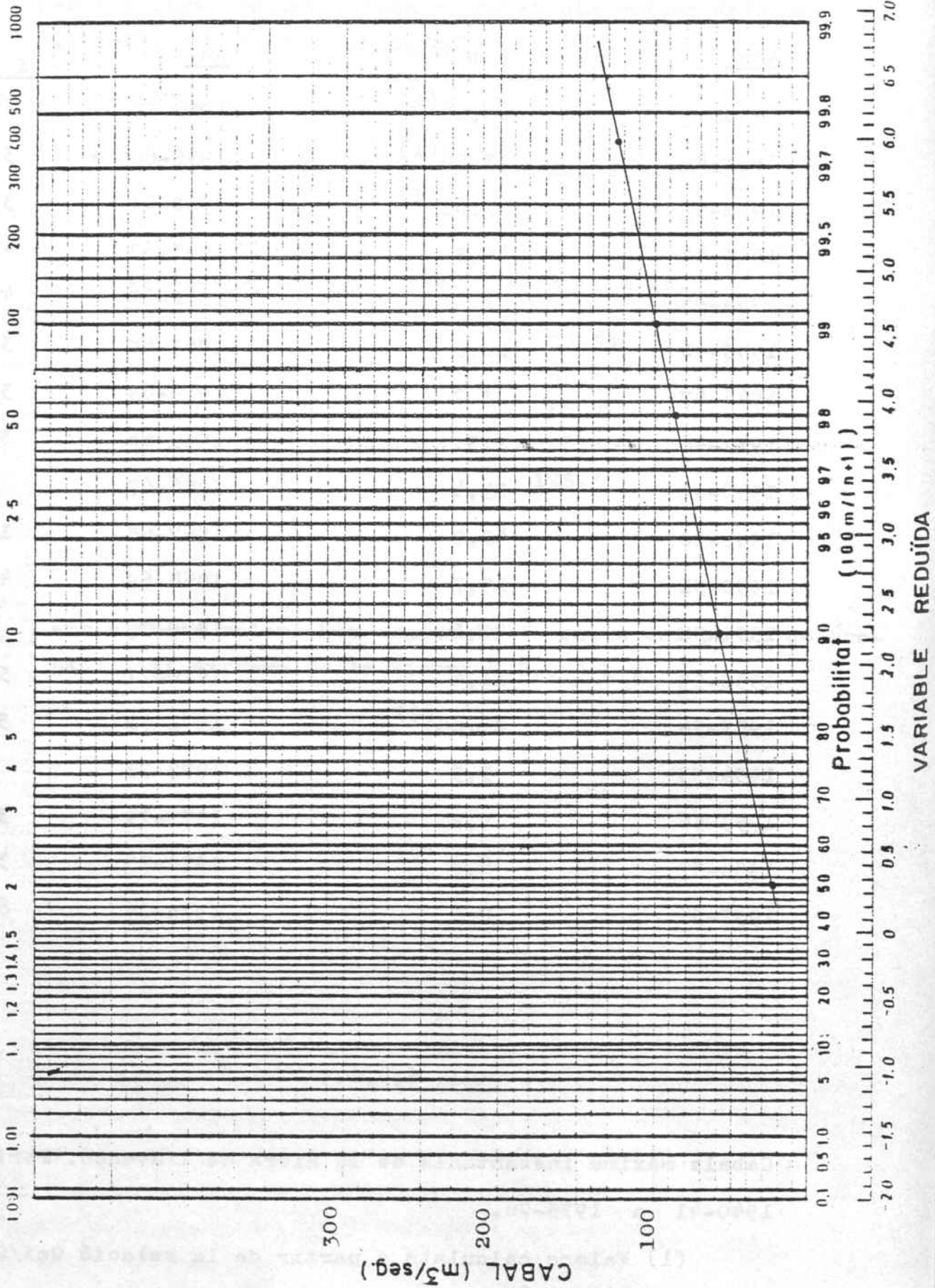
Cabals màxims instantànis de la Riera de l'avencó. Període 1940-41 a 1975-76.

(1) Valors calculats a partir de la relació Q<sub>ci</sub>/Q<sub>c</sub> a l'Avencó

(2) Valors calculats a partir de la relació Q<sub>ci</sub>/Q<sub>ci</sub> entre L'Avencó i La Garriga.

Figura nº 7.2.6 - 1 . Riera de L'Avencó a Aiguafreda.

PERIODE DE RETORN (anys)



### 6.2.7.- HIDROLOGIA SUBTERRÀNIA

Gairebé no disposem d'informació prèvia sobre les característiques dels aqüífers del sector. Només existeix una publicació (CAPO-SGOP 1.971 c) on s'avalua d'una manera molt global la quantitat de recursos existents per al conjunt d'unitats. La poca informació addicional que hi hem afegit prové de l'inventari de pous i sorgències que vàrem efectuar durant els mesos d'agost i setembre de 1.981.

#### 6.2.7.1.- Unitats aqüíferes

El comportament hidrogeològic dels diferents materials que afloren al sector estudiat ve en funció de la porositat que pugui presentar i de l'estat de fracturació en què es trobin.

#### Aqüífers fisurats d'alta transmissivitat

Es tracta dels nivells calcaris corresponents a les unitats litològiques de calcàries i calcàries, gresos i conglomerats. La roca no permet circulació d'aigua a través dels porus i només es realitza per les diàclasis que solen afectar tot el conjunt de la capa. Aquestes diàclasis en general tenen una obertura de l'ordre mil·limètric, però són també molt abundants les obertures entre 10 i 30 cm, com es troba als voltants del Cerdà o dalt la Urbanització del Puigsagordi (en aquest cas la fisura sol presentar un rebliment de llim sorrenc) (fotos nº 6.35 i 6.36).

Segons CAPO-SGOP (1.971 c) es poden suposar les següents característiques hidràuliques per a aquests materials:

|            | <u>Gruix mig saturat (m)</u> | <u>Permeabilitat (m/dia)</u> | <u>Transmissivitat (m<sup>2</sup>/dia)</u> | <u>Porositat (%)</u> |
|------------|------------------------------|------------------------------|--|----------------------|
| Calcàries  |                              |                              |  |                      |
| Triàsiques | 80                           | 2                            | 300  | 2-5                  |
| Calcàries  |                              |                              |  |                      |
| Eodenes    | 50                           | 1                            | 100  | 1-3                  |

#### Aqüífers fisurats de transmissivitat moderada

Correspon a la unitat litològica que havíem definit com a gresos calcaris, i que es localitza en fonamentalment sota les costes del Puigsagordi i del Cerdà. Normalment les diàclasis que els atravesessen presenten una obertura entre menys d'un a tres mil·límetres, sense aparèixer obertures superiors als 10 cm. d'ample, i amb un espaiat entre 1 i 2 mt. Per aquest motiu, la permeabilitat no ha d'ésser gaire important, però la gran potència que presenten (superior als 150-200 en general) els permet tenir una certa transmissivitat que creiem que ha d'ésser inferior als 100 m<sup>2</sup>/dia.

#### Aqüífers per fisuració i porositat de baixa transmissivitat

Litològicament es tracta dels conglomerats vermells del Terciari inferior. Ofereixen una baixa porositat ja que es troben fortament cimentats i estan afectats com les unitats que acabem de descriure, per una diaclasació que permet una certa circulació hídrica. A diferència de les altres unitats és molt probable que part de les fisures estiguin reomplertes amb materials lutítics, fet que juntament amb la poca potència saturada fa que tinguin una transmissivitat baixa. La unitat quasi no té capacitat i no es coneixen gairebé sorgències, pel que és molt difícil el determinar els seus paràmetres hidràulics.

Formacions impermeables amb intercalacions permeables per fisuració i porositat, de baixa transmissivitat.

En aquest cas l'aqüífer el constitueixen els nivells de gresos que es troben intercalats entre les lutites de la unitat litològica de gresos i lutites. La circulació es realitza fonamentalment aprofitant les fisures i les discontinuïtats entre capes. La poca permeabilitat que presenten les discontinuïtats i el poc gruix dels bancs de gresos (que no arriben a sobrepassar els 5 o 6 mt. de gruix), donen lloc a una transmissivitat que avaluem com a inferior als  $5 \text{ m}^2/\text{dia}$ .

Aqüífers d'alta permeabilitat per porositat i baixa transmissivitat.

Els materials més permeables del sector són les graves i sorres al.luvials. Si bé aquests terrenys afloren gairebé per tot al llarg del riu Congost i part de la Riera de l'Avencó, només es pot dir que formen un veritable aquífer a l'alçada del poble d'Aiguafreda, on la vall del Congost s'eixampla i dona lloc a una ampla plana al.luvial que s'acaba a les proximitats de la confluència amb la Riera de l'Avencó, on afloren les calcàries i s'estreny de sobte la vall. També a Centelles a prop de l'ermita de Sant Antoni, apareix un trosset d'al.luvial on s'han instal·lat algunes captacions.

El gruix d'aquest al.luvial a dues captacions al pla d'Aiguafreda (n<sup>o</sup> 59 i 60) és de 5 mt., però el gruix saturat és molt petit i no permet d'obtenir cabals superiors a alguns  $\text{m}^3/\text{dia}$ .

Formacions impermeables

Hem inclòs dins d'aquest grup els dipòsits d'arrossegalls dependent constituïts per blocs amb matriu lutítica-sorrenca abundant, lutites i sorres al.luvials, lutites i lutites cal-

càries i els esquistos paleozoics. Òbviament el comportament d'aquesta barreja de materials no és homogènia i dintre del comportament en general impermeable poden trobar-se algunes variacions.

Així, a les lutites i lutites calcàries, s'han realitzat algunes captacions que han atravesat petits bancs de gresos o lutites molt compactes que presentaven fisuracions marcades i es poden obtenir alguns cabals de poca magnitud (3-4 m<sup>3</sup> per dia), i que solen ser resultat de circulacions locals.

De la mateixa manera, els esquistos el llur part més superficial que es troba descomprimida i afectada com tot el massís per una intensa diaclasació, permet una certa infiltració realitzant un efecte d'emmagatzematge provocat per la baixa permeabilitat. Això donarà lloc a nombroses sorgències de molt poca importància, però les captacions estarien condemnades en general al fracàs.

#### 6.2.7.2.- Funcionament hidrogeològic .

En la major part dels casos, en tractar-se d'unitats aquíferes permeables per fisuració, caldrà distingir el desplaçament global de les aigües, del desplaçament local real que es pugui donar en punt concrets. En efecte, l'aigua no circula homogèniament per tota la roca, sinó que ho fa aprofitant les fisures existents. Aleshores, el moviment de l'aigua ve condicionat per l'existència de la fissura, la seva obertura, el tipus i característiques del rebliment, etc. Aquests aspectes poden tenir certa importància al moment d'analitzar les possibilitats de realitzar captacions en un punt concret, però no les considerarem en parlar del funcionament a gran escala de les diferents unitats.

A grans trets, un factor que és força determinant de la direcció i sentit de circulació de les aigües subterrànies, és el cabussament general de les capes en direcció Nord-Oest. Aquesta inclinació de l'aqüífer i de la seva base impermeable dóna lloc a l'existència d'una diferència de potencial hidràulic important que generarà un flux des dels punts de cotes més elevades a les més baixes (figura nº 6.2.7-1.). Aquest model podria admetre's per al nivell càrri que constitueix el Pla de la Garga (àrea del Cerdà) o la Serra de Pineda (al Nord de Can Serra de l'Arca), i també es podria fer el mateix raonament però considerant la inclinació més cap a l'Oest, al Serrat Madrona, o Gorg Negre.

Més complex ha d'ésser el funcionament als llocs on els accidents tectònics han interromput la continuïtat de les capes, com és la part corresponent als nuclis d'Aiguafreda i l'Abella on un conjunt de fractures han provocat l'enfonsament d'alguns blocs, i sense una referència piezomètrica precisa poca cosa podem dir.

L'aqüífer al·luvial del Congost malgrat no tingui una continuïtat durant tot el recorregutensem que té un funcionament senzill des del punt de vista qualitatiu. Rep els aports fonamentalment pels aports d'altres aquífers (calcàries i gressos) per infiltració del riu durant les avingudes i directament de la pluja. Les pèrdues són degudes a les infiltracions a d'altres aquífers (calcàries a Aiguafreda), extraccions i aportacions al riu.

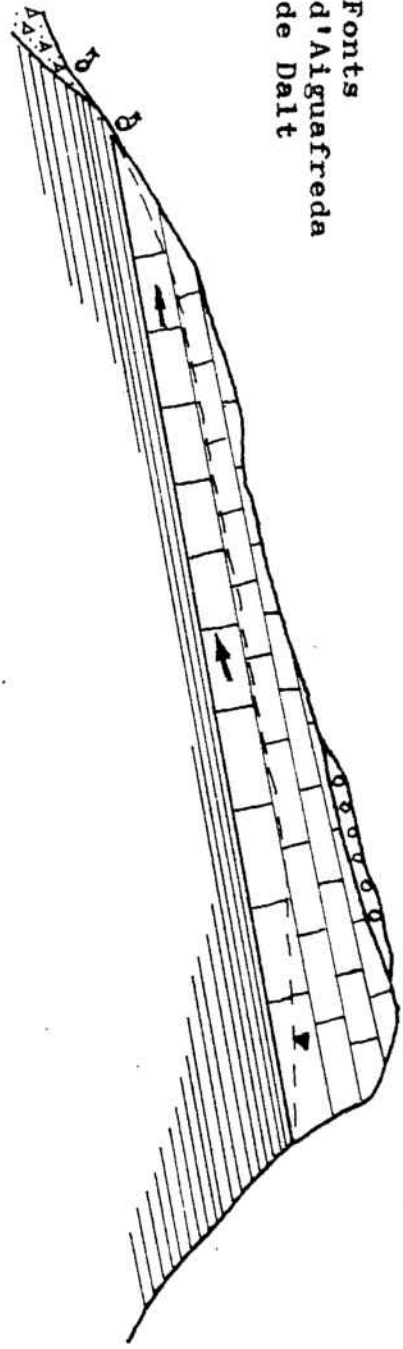
Un fet que crida l'atenció és la gran capacitat de regulació de la riera de l'Avencó, ja que gairebé sempre i de vegades en èpoques de forta sequetat, manté un mínim cabal. Tal com hem assenyalt en parlar de les unitats aquíferes, creiem que la part superficial alterada dels esquistos pot efectuar



NW

Serra de Pineda



SE

Fonts d'Aiguafreda de Dalt



 conglomerats  
 calcàries

 lutlles  
 arrosseгалls

 nivell freàtic  
 sorgència  
 direcció del flux

0 ————— 200 m

Figura nº 6.2.7 -1

Funcionament hidrogeològic de l'aqüífer calcari de la Serra de Pineda.

un cert emmagatzematge, ajudat per l'efecte de retenció que efectuen les nombroses tarteres que es troben a la capçalera de les diferents torrenteres que configuren aquesta vall. Precisament per la baixa permeabilitat dels esquistos, aquest volum emmagatzemat triga força temps en ser evacuat. Entenem doncs, que seria erroni prejutjar que d'aquesta regulació es pogués deduir una alta permeabilitat o un gran volum d'aqüífer.

### Zones de recàrrega

Les zones d'infiltració d'aigua que permeten arribar al sistema general de circulació subterrània estaran limitades als afloraments de materials permeables o àrees d'intensa diaclasació.

En el nostre cas, les àrees de més intensa infiltració corresponen precisament als afloraments de calcàries que, com hem dit, poden arribar a tenir fisures de més de 30-40 cm. d'obertura, i en menor grau els afloraments de gresos calcaris. Per tant, les àrees d'alimentació es localitzen fonamentalment al Pla de la Garga, Serra de Pineda, Serrat Madrona, Puigsagordi i el Muntanyà. De tota manera existeixen zones de recàrrega que es localitzen als afloraments d'estrats permeables en els cursos fluvials, i en aquest cas és molt coneguda l'infiltració de les aigües de la Riera de l'Avencó en les calcàries que es troben sota l'al·luvial. De tal manera que molt sovint arriba a engolir tot el cabal circulant. FONT I SAGUÉ (1.898) assegura que aquestes aigües van a petar a les sorgències de la Banco i les Barbotes de la Vall del riu Tenes, aspecte que si bé no neguem la possibilitat, no ha estat demostrat amb proves feaents.

### Zones de descàrrega

El procés de descàrrega dels aquífers es produeix òbviament

quan el "nivell freàtic" \* intersecta amb la superfície topogràfica del terreny, i això es produeix tant perquè s'acabi la unitat aquífera (figura nº 6.2.7-1) o perquè una torrentera hagi rebaixat el nivell topogràfic del relleu (figura nº 6.2.7-2).

En tots els casos la diaclasació juga un paper molt important per a fer efectiva la sortida real de l'aigua a l'exterior, ja que si al lloc on s'arriba a l'alçada del nivell freàtic no existeix la corresponent fisura (vei al país), la descàrrega no es produeix.

En alguns casos com als voltants de la riera de la Llavina o sota les costes del Puigsagordi, l'existència d'aquestes fisures és palesa per l'arreglament de les fonts i sorgències (direcció SW-NE, i W-E respectivament) i és en aquest sentit que hem assenyalat al corresponent mapa hidrogeològic les direccions de descàrrega de l'aquífer, no perquè el flux subterrani hagi de seguir aquesta direcció (el flux vindrà determinat per la distribució piezomètrica corresponent) sinó perquè la descàrrega es produeix precisament aprofitant la direcció d'aquestes fisures.

### 6.2.7.3.- Avaluació de recursos

Hem realitzat el càlcul dels recursos disponibles a la conca de manera global ja que no disposem de prou informació per tal d'efectuar un balanç de cada unitat aquífera.

\* Parlem de "nivell freàtic" entre cometes perquè en realitat es tracta d'un nivell freàtic virtual, ja que l'aigua no ocupa tot l'espai que es troba per sota la superfície piezomètrica, només sinó als llocs on les discontinuïtats permeten la seva existència.

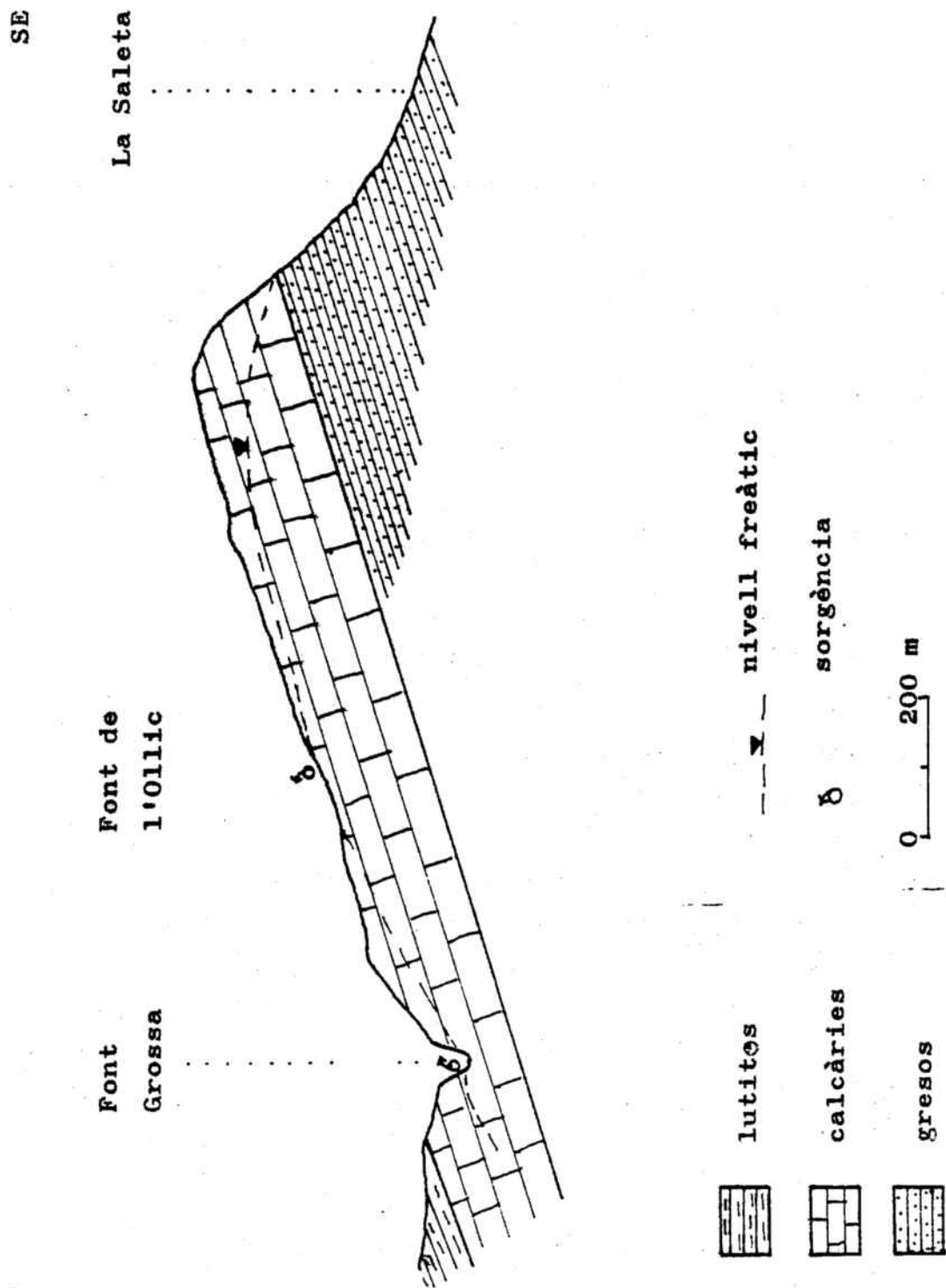


Figura nº 6.2.7 - 2  
 Funcionament hidrogeològic de l'aqüífer calcari del Pla de la Garga i El Cerdà.

L'equació del balanç vindrà donada per:

$$P = ES + I + ETR$$

on

P = Precipitació

ES = Escorrentiu superficial

I = Infiltració

ETR = Evapotranspiració real

En la resolució d'aquesta equació hem fet algunes suposicions prèvies:

- a) No es consideren aportacions d'altres conques
- b) Com que no hi ha ús d'aigües subterrànies per a regadiu, considerarem que gran part de l'aigua extreta per a usos domèstics i industrials torna com a escorrentiu superficial i el comptabilitzarem amb aquest.
- c) Pel que acabem de dir, part de l'aigua d'origen subterrani serà avaluada com aportació superficial. Això pot veure's parcialment compensat per la infiltració als aqüífers de part dels recursos superficials.

Càlcul de cada un dels components de l'equació de balanç hídric:

### Precipitació

Dades ja indicades a l'apartat de Climatologia (apartat 6.2.5).

Precipitació mitjana anual 763,4 mm.

Precipitacions mitjanes mensuals (a Balenyà)

| G    | F    | M    | A    | M    | J    | Jl   | A    | S    | O    | N    | D    |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 38,6 | 43,4 | 61,1 | 64,8 | 86,0 | 71,6 | 37,1 | 76,5 | 81,6 | 78,0 | 55,2 | 66,0 |

### Escorrentiu superficial

A l'àrea només es disposa d'estació d'aforament a l'Avencó i a la Garriga, no tenim dades directes de les aportacions superficials a la sortida d'Aiguafreda que contemplessin els aportats de la capçalera del riu Congost.

El càlcul de l'escorrentiu superficial l'hem suposat a partir del valor del coeficient d'escorrentiu que obté l'estació de la Garriga. Aquest coeficient és calculat com a quocient entre les aportacions anuals superficials que es mesuren a la dita estació, i la pluviometria total anual caiguda a la conca.

S'ha escollit l'estació de la Garriga perquè pot ser la més representativa de la conca, si tenim en compte que la de l'Avencó drena una conca majoritàriament constituïda per esquistos, mentre que al sector estudiat existeixen en gran quantitat altres tipus de materials, que sí són considerats en prendre l'estació de la Garriga.

El coeficient d'escorrentiu mig del període 1943-44 a 1.968-69 val

$$C = 0,16$$

Per tant la fracció de pluja que correspon a escorrentiu superficial és:

$$ES = 763,4 \text{ mm} \times 0,16 = 122,14 \text{ mm.}$$

=====

### Evapotranspiració real

Hem aplicat diverses fórmules empíriques, amb resultats quelcom diferents.

#### - Fórmula de Turc

$$ETR = \frac{P}{0,9 + \frac{P^2}{L^2}} \quad \text{on} \quad L = 300 + 25 t + 0,05 t^2$$

$t = T^{\text{a}} \text{ mitjana (12,21}^{\circ} \text{ C)}$   
 $P = \text{Precipitació (763,4 mm)}$

$$ETR = 311,3 \text{ mm}$$

=====

#### - Fórmula de Coutagne

$$ETR = P - \lambda P^2 \quad \text{on} \quad \lambda = \frac{1}{0,8 + 0,14 t}$$

$t = T^{\text{a}} \text{ mitjana (12,21}^{\circ} \text{)}$   
 $P = \text{Precipitació (763,4 mm)}$

$$ETR = 531 \text{ mm}$$

=====

- Fòrmula de Thornwaite

Partim del presupòsit que la reserva d'aigua al sòl és de 30 mm. tenint en compte que gran part del territori és ocupat per rocam i que la vegetació amb prou feines s'instal·la als espais que deixen les diàclasis.

El procés operatiu l'hem resumit a la taula nº 6.2.7-1 d'on obtenim que l'evapotranspiració real és de 599,8 mm.

Veurem doncs que entre la fòrmula de Turc i les de Coutagne i Thornwaite existeix una gran diferència. Hem rebutjat el valor de la fòrmula de Turc, perquè implicaria un volum d'infiltració excessiu davant el volum de descàrrega i d'extracció que presenten els aqüífers.

Agafem el valor més desfavorable entre la fòrmula de Coutagne i la de Thornwaite, i prenem definitivament el valor de  $ETR = 599,8$  mm.

La infiltració ~~serà~~ doncs:

$$I = P - (ETR + ES)$$

$$I = 41,46 \text{ mm.}$$

que aplicada a la superfície total del sector (45 Km<sup>2</sup>) correspon a un volum de recursos anuals de:

$$V = 1,866$$

|                 | GEN     | FEB   | MAR   | ABR    | MAI   | JUN   | JUL   | AGO   | SET  | OCT    | NOV   | DES   |
|-----------------|---------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|------|--------|-------|-------|
| Ta              | 3,81    | 5,72  | 8,39  | 10,6   | 14,13 | 17,96 | 21,05 | 20,8  | 18,3 | 13,41  | 8,07  | 4,3   |
| I               | 0,658   | 1,23  | 2,19  | 3,12   | 4,82  | 6,93  | 8,81  | 8,656 | 7,13 | 4,45   | 2,066 | 0,79  |
| I               | = 50,85 |       |       |        |       |       |       |       |      |        |       |       |
| E               | 0,4     | 0,65  | 1,5   | 1,4    | 2,0   | 2,75  | 3,4   | 3,35  | 2,75 | 1,95   | 1,0   | 0,46  |
| N               | 13,4    | 14,5  | 15,2  | 14,85  | 13,8  | 12,5  | 11,15 | 9,9   | 9,2  | 9,6    | 10,55 | 12,0  |
| ETP             | 14,3    | 20,52 | 60,86 | 51,97  | 73,67 | 85,93 | 101,2 | 88,53 | 63,2 | 49,97  | 26,37 | 14,73 |
| P               | 64,8    | 86,0  | 71,6  | 37,1   | 76,5  | 81,6  | 78,0  | 55,2  | 66,0 | 38,6   | 43,4  | 61,1  |
| <b>Variació</b> |         |       |       |        |       |       |       |       |      |        |       |       |
| reserva         | 50,5    | 65,48 | 10,74 | -14,87 | 2,83  | -4,33 | -23,2 | -33,3 | 2,8  | -11,37 | 17,03 | 46,37 |
| <b>Reserva</b>  |         |       |       |        |       |       |       |       |      |        |       |       |
| utilitzable     | 30      | 30    | 30    | 15,13  | 17,96 | 13,63 | 0     | 0     | 2,8  | 0      | 17,03 | 30    |
| ETR             | 14,3    | 20,52 | 60,86 | 51,97  | 73,67 | 85,93 | 91,63 | 55,2  | 63,2 | 41,4   | 26,37 | 14,73 |

Taula nº 6.2.7-1

Càlcul de l'Evapotranspiració real per mètode de Thornwaite (citat a CUSTODIO I LIAMAS p. 333)

### 6.2.8.- ROQUES INDUSTRIALS

IGME (1.974) defineix com a Roca Industrial tots aquells materials rocosos, granulars o polsims, susceptibles d'ésser utilitzats directament ( o per mitjà d'una manipulació i preparació prèvia) en funció de llurs propietats físiques i químiques, i no en funció de les substàncies que potencialment es puguin extreure, ni de llur energia potencial. Excloem doncs, del concepte de Roca Industrial, els jaciments minerals que com hem assenyalat en l'apartat introductorí es regeixen per altres lleis econòmiques diferents de les d'aquelles.

Les úniques dades publicades sobre la qualitat de les roques que es troben al sector corresponen a les de l'IGME (1.974) que donen algunes característiques molt generals. La major part de dades ens les ha proporcionades l'antiga 5<sup>a</sup> Jefatura Regional de Carreteras a Barcelona (actualment Unitat de Tecnologia i Materials de Carreteres, depenent de la Generalitat de Catalunya), organisme que amablement ens ha analitzat unes mostres recollides durant el mes de desembre de 1.981, i també disposem d'algunes anàlisis proporcionades pel propietari de la pedrera n<sup>o</sup> 14 (vegi's mapa de roques industrials).

L'àrea d'estudi té una llarga tradició d'explotació de roques industrials. Bona prova d'això que diem és el gran nombre de pedreres inventariades: 23, de les quals només 9 són actives en l'actualitat. L'ús preferent que s'ha donat al material extret, és fonamentalment roca ornamental i de construcció, i també fabricació d'àrids i calç. Altres usos menys abundants són per a ceràmica basta (maons), i també antigament

segons esmenta LLOPIS (1.942 a) es realitzava la fabricació de ciment a partir dels nivells calcaris del Muschelkalk.

#### 6.2.8.1.- Unitats explotables. Qualitat dels materials

D'antuvi només hem considerat com a potencialment explotables algunes de les unitats litològiques que afloren a l'àrea d'estudi. L'elecció ha estat feta a partir dels materials que s'exploten en l'actualitat o s'han explotat recentment i dels quals disposem una mínima i de vegades molt minsa, informació d'anàlisis, i per tant es poden donar unes breus indicacions sobre llur qualitat i aptitud per a diferents usos.

Apareixen 4 grans unitats, que en aquest cas no tenen una correspondència directa amb les unitats litològiques que havíem definit anteriorment. Aquestes unitats són:

|           | <u>UNITAT DE ROCA INDUSTRIAL</u> | <u>UNITAT LITOLÒGICA</u> |
|-----------|----------------------------------|--------------------------|
| CALCÀRIES |                                  |                          |
|           | Triàsiques .....                 | calcàries                |
|           | Eocenes .....                    | calcàries                |
| GRESOS    |                                  |                          |
|           | Triàsics .....                   | gresos i lutites         |
| LUTITES   |                                  |                          |
|           | Triàsiques .....                 | gresos i lutites         |
|           | ESQUISTOS .....                  | esquistos                |

El motiu d'aquestes subdivisions dins les unitats litològiques, és degut a que la utilització no és la mateixa per a les calcàries triàsiques que per a les calcàries eocenes, o tampoc ho és per a les lutites i els gresos.

Tot seguit descriurem cada una d'aquestes unitats i subunitats especificant llurs possibles aptituds per a alguns usos concrets. Fonamentalment es tenen dades sobre l'aptitud d'aquests materials com a àrids que es poden utilitzar en la construcció de carreteres i algunes sobre la qualitat com a roca ornamental i de construcció.

Els assaigs de l'aptitud com a àrid per a la construcció de carreteres solen estar normalitzats amb les Normas del Laboratorio del Transporte (NLT). Aquests assaigs són concretament:

- Assaig "Los Angeles" que dóna informació sobre la resistència a l'impacte i al desgast del material. Es tracta d'un cilindre d'acer que pot girar en posició horitzontal, on s'hi fica el material i unes boles també d'acer.

Després de girat el cilindre segons les especificacions de la norma, es mesura el percentatge de pèrdua del material.

- Assaig de Friabilitat. Mesura la resistència a l'aixafament de l'àrid sota un esforç de compressió. Després de garbellar per un sedàs de 2,4 mm. es mesura el percentatge de pèrdues.

- Estabilitat davant solucions de  $\text{SO}_4 \text{ Mg}$ , que s'utilitza per a jutjar la qualitat d'un àrid que ha d'estar sotmès a l'acció dels agents atmosfèrics, i per a tal fi es banya en una solució saturada de  $\text{Mg SO}_4$  i s'analitza l'afecció qualitativa de les partícules i el percentatge de pèrdues.

- Coeficient de poliment accelerat, que intenta reproduir l'e-

fecte sobre l'àrid que té la circulació real, quan forma part de la capa de rodadura d'una carretera. Després d'ésser tractat amb un abrassiu per mitjà d'un pneumàtic que dóna voltes, es mesura el freq d'un pèndol.

- Adhessivitat al betum, que mesura la facilitat per a ser recobert per l'asfalt
- Reactivitat amb alcalis del ciment, que assenyala la possibilitat de reacció amb alcalis i que pot donar lloc a processos anòmals d'expansió al formigó. S'expressa en funció dels mil·limols de sílice soluble i de la reducció de l'alcalinitat d'una dissolució obtinguda després de mantenir l'àrid amb NaOH durant 24 hores.
- Grau d'absorció, que mesura el percentatge d'aigua que absorbeix el material, i que s'obté després d'assecar i submergir en aigua bullint la mostra.

Altres paràmetres que també tindrem en consideració seran el grau de fracturació de la roca, les barreges de diferents materials que puguin donar lloc a canvis de qualitat i d'altres.

TORAL (1.980) resumeix la qualitat d'un àrid en usos lligats a la construcció de carreteres, en funció d'alguns d'aquests assaigs (vegi's taula nº 6.2.8-1), criteris que nosaltres també seguirem, com també part dels plecs de condicions de la Direcció General de Carreteras del M.O.P.U. (1.975, 1.978, 1.980, 1.981).

#### Calcàries triàsiques

Els resultats dels diferents assaigs que s'han efectuat sobre materials extrets en algunes pedreres que exploten aquests materials, estan indicats a les taules nº 6.2.8.2 a i b.

Es tracta en general d'un material apte per a formigons hidràu-

CALCÀRIA TRIÀSICA

| PEDRERA Nº                        | 14      | 14       | 14      | 14     | 14     | 14     | 14     | 14     | 14     | 15      | 15       | 15 |
|-----------------------------------|---------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|----|
| Data mostra                       | 29.1.68 | 21.11.70 | 15.4.75 | 4.2.81 | 4.2.81 | 4.2.81 | 4.2.81 | 4.2.81 | 4.2.81 | 23.3.68 | 26.11.73 |    |
| Pes específic gr/cm <sup>3</sup>  | 2,75    | 2,78     | 2,79    | 2,79   | 2,79   | 2,79   | 2,77   | 2,71   | 2,75   | 2,75    | 2,79     |    |
| Absorció (%)                      | 1,5     | 1,5      | 1,0     | 1,02   | 1,84   | 0,86   | 0,6    | 0,6    | 0,6    | 0,6     | 1,05     |    |
| Desgast "Los Angeles" %           | 28      | 28       | 23      | 25     | 25     | 22     | 22     | 22     | 31     | 31      | 31       |    |
| Friabilitat                       | 23      | 21       | 20      | 21     | 23     | 22,8   |        |        |        |         |          |    |
| Poliment accelerat                |         |          |         |        |        |        |        |        |        |         |          |    |
| inicial                           | 0,78    |          | 0,67    | 0,65   |        | 0,72   |        |        |        |         |          |    |
| final                             | 0,38    |          | 0,28    | 0,37   |        | 0,33   |        |        |        |         |          |    |
| Estabilitat al SO <sub>4</sub> Mg |         |          |         |        |        |        |        |        |        |         |          |    |
| fracció grollera > nº 4           |         |          | 0,4     | 0,7    |        |        |        |        |        |         |          |    |
| fracció fina < nº 4               |         |          | 2,3     |        |        |        |        |        |        |         |          |    |
| Adhèssivitat                      |         |          |         |        |        |        |        |        |        |         |          |    |
| % pedra coberta                   |         |          | 97,2    | 97,4   | 93,5   |        |        |        |        |         | 40,1     |    |
| % punts descooberts               |         |          | 1,6     | 1,5    | 3,5    |        |        |        |        |         | 30,4     |    |
| % àrees descoobertes              |         |          | 1,2     | 1,2    | 3,0    |        |        |        |        |         | 28,5     |    |

CALCĂRIA TRIASICA

| PEDRERA NR                          | 14      | 14       | 14               | 14      | 18     | 15      | 15      | 15      | 15      | 15       |
|-------------------------------------|---------|----------|------------------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|----------|
| DATA                                | 29.1.68 | 21.11.70 | 15.4.75          | 4.2.81  | 4.2.81 | 23.3.68 | 11.5.56 | 11.5.56 | 30.9.64 | 26.11.72 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %    | -       | -        | 0,40             | 0,65    | 1,05   | 0,31    |         |         |         |          |
| CaO %                               | 30,6    | 39,43    | 33,12            | 32,25   | 32,77  | 45,04   | 29,49   | 55,9    | 49,57   | 29,46    |
| MgO %                               | 11,6    | -        | 10,56            | 19,15   | 18,02  | 2,89    | 17,51   | -       | 2,65    | 20,28    |
| CO <sub>2</sub> %                   | -       | 43,15    | -                | 34,20   | 31,88  | 40,70   | -       | -       | -       | 39,85    |
| SiO <sub>2</sub> %                  | -       | -        | -                | -       | -      | -       | 4,94    | 1,20    | 3,44    | 3,08     |
| Residu insoluble H <sub>2</sub> O % | 11,59   | 5,70     | 4,91             | 3,74    | 4,72   | 5,73    | -       | -       | -       | -        |
| S = %                               | -       | -        | negativ negativ. | -       | -      | -       | -       | -       | -       | -        |
| SO <sub>4</sub> %                   | -       | -        | -                | negativ | -      | -       | 1,10    | -       | 1,28    | -        |
| Cl <sup>-</sup> %                   | -       | -        | -                | -       | -      | -       | -       | -       | -       | -        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %    | -       | -        | -                | -       | -      | -       | 2,24    | -       | -       | -        |

REACȚIILE ALCALINE

Rc mmol/l 804

Sc mmol/l 3,33

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> %

Pierdere la foc %

Observații

dolomia calcăria calcăria

| QUALITAT<br>ASSAIGS    | EXCEL·LENT  | BO          | REGULAR     |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|
| "Los Angeles"          | 10<br>15    | 20<br>25    | 30<br>35    |
| Friabilitat            | 10<br>15    | 20<br>25    | 30<br>35    |
| Estabilitat<br>sulfats | 2<br>4      | 6<br>8      | 10<br>12    |
| C.P.A.                 | 0.5<br>0.45 | 0.4<br>0.35 | 0.3<br>0.25 |
| Adhessivitat           | 90          | 75          |             |

Taula nº 6.2.8.-1

Qualitat dels àrids (segons TORAL 1980)

lics, així com a base de carreteres. Però el baix coeficient de Los Angeles i la baixa friabilitat no l'aconsellen com a paviments especials i "balasto" de ferrocarrils, i degut a tenir valors inferiors a 0,40 del coeficient del poliment accelerat (C.P.A.) tampoc no són aptes per a capes de rodament.

S'utilitza a més per a la fabricació de calç. No s'aprecia en canvi per a roca ornamental, entre altres motius perquè presenta zones d'estratificació molt densa (calcàries taulejades que de vegades s'utilitzen com a pedra vista) i una abundant diaclasació motivada per la tectonització, fets que impideixen l'obtenció de grans blocs que permetin ser treballats.

Cal tenir en compte a més, des del punt de vista químic que el percentatge de barreja entre calcària i dolomia pot donar lloc a variacions.

Globalment es tracta, doncs, de materials amb característiques quelcom baixes, tal com assenyalava TORAL (1.980) i en aquest sentit dissentim de la interpretació de l'IGME (1.974) que les considera com a àrids de bona qualitat.

### Calcàries eocenes

A les taules 6.2.8.-3 a i b, vénen indicats els resultats dels assaigs d'aquestes calcàries. Les hem separat de les altres calcàries, degut a llur utilització, però a més presenten una mida de partícules molt més gran que les triàsiques. Aquest efecte de major mida de partícula no es tradueix tal com plantegen TOURENQ i ARCHIMBAUD en un valor més gran del coeficient de "Los Angeles" (vegi's figura nº 6.2.8-1) tot i considerant que es tracta de partícules bioclàstiques unides per ciment, i no de cristalls tal com esmenten aquests autors.

## CALCÀRIA EOCENA

|   |      |         |        |
|---|------|---------|--------|
| PEDRERA N <sup>o</sup>                        | 20   | 20      | 20     |
| DATA MOSTRA                                   |      | 29/1/68 | 4/2/81 |
| Pes específic g <sub>g</sub> /cm <sup>3</sup> | 2,80 | 2,72    | 2,72   |
| Absorció (%)                                  | 1,07 | 0,4     | 0,6    |
| Desgast "Los Angeles" (%)                     | 27   | 19      | 18     |
| Friabilitat (%)                               |      | 20,0    | 20     |
| Poliment accelerat                            |      |         |        |
| Inicial                                       |      | 0,76    | 0,70   |
| Final   |      | 0,42    | 0,46   |
| Estabilitat al SO <sub>4</sub> Mg             |      |         |        |
| Fracció grollera > n <sup>o</sup> 4           | 6,7  |         | 3,1    |
| Fracció fina < n <sup>o</sup> 4               |      |         |        |
| Adhessivitat                                  |      |         |        |
| % pedra coberta                               |      |         | 100    |
| % puntes descobertes                          |      |         |        |
| % àrees descobertes                           |      |         |        |

Taula n<sup>o</sup> 6.2.3-3 a

## CALCÀRIA EOCENA

|                                  |         |        |
|----------------------------------|---------|--------|
| PEDRERA Nº                       | 20      | 20     |
| DATA MOSTRA                      | 29/1/68 | 4/2/81 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % | -       | 1,15   |
| CaO %                            | 39,41   | 47,67  |
| MgO %                            | 3,01    | 1,76   |
| CO <sub>2</sub> %                | 36,5    | 35,94  |
| SiO <sub>2</sub> %               | -       | -      |
| Residu insoluble Hm %            | 10,78   | 11,36  |

S = %

SO<sub>4</sub> = %

Cl = %

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = %Taula nº 6.2.8.3 b

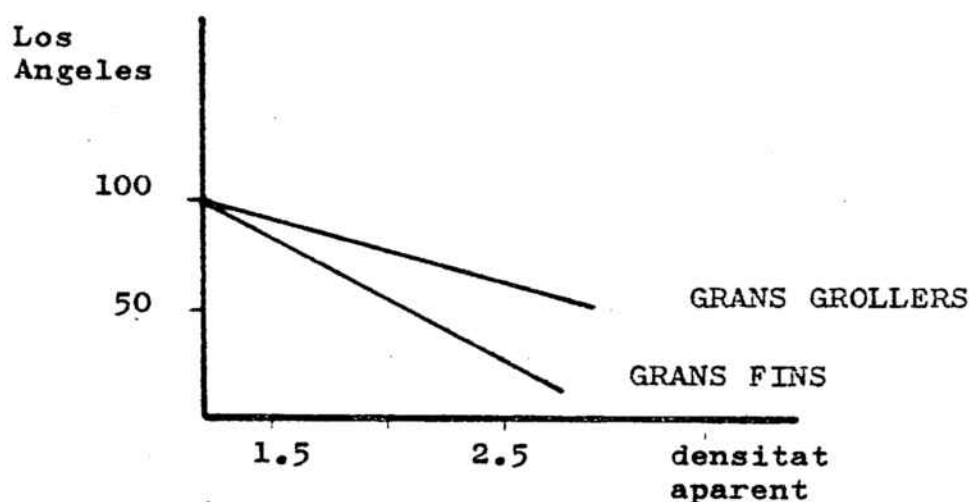


Figura nº 6.2.8-1

Variació del coeficient de "Los Angeles" en funció de la mida dels cristalls (segons TOURENQ i ARCHIMBAUD 1.974).

La diaclasació espaiada i oberta (cada 2 mt. amb obertures de fins 20 cm.) facilita força l'ús com a roca d'ornamentació (fabricació de llars de foc, sòcols, plaques) o també de construcció (llambordes, voreres i blocs per a polir), però també presenten unes característiques bones com a àrid, sobretot per a capes inferiors del ferm de les carreteres i per a formigons hidràulics. I es troben al llindar de l'acceptació com a capa de rodament ja que presenta uns valors pròxims a 0,45 de C.P.A.

#### Gresos triàsics

La mostra obtinguda a la pedrera nº 4 ha donat els resultats següents:

|                                    | 4/12/81 | 12/2/60 |
|------------------------------------|---------|---------|
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%) | 2,25    | 0,65    |
| CO <sub>2</sub> (%)                | 0,4     | -       |
| CaO (%)                            | 2,1     | 1,03    |
| MgO (%)                            | 0,76    | 0,65    |
| Residu insoluble<br>amb HCl (%)    | 91,07   | -       |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%) | 7,85    | 9,05    |
| silice                             | -       | 82,95   |

#### Mostra agafada de l'àrea del Figueró

Aquestes roques poden ser utilitzades com a refractaris, però l'ús més generalitzat és com a roca de construcció (les cases del Pla de la Calma estan construïdes amb ella) o ornamental (com a sòcols i paviments diversos). La distribució en capes de poc gruix (10-40 cm) facilita llur extracció.

#### Lutites triàsiques

L'única pedrera en explotació es troba fora de l'àrea estudiada, al camí d'Aiguafreda a Valldeneu pel Mas Oller i la Rectoria. Es tracta de materials de baixa qualitat ja que solen presentar-se barrejats amb petits bancs de gresos.

L'ús actual és per a fabricació de totxanes prèvia mixtura amb argila de Papiol.

Esquistos

Tenim només el resultat d'una mostra agafada el 4/12/81 a la pedrera nº 9 de la Vall de l'Avencó.

|                    |      |                                    |       |       |
|--------------------|------|------------------------------------|-------|-------|
| Pes específic      | 2,77 | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%) | 6,55  | 2,70  |
| Absorció           | 2,07 | CaO (%)                            | 2,28  | 1,93  |
|                    |      | Mg O (%)                           |       |       |
| Desgast            | 28   | Residu inso-                       |       |       |
| "Los Angeles" (%)  |      | luble amb H11                      | 80,29 | 83,19 |
|                    |      | (%)                                |       |       |
| Friabilitat (%)    | 25   | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%) | -     | 16,58 |
| Poliment accelerat |      |                                    |       |       |
| inicial            | 0,68 | Reacció amb                        |       |       |
|                    |      | alcalis del                        |       |       |
|                    |      | ciment                             |       |       |
| final              | 0,61 | Sc mmol/l                          | 230   |       |
|                    |      | Rc mmol/l                          | 8,5   |       |

Estabilitat SO<sub>4</sub>Ml

Fracció grollera 16,7

> nº 4 ASTM

L'ús actual és per a roca ornamental, de construcció (lloses de façanes), però també podria utilitzar-se com a material de pedraplè i com a subbase de carreteres.

El fet de presentar nombroses mineralitzacions i sobretot sulfurs (marcassita) el fa un material no apte o perillós per a formigons.

OLIVARES i altres (1.977) esmenten que es considera una pissarra bona per a fer sostres (teulades), ha de tenir:

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| SiO <sub>2</sub> (%)               | 50-56%    |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%) | 10-20%    |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%) | 1-7%      |
| CaO                                | 4%        |
| MgO                                | 1-5%      |
| Pes específic                      | 2,6 a 2,8 |
| Absorció                           | 3%        |

en aquest cas els esquistos acomplirien força be aquestes especificacions, però segons IGME (1.974) la presentació d'aquests materials amb capes indivisibles de 3 a 4 cm. de gruix no les fa adequades per a aquest ús.

Amb aquestes dades hem elaborat el mapa de roques industrials, el qual no s'ha realitzat amb criteris litològics sinó en funció dels usos que aquí s'han indicat com a potencials.

#### 6.2.8.2.- Inventari d'extraccions i recursos potencials

A la taula nº 6.2.8-4 indiquem el nombre d'extraccions que han estat inventariades al sector estudiat. Els mètodes d'explotació, llevat el cas de les calcàries,

solen ser poc mecanitzats i en general rudimentaris.

| <u>Unitat</u> | <u>Pedreres actives</u> | <u>Pedreres abandonades</u> | <u>TOTAL</u> |
|---------------|-------------------------|-----------------------------|--------------|
| CALCÀRIES     |                         |                             |              |
| triàsiques    | 4                       | 6                           | 10           |
| eocenes       | 1                       | 3                           | 4            |
| GRESOS        |                         |                             |              |
| triàsics      | 1                       | 5                           | 6            |
| LUTITES       |                         |                             |              |
| triàsiques    | 1 *                     | 1                           | 2            |
| ESQUISTOS     | 3                       | -                           | 3            |

\* No inventariada per trobar-se fora del sector

#### Taula nº 6.2.8-4

Litologies explotades i nombre d'explotacions.

Farem un comentari només de les que es troben actualment en funcionament.

#### Pedrera nº 4

Explota els gresos de les capes inferiors del Buntssandstein. S'utilitza com a roca ornamental.

L'extracció es realitza aprofitant els petits bancs que forma la roca, que són trencats amb martell pneumàtic (amb compressor). Hi ha grans dificultats per eixamplar el front d'explotació si no es recorre a altres mètodes (voladures...)

Els talussos solen ser força estables, encara que no sobrepassen els 4-5 mt. Les reserves poden ser molt limitades si no es canvia el mètode d'explotació. A més l'expansió està limitada per trobar-se dins l'àrea de pre-parc del Parc Natural del Montseny.

#### Pedrera nº 7

Explota les calcàries del Muschelkalk superior. S'utilitza per a fabricació d'àrids de trituració.

L'extracció es realitza per mitjà de voladures, i és recollida amb pala excavadora. Amb tot, en no disposar de molí de trituració no es poden extreure els blocs més grossos.

Existeixen problemes d'inestabilitat en excavar a contracabussament havent-se produït esllavissament segons els llisos de les capes.

El front actual es troba molt esgotat degut a que apareixen els gresos del Buntsandstein per sota. Calculem segons aquest front unes reserves inferiors a 50.000 m<sup>3</sup>. L'expansió de la pedrera està limitada per trobar-se dins l'àrea de pre-parc del Parc Natural del Montseny.

#### Pedreres nº 8 i 9

Exploten els esquistos paleozoics. S'utilitzen com a roca ornamental (per a façanes i pilars). L'existència de marcassites

limita molt l'ús.

Es realitza una voladura cada 10-15 dies (nº 8) o cada 2 mesos (nº 9), el material però, sol extreure's manualment i a voltes amb l'ajut de pala excavadora.

Els talussos presenten inestabilitats potencials, sobretot com més alçada assoleixen. L'esquistositat presenta una direcció N-S/60º E (amb periodicitat de plans marcats cada 20-40 cm) i existeix una diaclasació vertical cada 0,5- 2 mt. Aquesta forta tectonització fa que els blocs que es poden extreure són de magnitud molt petita (foto nº 6-37)

Producció: 9 Tn/dia (nº 8), si bé havia arribat a 90 Tn/setmana, i l'altra 10 Tn (nº 9). Els recursos potencials es poden considerar superiors a  $1,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , si bé poden existir problemes amb els talussos artificials.

#### Pedrera nº 10

Explota esquistos paleozoics. S'utilitza com a roca ornamental. Apareixen gran quantitat de mineralitzacions: marcassita, calcita, pirolussita, limonita... que afecten de manera considerable l'ús per a segons quines activitats.

Talussos quelcom estables degut a una bona disposició de l'esquistositat, però amb perill de caiguda de petits blocs locals. Amb tot, l'esquistositat no permet extreure blocs de grans dimensions.

La producció la avaluem inferior als  $6-7 \text{ m}^3/\text{dia}$  i els recursos es veuen limitats pel fort augment d'alçada que presenta el front i per tractar-se d'una zona de protecció especial del Parc Natural del Montseny.

Pedrera nº 14

Explota calcàries del Muschelkalk inferior. Utilització com a àrids de trinxat.

L'extracció es realitza per voladures i la planta disposa de moles de trinxament, cintes de classificació i plataforma d'emmagatzematge. Procés força mecanitzat.

Talussos en general estables, encara que l'explotació es fa a contracabussament (de poc angle). L'estratificació oscil·la entre 0,5 a 5 mt. de gruix i existeixen nivells que no són explotables (calcàries taulejades) que formen "llesques" en trinxar-les.

Capacitat de producció màxima: 200 Tn/h. Ara com ara s'explota 400 Tn/dia. Reserves il·limitades.

Pedrera nº 15

Explota calcàries del Muschelkalk inferior i utilització per a fabricació de calç i formigó. Existeixen nivells diferenciats de calcàries i dolomites (varia força el contingut en CaO i altres components).

Extracció es realitza pervoladura a contracabussament (de poc angle). Disposa de forn i planta de tractament al costat de la zona d'extracció.

Producció 100 m<sup>3</sup>/dia (70 m<sup>3</sup> per a calç i 30 m<sup>3</sup>/dia per a formigó). Reserves il·limitades, però en el sentit del front augmenta també el recobriment.

Pedrera nº 18

Explota calcàries del Muschelkalk inferior. S'utilitza com a àrids de trinxat. Existeixen nivells diferenciats de calcàries i dolomies.

Explotació per mitjà de voladures, i es disposa de moles de trinxament, cintes de classificació i plataformes d'emmagatzematge. Procés força mecanitzat.

Talussos en general força estables perquè s'utilitza la tècnica del "pretall" (precorte) a les voladures, i es mantenen parets verticals de més de 12-15 mt. L'estratificació sol ser d'1 m. de gruix, però existeixen zones de 4 a 6 mt. i, a més, hi ha fractures verticals cada 2-4 mt, es poden obtenir per tant, blocs d'alguns metres cúbics (foto nº 6-38).

Producció actual 200 Tn/h. Reserves il.limitades.

Pedrera nº 20

Explota calcàries de l'Eocè. S'utilitza com a roca ornamental i de construcció (llars de foc, façanes, llambordes...).

S'aprofita la carstificació incipient de la roca per a poder-la extreure amb petites voladures. El procés de tallat dels grans blocs és amb martells pneumàtics i els petits, es fa per un procés manual que aprofita l'estat tensional de les roques (es peta la roca colpejant amb un cop sec un tascó orientat segons les direccions de diaclasació: E-W i N-S).

Els talussos no sobrepassen els 3 mt. d'alçada i no tenen problemes d'inestabilitat.

Producció: 50-60 Tn/setmana. Recursos superiors als  $10^5$  m<sup>3</sup>.

Els recursos globals potencials del sector són molt elevats, però si es té en compte les zones actualment edificades i les normatives del Parc Natural del Montseny, aquests es redueixen de forma sensible (al marge de les disposicions municipals que com ara el municipi de Centelles poden entrar en vigor en un termini curt i que limitarà en part l'explotació potencial).

A la taula nº 6.2.8-5 resumim els recursos potencials i els reals obtenibles a partir de la legislació, i sense comptabilitzar les zones urbanitzades.

| <u>Unitat</u>                      | <u>Recursos<br/>potencials</u>       | <u>Recursos<br/>explotables</u> | <u>gruix considerat</u> |
|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| <u>Calcàries triàsiques</u>        |                                      |                                 |                         |
| Sant Antoni                        | 8.000.000 m <sup>3</sup>             | 8.000.000m <sup>3</sup>         | 20 m.                   |
| Serra de Pineda                    | 12.000.000 m <sup>3</sup>            | -                               | 10 m.                   |
| Pla de l'Adorar                    | 2,7-4.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> | 2,7 - 4 . 10 <sup>6</sup>       | 10-15 m.                |
| Serrat Madrona                     | 4.500.000 m <sup>3</sup>             | 3.500.000 m <sup>3</sup>        | 15 m                    |
| <u>Calcàries eocenes</u>           |                                      |                                 |                         |
| El Cerdà                           | 6.500.000 m <sup>3</sup>             | 1.300.000 m <sup>3</sup>        | 15 m.                   |
| <u>Gresos</u>                      |                                      |                                 |                         |
| Serrat Madrona                     | 2.500.000 m <sup>3</sup>             | -                               | 4 m.                    |
| Serra Pineda<br>i<br>Vall Picamena | 1.400.000 m <sup>3</sup>             | -                               | 4 m.                    |
| <u>Lutites</u>                     | 1.600.000 m <sup>3</sup>             | 600.000 m <sup>3</sup>          | 4 m.                    |
| <u>Esquistos</u>                   | il.limitat                           | 1.500.000 m <sup>3</sup>        |                         |

Taula nº 6.2.8-5

Recursos potencials i explotables al sector de Centelles i Aiguafreda.

### 6.2.9.- PUNTS D'INTERÈS GEOLÒGIC

La utilitat que pot tenir l'inventari de punt geològics que presentin un cert interès, pot tenir diversos vessants. Tal i com hem comentat en definir la importància dels paràmetres geològics en la planificació territorial, la preservació de determinats espais que puguin ésser utilitzats per activitats de tipus cultural, i de formació, hauria d'ésser una preocupació constant dels responsables de la planificació i gestió del medi. Tres criteris persem que podrien ser vàlids per a la selecció d'un lloc:

- a) l'interès científic
- b) l'interès didàctic
- c) l'interès paisatgístic-recreacional

L'aplicació d'aquests criteris pot ser força subjectiva, ja que el determinar el caràcter extraordinari que pot representar determinat fenomen, depèn en gran mesura de l'observador. Amb tot, es poden tenir en compte algunes consideracions com són:

- L'aspecte a fer sobresortir és un exemple molt ben conservat que és difícil de trobar en d'altres llocs (comarca, regió, país...)
- L'aspecte a fer sobresortir és un exemple interessant i ben conservat que es troba en comptades ocasions a l'àrea d'estudis però que és fàcil de trobar a altres llocs.
- En determinades ocasions, aspectes o fenòmens molts corrents per tota l'àrea considerada, poden aparèixer en determinats punts oferint unes bones característiques didàctiques.

Per tant, doncs, existeix una ampla gradació de possibilitats, des del que anomenariem punts d'interès excepcional i que representen una raresa a nivell regional o nacional, fins els punts que per llur senzillesa són considerats com didàctics. La distinció entre els diferents punts i llur assimilació a un tipus de categoria d'interès, s'hauria de realitzar per mitjà d'una enquesta entre els coneixedors del sector que ajudés a salvar en part la subjectivitat o la parcialitat personal.

En el nostre cas, en no haver realitzat l'esmentada consulta, la selecció dels punts pot estar subjecte a les esmentades parcialitats o a l'existència de mancances per no saber valorar prou aspectes que d'altres autors apreciarien. Malgrat tot, hem intentat paliar parcialment el possible defecte, amb la lectura dels treballs i monografies realitzades per diversos autors que en determinades ocasions solen indicar els aspectes que troben més rellevants i que els ajuden a confirmar llurs hipòtesis o afirmacions. Aquests aspectes, doncs, solen ser una selecció o tria d'entre els diversos que un determinat autor ha pogut observar.

Al sector de Centelles-Aiguafreda, no hem realitzat una avaluació del possible interès regional o local, que deixem a criteri del lector. Només hem efectuat una distinció en funció del tipus d'informació que ens ofereix, i en aquest sentit hem especificat el contingut estratigràfic, paleontològic, geomorfològic, tectònic, hidrogeològic, recurs o punt d'observació. A més hem indicat les principals lectures que hom s'hi pot adreçar per a completar la informació.

#### 6.2.9.1.- Inventari de punts

##### Interès estratigràfic-sedimentològic

Punt nº 2      Discordança (foto nº 6.39)

Les capes basals del Buntsandstein incli-

nades 8-10<sup>a</sup> a l'Oest, i caracteritzades per un nivell rudfític amb clastes de quars i esquistos, reposen discordantment damunt els esquistos paleozoics.

Punt nº 3 Estratificació encreuada (foto nº 6.40)

Dins els gresos que constitueixen la unitat sorrenca-lutítica del Buntsandstein, apareixen senyals de corrent amb estratificació encreuada, en una seqüència granodecreixent. Es tracta de dipòsits fluvials originats per corrents de sinuositat llevada, subjectes a fortes variacions de cabal (referència MARZO 1.980).

Punt nº 23 Estratificació encreuada

Barres de marea constituïdes per gresos que presenten una seqüència granocrecixent. Aquestes barres presenten estratificació encreuada a gran escala, i posteriorment serveixen de suport a un escull constituït fonamentalment per Porites, Rabdophyllia, Irastrea, algues vermelles, foraminífers i d'altres organismes en menor quantitat (referència SANTISTEBAN i TABERNER 1.977).

Interès Paleontològic

Punt nº 5 Restes vegetals

Presència de Voltzia heterophyllia i Equisetites als gresos vermells, iverds dels nivells mitjos sorrenca-lutítics del Buntsandstein, prop de Can Serra de l'Arca, i que permet la seva datació (referència LLOPIS 1.942 a i 1.947).

Punt nº 13 Peixos, cefalòpods, Lamel.librancs

Jaciment del Gorg Negre, el més fèrtil del sector

meridional dels Catalànids, que caracteritza el Muschelkalk inferior.

Entre d'altres:

Peixos:

Girelepis albertii

Girelepis quenstedt

Colodobus varius

Cefalòpods:

Ceratites antecedens

Paraceratites villaltae

Paraceratites catalaunicus

Paraceratites almerai

Gasteròpods:

Neritaria mendelsoni

Omphalotya rhenana

Lamel·librans:

Pecten discites

Enantiostreon difforme

Myophoria elegans

(referència LLOPIS 1.942 a, VIRGILI 1.958)

Punt nº 16

Ostreids

Pla de les Forques, sobre l'ermita de Sant Antoni. Banc de 1,5 m. de gruix, que en realitat és una lumaquella de Ostrea multicosata, pot anar acompanyada d'equínids, mol·luscs i crustacis (referència LLOPIS 1.942 a).

Punts nº 19 i 25 Nummulits, Lamel.librancs, Coralls

Cingles del Puigsagordi, Morro del Porc.  
Nivells calcaris amb intercalacions sorrenques. Contenen una fauna abundant de Nummulits, lamel.librancs i coralls. Entre ells:

Nummulites biedaiNummulites incrassatusNummulites striatusOperculina spPecten spPorites spFavia Banzai

(referència: REGUANT 1.967)

Punt nº 29 Lamel.librancs

Sota el Turó del Fabregar, bancs molt sorrenques que corresponen a veritables lumaquelles de macroforaminífers, briozons, lamel.librancs (Pecten sp).

(referència: REGUANT 1.967).

Punts nº 37, 38, 41, 44 i 46 Nummulites

Calcàries lumaquelles del Pla de la Garga. Nombrosos foraminífers i també algues. Entre altres:

Nummulites travertensisNummulites crusafontiNummulites biedaiNummulites striatusAlveolina fusiformisDiscocyclina prattiDiscocyclina sellaRotalia spTruncorotalia sp

(referència: REGUANT 1.967)

Interès geomorfològic

- Punt nº 18      Salt del Gorg Negre
- Saltant d'aigua que es produeix quan el barranc de Vall-Llosera abandona els nivells gresosos i lutítics de l'Eocè, per atravessar el potent banc calcari del Muschelkalk inferior. És un efecte clar d'erosió diferencial. Pot tenir un interès paisatgístic si no fos per la greu contaminació que afecta les aigües.
- Punts nº 30 i 31      Salt del Ca
- Saltant d'aigua que es produeix en atravessar un banc de gresos compactes de l'Eocè. Efecte clar d'erosió diferencial. També es pot observar el condicionament de la diaclasació sobre el traçat del torrent.
- Punts nº 32 i 33      Salts de l'Infern i del Purgatori (foto nº 6.41)
- Saltants d'aigua de gran bellesa produïts pel Torrent de la Llavina en salvar el pas dels nivells de la calcària del Cerdà que aquí esdevenen molt més sorrencs. Al mateix temps durant un breu trajecte el torrent circula per un engorjat de parets verticalitzades.
- Punt nº 48      Captura
- Pla de l'Adorar. El Torrent d'en Vila per mitjà d'una intensa excavació a les lutites vermelles de l'Eocè inferior, i que dona lloc a nombrosos "bad-lands", està retrocedint la seva capçalera guanyant espai a la conca del Torrent de l'Oller.

No es tracta del possible desviament del curs de l'Oller, sinó de l'engrandiment de la Conca del Torrent d'en Vila a expenses de la d'aquell.

### Interès tectònic

#### Punts nº 8 i 9 Falles

Es tracta d'un conjunt de falles que fan posar en contacte diferents nivells calcaris amb els materials conglomeràtics i lutítics de l'Eocè inferior. Les fractures són força verticalitzades i donen lloc a un sistema de blocs alçats i enfonsats (referència: LLOPIS 1.942 a).

#### Punt nº 14

##### Plecs (foto nº 6.42)

Ermita de Sant Antoni. Plecs d'arrossegament que afecten els nivells calcàries taulejades del Muschelkalk inferior, que es troba disposant-se en forma de plec anticlinal de gran radi de curvatura. Microestructures associades i estries de falla i d'altres (referència LLOPIS 1.942 a).

#### Punt nº 15

##### Falla del Congost

Les calcàries del Muschelkalk inferior cabussen marcadament cap a l'Oest. A l'alçada de la fàbrica de l'Estabanell i de la Pelleria Viuda de V. Batlle, les calcàries arriben fins al riu Congost. A l'altra banda del riu, afloren les limolites calcàries de l'Eocè. El salt de falla ha d'ésser superior als 100 mt. (referència LLOPIS 1.942 a, REGUANT 1.967).

#### Punt nº 17

##### Diaclasació

Pla de les Forques, prop del camp de futbol dels

Hostalet. Intensa diaclasació als gresos calcàrics eocènics. L'observació de les discontinuïtats es palesa en créixer vegetació aprofitant els rebliments lutítics.

Punt nº 20

Diaclasació

Cim del Puigsagordi. Diaclasi de direcció 5-10° W, i d'altres ortogonals bàsicament E-W. Obertures de 8-10 cm.

Punts nº 40 i 43 Diaclasació

Pla de la Garga a can Tres Quarts i a can Sunyer. Direcció de la diaclasació preferentment entre 0°-10° W. Les discontinuïtats es fan evidents per la vegetació que s'Instal.la aprofitant el rebliment sorrenc-lutític.

Punt nº 49

Falla

Torrent de la Rectoria sota el Pla de la Baixa. Falles que afecten les calcàries del Muschelkalk superior, fent-les canviar bruscament de cabusament (68°/17° NW al costat Sud, i 72°/37° N al costat Nord). A la mateixa zona de falla, al contacte amb les lutites del Muschelkalk mig, brolla la font del Pastor.

Interès hidrogeològic

Punt nº 1

Infiltració

Zona d'infiltració càrstica. Les aigües de la Riera de l'Avencó s'arriben a filtrar completament a les calcàries que es troben per sota l'al.luvial.

Punt nº 20

## Fonts d'Aiguafreda de Dalt

Nombrós grup de sorgències que drenen el potent banc calcari que constitueix la Serra de Pineda. Les sorgències es produeixen en trobar el contacte impermeable que representen les lutites del Bundsandstein.

Punt nº 22

## Mines de Vinyoles

Dues mines excavades als nivells de gresos calcaris de les costes del Puigsagordi, de més de 100 mt. cada una. Serveixen per a l'abastament urbà de Centelles. L'aigua raja aprofitant les diàclasis verticals, tot venint de direcció Sud.

Punt nº 34

## Font Grossa

Punt de descàrrega de l'aqüífer de les calcàries del Cerdà, sota Can Castellar, aprofitant la incisió que ha excavat el Torrent de la Llavina. Un conjunt de diàclasis permet la descàrrega: 40º/65º S i 5º/90º i 175º/90º. Pròxim a la font apareix un dipòsit de travertí, que representaria un antic punt de sortida.

Punt nº 35

## Font del Buff

A les proximitats de Can Ollic, la Font del Buff drena la part superficial de les calcàries del Cerdà. La sortida de l'aigua es realitza aprofitant la diaclasació vertical de direcció 8º E.

Interès de recursosPunt nº 35

## Pedrera del Cerdà

Pedrera on s'explota la calcària del Cerdà com a roca ornamental, amb mètodes pràcticament manuals. Parteixen els blocs col·locant tascons seguint les direccions per on ha estat tensionada la roca:

la cara bona (E-W), la contracara (N-S) i la lleva (direcció de capa). D'aquesta manera en colpejar amb el tascó s'obté una fractura neta.

Interès com a punt d'observació

- Punt nº 4 Vista sobre els relleus estructurals del Pla de la Garga, i les costes dels cingles de Bertí. Visió sobre la Plana de Vic i les unitats del Pre-Pirineu i Pirineu. Observació de les unitats estructurals de Catalunya.
- Punts nº 6 i 7 Vista sobre la Calma, (La Mora, Can Codina, Can Figuera) superfície d'erosió pretriàsica. Nivell de cims del Montseny, i illot calcari del Tagamanent. (Referències SOLÉ 1.940, LLOPIS 1.942 a)
- Punt nº 11 Vista sobre Aiguafreda de Dalt. Superfície estructural de la Serra de Pineda.
- Punt nº 12 Vista sobre les formacions d'esculls de les costes del Puigsagordi, i el canvi lateral de fàcies, amb progressiu augment de les lutites calcàries vers el Nord (referència SANTISTEBAN I TABERNER 1.977).
- Punts nº 21 i 24 Observació de les principals unitats estructurals de Catalunya: Pirineu, Prepirineu, Depressió Central, Serralada Pre-Litoral i Serralada Litoral. Vista sobre la superfície d'erosió de la Calma i el Tagamanent (referència BUSQUETS et al 1979)
- Punts nº 27 i 28 Observació de la superfície estructural del Pla de la Garga (Desaparició lateral dels bancs de gresos calcaris en direcció al Nord) i la super-

ficie d'erosió de la Calma (referència REGUANT 1.967).

Punt nº 39

Vista sobre el Pla de la Garga i cingles del Cerdà. Desaparició lateral dels nivells de gresos calcaris.

Punts nº 42,45 i 47

Observació de la depressió d'Aiguafreda, amb la seva complicació tectònica. Vista sobre la superfície d'erosió pretriàsica de la Calma (referència LLOPIS 1.942 a).

6.2.9.2.- ITINERARIS DIDÀCTICS

Incloem aquí diferents esbossos d'itineraris didàctics en els quals pretenem aprofitar l'observació d'alguns dels punts d'interès i d'altres aspectes no reflectits en ells, per tal de donar una visió global d'alguns aspectes geològics i de geologia aplicada al sector de Centelles-Aiguafreda. De fet només proposem uns guions on simplement s'exposaran els objectius, els possibles punts d'aturada i característiques a observar.

Un programa complet hauria d'incloure per a cada itinerari una explicació del context general de l'àrea, una descripció detallada dels elements d'observació a cada punt d'aturada, un qüestionari per als alumnes, una guia per al professor o monitor i material audiovisual (diapositives, gràfics, esquemes...)

Itinerari nº 1 Aiguafreda-Can Figuera (La Calma)

Objectius

- Observació del comportament hidrogeològic dels ma-

## terials

- Anàlisi de la gestió dels recursos hídrics
- Observació de les característiques geotècniques dels materials
- Utilització i problemàtica de les roques industrials
- Introducció al context geològic de l'àrea

## Recorregut

Es surt d'Aiguafreda pel camí que segueix la Vall de l'Avencó pel seu marge dret. En començar el carrer és asfaltat, però de seguida es converteix en una pista de terra. A dos quilòmetres es travessa la riera pel pont de Can Parellada o d'En Pere Curt. Abans de recórrer 1.500 mt. es troba una desviació que s'enfila a mà dreta i que sense deixar-la ens menarà fins a Can Codina i Can Figuera. El recorregut realitzat a peu encaixa perfectament dintre d'una sortida que ocupi tota la jornada.

## Punts d'aturada

### Parada nº 1 Davant de l'Avencó

- Observació de les terrasses de la Riera de l'Avencó
- Infiltració progressiva de la Riera en el llit
- Efectes de soscavament lateral provocats en èpoques d'avinguda que afecta parcialment el camí

### Parada nº 2 100 mt. aigües avall de la confluència amb Riera de la Llobina

- Estació limnimètrica per a mesura de cabals de la Confederación Hidrogràfica del Pirineo Oriental
- 100 mt. aigües amunt, a la confluència amb la riera esmentada, estació de bombament, per a l'abastament d'aigües d'Aiguafreda.

Parada nº 3 Pedrera d'esquistos

- Observació dels esquistos i intrusió porfírica
- Utilització com a roca industrial. Anàlisi de la qualitat
- Mineralitzacions. Efectes sobre la qualitat i ús de la roca
- Estabilitat del talús

Parada nº 4 Pont d'en Pere Curt

- Represa de captació d'aigües d'abastament
- Colmatació per arrossegaments del torrent

Parada nº 5 Davant Torrent que baixa de Can Serra de l'Arca

- Terrassa antiga de l'Avencó. Observació litològica i morfometria
- Dipòsits d'arrossegalls de pendents que recobreixen els materials anteriors. Observació de la litologia i morfometria.
- 100 mt. més endavant apareix una font junt al camí. Observació sistema de sorgència.

Parada nº 6 Trencall de Can Codina

- Anàlisi de les discontinuïtats del massís rocós (Estació E-13)
- Observacions sobre l'estabilitat dels talussos

Parada nº 7 Cota 675

- Anàlisi de les discontinuïtats del massís rocós (Estació E-2)

- Observacions sobre l'estabilitat dels talussos
- Observacions sobre les tarteres del Torrent de la Figuera

Parada nº 8 Cota 715

- Observació del contacte esquistos-gresos i lutites del Buntsandstein
- Estudi de la litologia aflorant
- Observació del comportament geomorfològic d'ambdues litologies

Parada nº 9 Can Codina

- Diaclasació dels gresos
- Observació de fenòmens d'escolament difús i aixaragallament

Parada nº 10 Can Figuera

- Observació del Pou de Can Figuera
- Observació de la Font. Anàlisi del seu funcionament
- Material de construcció de la casa
- Fi de l'itinerari i comentari resum de les observacions

Itinerari nº 2 Estació d'Aiguafreda-Font Grossa (Torrent de la Llavina)

Objectius

- Observació i reconeixement de les unitats litològiques
- Anàlisi del comportament hidrogeològic del massís
- Anàlisi de la utilització de roques industrials

- Estudi dels problemes geomorfològics lligats a l'expansió urbanística
- Observació de la geologia regional

### Recorregut

Es comença a l'estació de tren d'Aiguafreda, de la línia del FFCC. Barcelona a Sant Joan de les Abadesses, es continua per la via en direcció a Vic, fins a trobar el primer pas a nivell que dóna accés a la urbanització de Sant Pau, es segueix la pista fins ajuntar-se amb la que ve de Centelles i es trenca primer a mà esquerra i després a mà dreta, per enfilarse per un camí que passa per damunt de la casa de la Saleta, i anar a parar al Grau del Cerdà, per on s'arriba a dalt del cingle del mateix nom. Un cop a dalt s'agafa un camí a mà dreta en direcció a la Casa del Cerdà. En arribar, un camí a mà dreta ens evitarà el pas per la casa, i a 200 mt. el primer trencall cap a l'esquerra ens durà directament a la pedrera del Cerdà. D'aquí es travessa el Torrent de la Llavina per anar a parar a un camí ample on després de 150 mt., al primer revolt el deixarem per prendre un camí a mà dreta que duu directament a la Crusella. D'aquí es continua tot passant pel Sant de l'Infern, cap a Can Castellar i Can Pere, d'on es descendeix al Torrent de la Llavina retrocedint fins al salt del Purgatori, final del trajecte. Es pot realitzar en un sol dia i es torna per Centelles.

### Punts d'aturada

- Parada nº 1 Després del Torrent d'en Molló
  - Observació dels estrats calcaris
  - Falla que separa les calcàries de les lutites eocèniques
  - Estabilitat del talús artificial calcari

- Parada nº 2 100 mt. més amunt del pas a nivell de la Urbanització de Sant Pau (després s'ha de retrocedir fins al pas a nivell).
  - Observació de les lutites eocèniques
  - Estabilitat del talús artificial
  
- Parada nº 3 100 mt. després de l'encreuament amb el camí de Centelles.
  - Anàlisi del pendent de la urbanització. Problemàtica
  - Observació de la caiguda de blocs de la cinglera
  
- Parada nº 4 Font del Cerdà
  - Observació de la litologia
  - Funcionament hidrogeològic de la font
  
- Parada nº 5 Cingle del Cerdà
  - Sistema de diaclasació
  - Estabilitat de la cinglera
  - Resum de la litologia atravessada
  
- Parada nº 6 Pedrera del Cerdà
  - Utilització de les roques industrials
  - Sistema d'explotació. Influència de la tectonització
  - Anàlisi de l'impacte ambiental
  
- Parada nº 7 La Crusella
  - Observació dels gresos calcaris
  - Observació del Salt de l'Infern. Estudi de l'erosió diferencial
  - Seguint el curs del torrent, anàlisi dels diferents bro-

lladors que apareixen.

- Parada nº 8 Font Grossa

- Funcionament hidrogeològic del sistema de descàrrega de l'aquífer
- Dipòsits de Travertins. Discussió sobre la gènesi
- Salt del Purgatori. Gènesi geomorfològica
- Comentari de la sèrie litològica del Cerdà, per aquest sector (canvi de fàcies)
- Fi de l'itinerari i comentari resum de les observacions

Itinerari nº 3 Ermita de Sant Antoni (Centelles)-Can Garriga del Solei (El Muntanyà)

Objectius

- Observació de la Tectònica de l'Alt Congost
- Reconeixement del llindar de sedimentació de l'Eocè inferior
- Reconeixement litològic dels materials terciaris

Recorregut

Sortida des de la CEN-152 al trencall del camí cap al Gorg Negre, es continua per la Carretera en direcció a Vic. Davant del primer trencall cap a mà dreta ( anuncia àrids Xuclà), hi ha un camí que davalla vers el Congost a la fàbrica de la Viuda V. Batlle, després es reula fins el trencall esmentat i s'agafa aquest, on després de passar per una pedrera, s'arriba al Fitó. Del Fitó en direcció al NNE surt un camí i a 100 mt., un trencall que en direcció a la dreta atravesa la torrentera, arriba fins al Castell d'Esparraguera. El camí

continua per sota la casa i atravessa els camps a mitja alçada de la fondalada, el camí atravessa també les fondalades de Can Esparraguera i la següent, per anar a petar a la carena que baixa de Can Garriga del Solei, en travessar un camp en direcció al Sud, es troba el camí que s'enfila cap a la casa. Itinerari fàcilment realitzable en mitja jornada.

### Punts d'aturada

- Parada nº 1 Trencall del Gorg Negre (i trinxera de la Carretera amunt).
  - Observació de la litologia de les calcàries
  - Anàlisi dels plecs d'arrossegament a les calcàries teulejades i llur relació amb l'estructura anticlinal del conjunt.
  - Observació de les estructures microtectòniques associades a la falla del Congost.
  
- Parada nº 2 Trencall del Fitó (a la C.N.-152)
  - Contacte no tectònic entre l'Eocè i les calcàries del Muschelkalk inferior
  - Reconeixement litològic dels materials terciaris (constatació de la manca dels materials detrítics vermells)
  
- Parada nº 3 Baixada a la fàbrica Viuda V. Batlle i Riu Congost
  - Observació de la disposició de les calcàries del Muschelkalk
  - Discussió sobre la falla del Congost
  
- Parada nº 4 Carena que separa la fondalada del Castell

d'Esparreguera de la de Can Esparreguera

- Observació contacte calcàries del Muschelkalk amb el terciari vermell inferior
- Avaluació del gruix dels materials vermells de l'èocè inferior

- Parada nº 5 Camí d'ascens a Can Garriga del Solei

- Observació del contacte entre les calcàries del Muschelkalk i els materials vermells de l'Eocè inferior
- Avaluació del gruix d'aquests darrers fins a Can Garriga del Solei
- Fi de l'itinerari i comentari resum de les observacions

Naturalment aquests no són els únics itineraris que es poden realitzar, en funció dels objectius se'n poden programar molts més, que abracin els aspectes esmentats i/o d'altres diferents.

Finalment s'ha de dir que com és lògic no tots els punts que hem esmentat d'interés geològic necessiten una protecció especial, ja que com és ara la falla del Congost, tot i la incidència humana difícilment deixaria de ser identificable, pel contrari, aspectes més puntuals (jaciment de fòssils, saltant d'aigua) sí que poden necessitar-la. De la mateixa manera, altres aspectes només necessitarien divulgació (entre ensenyants, monitors, o entitats en general) per tal de poder posar a l'abast de tothom les particularitats que es trobin convenientes. Sobre aquests aspectes hi tornarem més endavant.

### 6.3.- ELS CONDICIONAMENTS GEOLÒGICS EN L'ORDENACIÓ TERRITORIAL DEL SECTOR DE CENTELLES-AIGUAFREDA

En tractar-se d'una àrea rural i muntanyosa, el creixement s'ha efectuat de forma lenta, i en general respectuós davant els constrenyiments del medi. Les darreres dècades s'ha deixat sentir una mica la influència quelcom llunyana de Barcelona, amb l'aparició d'un petit creixement industrial, i sobretot per l'augment de la segona residència. D'aquesta manera han anat apareixent a Centelles, sobretot als voltants d'Aiguafreda, algunes urbanitzacions.

Les característiques geològiques que hem anat descriuint al llarg d'aquest capítol, ens permetran fer una primera interpretació de quina és llur incidència sobre el desenvolupament de les activitats humanes i com aquestes poden modificar els processos naturals. No sols pot tenir interès i intentar assenyalar quins són els constrenyiments per al futur creixement, també les actuacions ja passades molt sovint són un llibre obert que permet d'extreure conclusions suggeridores.

Obviament, no pretenem aquí, ni tampoc no podríem, donar una perspectiva completa de la situació, perquè són molts els paràmetres a controlar. Tractarem però, d'assenyalar els principals problemes i, cal no oblidar-ho, les potencialitats que ofereix el medi. Treballarem la informació sota el punt de vista de les interaccions home-medi natural, tot contemplant les situacions que hem assenyalat a l'apartat 1.2. d'aquesta memòria.

#### 6.3.1.- LIMITACIONS DEL CREIXEMENT

##### 6.3.1.1.- El relleu

El relleu ha estat un dels factors que ha condicio-

nat força la implantació humana. Els nuclis poblats del sector: Aiguafreda, Centelles, Sant Martí de Centelles, s'han instal·lat a àrees de pendent moderat. Aiguafreda es troba a les ribes del Riu Congost, a l'únic lloc on s'aixampla la vall, abans de la confluència amb l'Avencó. Els replans que formen les terrasses i les lutites fàcilment erosionables, donen pendents del 5-10% i 10-20% respectivament. Centelles es localitza al damunt de les lutites calcàries eocenes que també presenten uns pendents del 5-10% i 10-20%, amb el relleu que es suavitzava a mesura que ens acostem al riu Congost. La construcció de marges per a activitats agrícoles dona lloc a replans molt més suaus, que no són definibles al mapa de pendents perquè llur amplada és molt petita i l'escala del mapa és insuficient per a detectar-los i només dona el valor del pendent mig (amb tot els marges s'han indicat al mapa geomorfològic). Sant Martí de Centelles es troba a redós dels cingles, ocupa una petita franja de lutites amb pendents del 10-20%.

Les cases allunyades dels nuclis han aprofitat els relleus estructurals on a més l'existència de materials lutítics els permetés una mínima activitat agrícola. D'aquesta manera es troben Can Montcau de Dalt, Can Montcau de Baix (prop del Serrat Madrona), Can Vilargent i Can Brui (Serra de Pineda), Can Garriga del Solei (el Muntanyà), el Bellit, Can Codina, Can Figuera (la Calma), el Cerdà, el Sunyer, Can Tres Quarts, el Febrer (Pla de la Garga), on els pendents són de l'ordre de 10-20%, llevat del Pla de la Garga que minven al 5-10% i fins i tot al 2-5%.

L'activitat urbanitzadora s'ha estès per diverses contrades, d'una banda com expansió natural dels nuclis actuals, i també per la zona de Can Montcau (tocant a l'Avencó) o pel Muntanyà, que es situen sobre relleus amb el 10-20% de pendent, però que tenen accessos que han de superar sengles barres calcàries i vessants molt rostos donant lloc a ram-

pes acusades. En alguns casos, certs camins són completament inútils, com ara tenim el cas sota la urbanització del Muntanyà, a la Riera de Martinet, on partint de la casa anomenada l'Afrau, s'ha construït un camí que s'enfila pel vessant en direcció al Muntanyà (foto nº 6.43). El pendent del vessant és superior al 35%, i el camí és inservible per a cap mena de vehicle. El fort pendent a més, ha provocat un intens aixaragallament en els materials lutífics del Buntsandstein convertint-lo en una torrentera artificial.

La urbanització de Sant Pau ocupa terrenys amb pendents del 10 al 35%, sobrepassant a la part superior el 35%. La inoportunitat del lloc es tradueix amb una xarxa viària realment difícil i es pot dir que impracticable per a vehicles pesants.

A grans trets, podem dir que el creixement d'Aiguafreda presenta algunes limitacions ja que els terrenys plans prop del riu són molt escassos i parcialment ocupats. L'eixamplament es veu forçat a produir-se cap a l'Est, als vessants amb pendents del 10-20% i del 20-30% o vers al Nord en direcció al barri de la Llobeta amb relleus una mica més suaus. Aquesta expansió en terrenys més rostos obliga l'obertura de desmunt per a la construcció d'edificacions. Precisament en aquest sentit un cas que va lligat íntimament amb la problemàtica geotècnica d'estabilitat de talussos artificials, es troba a la sortida d'Aiguafreda per la C.N.-152 en direcció a Vic. L'edificació d'unes vivendes al revolt abans de l'Hostal de la Polla (foto nº 6.44) a un vessant amb pendent superior al 35% va fer necessària l'obertura d'un desmunt. L'existència d'uns estrats calcaris cabussant a favor del pendent va donar lloc a inestabilitzacions del talús, i han forçat al sanejament de tot el vessant amb creació de petites bermes i la construcció d'un mur de contenció (figura nº 6.3.1-1).

Tot plegat ha obligat a retardar l'acabament de les obres força mesos, i lògicament a un encariment dels costos de construcció respecte el projecte inicialment previst.

Centelles i Sant Martí de Centelles no tenen massa problemes d'expansió. Centelles es pot eixamplar pels quatre costats, i preferentment cap a llevant on els pendents són inferiors al 10% i fins i tot al 5% (cal tenir en compte però que aquests terrenys són també els de major productivitat agrícola, si bé ara no entrarem en aquest aspecte). Sant Martí té un creixement insignificant, amb espai suficient, però en el cas que calgués l'expansió podria realitzar-la vers l'Est.



Figura 6.3.1 -1

Esquema dels problemes sorgits en obrir un desmunt a un vessant força inclinat i amb estructura litològica desfavorable a la sortida d'Aiguafreda (al costat de l'Hostal de la Polla).

### 6.3.1.2.- Els processos actius

#### Inestabilitat de talussos naturals

Al peu de la major part de cingleres es produeixen caigudes aïllades de grans blocs rocosos d'alguns metres cúbics de volum. El desprendiment d'aquestes masses és molt difícil de predir, però solen anar associades a èpoques de fortes pluges.

Zones especialment afectades són sota els cingles de les Costes del Puigsagordi i Morro del Porc, on es recorden desprendiments que com ja hem comentat a l'apartat de Geomorfologia, van destruir gran part del cementiri de Sant Martí de Centelles i una vivenda. També i més cap al Nord, una barraca de la companyia subministradora d'aigües de Centelles va ser aixafada per la caiguda d'un gran bloc fa pocs anys.

Als cingles del Cerdà es produeixen també desprendiments tal com s'ha pogut veure a la foto nº 6.30, i continua existint-hi el perill com ho demostren les nombroses clivelles obertes al marge dels cingles.

La incidència d'aquest fenomen ha estat molt petita, per afectar a zones en general despoblades. Trobem però, una excepció que és la urbanització de Sant Pau, la qual ultra tenir els problemes derivats del fort pendent, es situa just per sota el peu dels cingles del Cerdà, creiem que amb perill evident de destrucció d'habitacles i el consegüent risc per a les vides humanes.

A grans trets, podríem definir la superfície afectada pels desprendiments que es localitza fins una cota topogràfica 100 mt. per sota del nivell del cingle.

Per tant entenem que tota aquesta franja que s'obté, hauria de trobar-se lliure d'edificacions.

Les esllavissades i desprendiments de roques tenen una importància molt més local, i es solen donar a àrees on els pendents són molt abruptes sense tenir gairabé incidència a les activitats humanes. En tot cas, als marges dels rius constituïts per dipòsits al·luvials poden produir-se esllavissades per soccavament del peu del dipòsit.

Les mesures a adoptar davant d'aquest tipus de fenomen entenem que han d'ésser de tipus preventiu, i sobretot incidint en la qualificació urbanística de la zona. Les mesures de correcció com podrien ser l'ancoratge dels blocs que semblessin inestables pensem que en aquests moments serien prohibitives econòmicament i, a més, la major part de les àrees afectades presenten pendents superiors al 35%. L'escassa pressió demogràfica del sector no justificaria inversions d'aquest tipus i per tant veiem més adequat que es designés com a qualificació d'àrea no urbanitzable les superfícies esmentades.

### Inundacions

Les àrees inundables les hem assenyalat al mapa geomorfològic, i els cabals d'avinguda per a diferents punts del Congost i de l'Avencó, han estat calculats a l'apartat d'hidrologia superficial.

Les avingudes històriques no han estat espectaculars, però de tota manera se n'han produït algunes que han anegat parcialment algunes zones habitades com ja havíem dit a l'apartat esmentat. L'àrea que al nostre entendre es presenta més problemàtica és la zona industrial que es troba al Nord d'Aiguafreda al costat de la C.N.- 152. Algunes

de les empreses han adoptat mesures preventives tot construint murs de protecció, però l'efecte resultant pot ser el de treure el problema d'un lloc per portar-lo a un altre. És a dir, l'irrupció de l'edificació enmig de la plana d'inundació provoca l'augment del nivell superior de les aigües i anegar zones que abans es trobaven a recer de la riuada.

Tenint en compte els cabals d'avinguda calculats a l'alçada d'Aiguafreda, la superfície que ocuparia la làmina d'aigua a cada punt, es podria calcular coneixent el perfil transversal del llit, el gradient hidràulic i el radi hidràulic segons la fórmula de Chézy-Manning (a LINSLEY et alt 1.977) que té l'expressió:

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

on      Q = cabal  
          A = superfície mullada  
          R = radi hidràulic =  $\frac{\text{superfície mullada}}{\text{perímetre mullat}}$   
          S = gradient hidràulic  
          n = coeficient de rugositat

per a aquesta àrea, proposem de prendre:

$$n = 0,042 - 0,052$$

$$S = 0,01$$

amb aquestes dades, doncs, hom pot calcular a cada secció quina és l'alçada que arribaran les aigües amb el cabal corresponent a un determinat període de retorn.

A la Vall de l'Avencó existeixen alguns punts on el perill no és tant per a edificacions, sinó per a algunes obres to-

cant el riu, com és el cas d'algun mur de contenció o el mateix camí que surt d'Aiguafreda pel marge dret, al qual les darreres riuades no massa intenses han anat excavant lateralment (foto nº 6,45).

Les mesures que es poden adoptar davant del perill de riuada, en aquest cas creiem que poden tenir dues sortides. Per un costat i com a solució més senzilla estaria la qualificació de tota la superfície potencialment afectada per les aigües, com a zona no urbanitzable i se la podria deixar per a usos agrícoles, tractant-se a més dels terrenys més productius del sector. De tota manera, com hem comentat abans, els terrenys plans prop d'Aiguafreda no són abundants, i l'activitat industrial té uns requeriments més estrictes en aquest sentit que la urbana. Per tant, hom podria admetre l'ús industrial, sempre que es calculés l'àrea d'afecció (utilitzant per exemple la fórmula de Chézy-Manning proposada) i que es construïssin les corresponents obres de defensa (dics, esculleres ...). La construcció de represes per a laminar les avingudes no la trobem idònia per manca d'espai adequat a la vall del Congost, i per la ràpida colmatació que es produiria a la de l'Avencó.

### 6.3.2.- DANYS AL MEDI NATURAL

#### 6.3.2.1.- Erosió del sòl

Amb una pluviometria que supera amb escreix els 700 mm/any i que en absolut es pot parlar de sec, pot semblar una fotesa el parlar de l'erosió del sòl. És cert que no ens trobem dins d'una regió on aquest problema preocupi massa, però això no treu que sigui greu a algunes àrees.

El problema es fa més palès a l'agricultura. L'àrea agrícola més desenvolupada al sector estudiat

es troba als voltants de Centelles i al Pla de la Garga. Els camps prop del casc de Centelles solen disposar-se en feixes i tenen perfils longitudinals molt plans. En aquest cas, la realització de solcs en llaurar impideix l'efecte de l'escolament difús. Però és a les àrees marginals, sota les Costes del Puigsagordi, on tota la franja de camps que comencen a enfilejar-se pel vessant, mostren símptomes d'erosió, en alguns casos molt greu. L'escolament difús fa veritables estralls, en reduir sistemàticament el gruix del sòl fèrtil, reduint de forma progressiva la capacitat agrícola del terreny. Quan s'arriba a la concentració dels filets d'aigua, sigui per motius antròpics o naturals, (ja hem vist algunes causes a l'apartat de Geomorfologia), dóna lloc al procés d'aixaragallament, la pèrdua del sòl esdevé irreversible i apareix la roca nua, que sol estar composta per lutites i lutites calcàries.

Exemples molt clars del procés d'arrossegament de la cobertora edàfica es poden trobar, com hem dit, per sota les costes del Puigsagordi, a Can Manel (foto nº 6.23), Ca l'Oreneta, Can Corpus, ... fins al mateix coll d'en Taló, al límit Sud del sector estudiat. També es donen processos semblants sota els cingles del Cerdà, al Pla de l'Adorar (foto nº 6.24), i amb menys espectacularitat però amb la mateixa eficàcia a les antigues zones boscoses cremades sota els Cingles del Cerdà i a la Serra de Pineda.

Amb un origen diferent, els voltants del Mas Banyeres, han sofert una ràpida degradació per la pràctica del moto-cross, que amb una rapidesa espectacular ha convertit en el curs de 2-3 anys, un conjunt de feixes en una zona completament erma (foto nº 6.27).

Els materials més afectats són doncs, les lutites i la cobertora de dipòsits detrítics quaternaris que es troben

també damunt d'altres substrats.

Les mesures a adoptar, naturalment, depenen del tipus d'origen que ha donat lloc al procés (quan es pretén fer prevenció) i del tipus de procés. A grans trets podríem definir entre d'altres mesures preventives:

- Utilització de tècniques adequades per a llaurar:
  - evitar fer-ho segons el màxim pendent
  - controlar la profunditat del solc
- Repoblació forestal
- Control d'obertura de vials
- Control de la tala dels boscos
  - mètodes d'explotació
  - arrossegament de la fusta
- Prohibició de les pràctiques de moto-cross i trial restringint-ho als llocs que es creguin més convenients.
- Control de la ramaderia
- Prevenció d'incendis forestals

Mesures correctores:

- Construcció de bancades i solcs transversals de gran amplada
- Tècniques de rotació de cultius i realització de alternants
- Correcció de barrancs (amb repeses i modificació del

perfil longitudinal)

• Repoblació dels talussos artificials

De tota manera s'ha de tenir en compte que quan el fenòmen es troba molt desenvolupat (aixaragallament amb aparició del substrat i formació de "bad - lands"), les mesures de correcció és molt difícil que puguin tenir alguna eficàcia.

No cal dir que les diferents mesures han d'anar precedides d'un estudi exhaustiu que identifiqui i caracteritzi el tipus de procés que es produeix a cada punt determinat, per tal de poder aplicar posteriorment la solució més adient.

6.3.2.2.- Contaminació d'aigües

Malgrat tractar-se d'un sector eminentment rural, un dels principals problemes que apareixen dins la interacció home-medi natural és el de la contaminació de les aigües i que és realment preocupant.

Per a facilitar el coneixement de la problemàtica que suscita la contaminació hídrica, hem elaborat un mapa que hem anomenat "mapa de vulnerabilitat dels aqüífers".

En aquest document s'han assenyalat:

- Àrees on existeix una pol·lució evident de les aigües superficials (per reconeixement visual i/o coneixement de l'origen).
- Punts on s'han localitzat focus potencialment contaminants

- Vulnerabilitat davant la contaminació de les diferents unitats aquífères
- Captacions que caldrien d'una protecció especial per ser utilitzades per a abastament públic

La manca d'informació analítica i de valors reals de la permeabilitat, fa que les valoracions hagin estat realitzades a nivell qualitatiu. Amb tot hem disposat d'unes poques anàlisis d'alguns pous i fonts que han estat cedides amablement pel responsable local de sanitat a Centelles (Farmàcia Ferrandis).

Les aigües superficials en general presenten un fort estat de degradació des del mateix naixement dels cursos fluvials, excepte la Riera de l'Avencó i en part la Riera de Martinet. La natura d'aquesta contaminació és múltiple: agropecuària urbana i industrial.

Estan afectats fonamentalment per aportacions residuals de granges:

- Torrent del Marçó (abans de Centelles)
- Torrent del Gorg Negre
- Torrent de la Llavina

Es produeixen abocaments principalment d'aigües residuals urbanes:

- Torrent del Marçó (després de Centelles)
- Torrent de Xambona
- Torrent de la Gavarra
- Riera de Martinet (afluent que baixa del Muntanyà)

Tot el riu Congost rep tant aigües urbanes com industrials i de granges.

Davant la manca d'anàlisis concretes realitzades als diferents abocaments del sector, indicarem quina pot ser la composició d'aquest residus en funció de dades proporcionades per diversos autors. Segons esmenta O'Callaghan (citada a ANÒNIM 1.976) la producció de residus líquids i la composició produïda per diverses espècies és:

| <u>Animals</u> | <u>Producció</u><br>lt | <u>D.B.O.</u><br>mg/lt | <u>mat.seca</u><br>Kg/m <sup>3</sup> | <u>N</u><br>Kg/m <sup>3</sup> | <u>P<sub>2</sub> O<sub>5</sub></u><br>Kg/m <sup>3</sup> | <u>K<sub>2</sub> O</u><br>Kg/m <sup>3</sup> |
|----------------|------------------------|------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---|---|
| porcs engreix  | 4,5                    | 26.500                 | 95                                   | 6,3                           | 3,7   | 2,3   |
| 100 gallines   | 12,4                   | 41.700                 | 230                                  | 15,0                          | 12,0  | 4,9   |
| vedells 200 Kg | 10,5                   |                        |                                      |                               |   |   |
| vedells 400 Kg | 26,0                   | 15.000                 | 111                                  | 5,1                           | 1,4   | 5,6   |
| vaques         | 32,0                   |                        |                                      |                               |   |   |

A més TAIGANIDES (citada a BALLAY i CATROUX 1.974) dona les següents dades de composició de diferents elements per a residus porquins:

|    |       |      |
|----|-------|------|
| Ca | 5.632 | ppm. |
| Mg | 790   |      |
| S  | 1.438 |      |
| Fe | 275   |      |
| Zn | 59,9  |      |
| B  | 41,9  |      |
| Cu | 15,5  |      |

Cal tenir en compte que el procés de neteja fa augmentar el volum d'afluents produïts, òbviament diluïts (per als porcs s'obté un promig d'11 a 18 lt. per animal i dia, segons es

faci la neteja en sec o hidràulicament).

Els esmentats autors afageixen que el contingut en microorganismes per al porc és al voltant de  $10^8$  gèrmens aerobis per gram, i moltes de les malalties són transmissibles a l'home. Entre els organismes productors de malalties s'hi troben:

Salmonella

Leptospira

Brucella

Escherichia Coli

El cens de bestiar a Centelles l'any 1.980 era de:

470 vaques

3.000 porcs

83.000 gallines i pollastres

per als que calculem un volum total de  $85 \text{ m}^3$  d'afluents diluïts per dia, considerant la dotació de 50, 15 i 20 lt. per exemplar de vaca, porc i 100 gallines respectivament.

Per a les aigües residuals urbanes, METCALF-EDDY (1.977) donen com a composició típica de les aigües:

|                            |                |
|----------------------------|----------------|
| D.B.O.                     | 100 - 300 ppm. |
| D. Q. O.                   | 250 - 1.000    |
| N $\text{H}_4$             | 12 - 50        |
| N $\text{O}_2$             | 0              |
| N $\text{O}_3$             | 0              |
| Cl <sup>(1)</sup>          | 30 - 100       |
| Alcalinitat <sup>(1)</sup> | 50 - 200       |

(1) Com a increment a la quantitat existent a l'aigua d'abas-

tament.

Segons el cens del 1.975 la població dels diferents municipis que es troben al sector era:

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| Aiguafreda:                 | 2.027      |
| Centelles:                  | 5.340      |
| Sant Martí<br>de Centelles: | <u>764</u> |

Total.. 8.131 habitants

i en el supost de producció de 200 lt. d'aigües residuals per habitant i dia, el volum total d'aigües residuals urbanes produïdes seria de 1.600 m<sup>3</sup> aproximadament.

Com que no es disposa de dades sobre la qualitat dels afluents industrials i aquests varien en funció del tipus d'indústria i tipus de procés i nombre de treballadors no hem efectuat cap avaluació del volum i característiques d'aquestes aigües residuals.

La situació de les aigües subterrànies ens és força desconeguda. Les poques anàlisis que s'han indicat a la taula n<sup>o</sup> 6.3.2-1 no poden ser representatives del conjunt dels aqüífers, ja que molt sovint depenen de les característiques de l'entorn més immediat. No deixa de ser preocupant però, que algunes fonts i establiments públics presentin un cert grau de contaminació bacteriològica (no volem dir amb això que hi hagi perill immediat per a la salut pública, perquè ens consta que en aquests casos hi ha hagut un posterior tractament d'aigua per cloració), perquè no sempre es poden controlar les sorgències i captacions.

En els casos de la font del Masat i de les Escoles Nacionals noves Ildefons Cerdà, ambdós es troben a l'Oest del casc ur-

| POU 0 FONT                              | Font de Tar-<br>rades. | Font del<br>Marçó | Font del<br>Xumet | Font del<br>Masat | Esc. Na-<br>cionals<br>I. Cerdà | Es. Naci-<br>I. Cerdà<br>(ed. nou) | Pou nº 10 |
|---|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|------------------------------------|-----------|
| Data d'anàlisi                          | 10/7/80                | 10/7/80           | 10/7/80           | 10/7/80           | 10/9/79                         | 14/9/79                            | 10/7/73   |
| Bacteris aerobis<br>totals en 1ml.      | 700                    | 7500              | 810               | 8330              | 1200                            | 60                                 | 50        |
| Bacteris coliformes<br>(en 100 ml.)     | 0                      | 0                 | 0                 | 100               | 30                              | 10                                 | negatiu   |
| . Escherichia Coli                      | --                     | --                | --                | positiu           | positiu                         | positiu                            | --        |
| . Citrobacter freundli                  | --                     | --                | --                | --                | negatiu                         | negatiu                            | --        |
| . Klebsiella aerògenes                  | --                     | --                | --                | --                | negatiu                         | negatiu                            | --        |
| Estreptococcus (en 10ml.)               | negatiu                | negatiu           | negatiu           | negatiu           | negatiu                         | negatiu                            | negatiu   |
| Clostridium                             | 0                      | 0                 | 0                 | 0                 | 175                             | 0                                  | --        |
| Bacteris aerobis<br>esporulats en 10ml. | --                     | --                | --                | --                | --                              | --                                 | negatiu   |
| Qualificació de<br>l'aigua              | potable                | potable           | potable           | no potable        | no pot.                         | no pot.                            | potable   |

Taula nº 6.3.2-1

Anàlisis bacteriològiques efectuades a alguns pous i fonts de Centelles.

bà, i aigües amunt d'aquest. La presència de granges de porcs pels voltants pot ser sospitosa, però no es pot fer cap afirmació davant la manca d'un estudi rigorós (cal fer notar a més que malgrat tractar-se de materials que hem assenyalat poc vulnerables, la presència de petits bancs de gresos o lutites més compactes, pot facilitar la circulació relativament ràpida per fissures).

Tampoc no es disposen dades de la urbanització del Montanyà, però un fet que hem comprovat és que les aigües residuals que són abocades al torrent afluent de la riera de Martinet s'infiltrin quasi completament en arribar al nivell de calcàries triàsiques.

La situació de protecció de les captacions per abastament de les poblacions, segons el que acabem de veure, pot ser precària. La major part de captacions exploten aqüífers molt vulnerables per filtració, i el perill d'una ràpida transmissió dels productes contaminants pot ser greu. El fet que el tipus d'activitats potencialment contaminants que es troben a les àrees de descàrrega d'aquests aqüífers, produeixen fonamentalment una pol·lució bacteriològica i orgànica que pot ser sistemàticament combatuda per les instal·lacions de desinfecció que es troben a les mateixes captacions o als dipòsits reguladors no exclou el perill potencial.

Com hem vist en la composició d'excrements animals, existeix un percentatge elevat de metalls pesants i de nitrògen que no són controlats gairabé mai a les anàlisis realitzades. El control, doncs, de l'adobat amb femta que es realitza a algunes zones de recàrrega, és una tasca a dur a terme.

Molt més perillós és en canvi, la construcció de basses per emmagatzemar els residus líquids animals que són fonts permanents de contaminació amb alta concentració o també les basses i dipòsits de residus industrials, en general, de pe-

lleries que es troben a les vores del Riu Congost damunt de materials fortament fissurats (foto nº 6.50).

Les mesures a adoptar, com és lògic, suposar, dependran del cas on ens trobem, no tant sols a nivell del tipus d'activitat potencialment contaminant, sinó també del tipus d'aqüífer.

Com que la correcció d'un aquífer contaminat és molt difícil i a més lenta i cara, pensem que les mesures han d'ésser bàsicament de tipus preventiu.

- Sobre els aquífers:

- Elaboració de normatives de tipus regulador d'abocaments a les àrees considerades com a vulnerables o molt vulnerables.
- Establiment de paràmetres de protecció per a les captacions

- Sobre els abocaments:

- Establiment de plans de sanejament de les aigües residuals urbanes i industrials (existeix actualment una comissió constituïda per representants dels Ajuntaments de la Conca del Besòs per a formar un consorci de municipis afectats per endegar un pla d'aquest tipus).
- Per als residus de granges, donada llur dispersió espacial, no és viable econòmicament construir un col·lector que reculli els afluents de totes, com tampoc no ho és l'instal·lar estacions de tractament completes a cada una d'elles. La solució més idònia entenem que seria la digestió anaeròbia amb obtenció de metà amb escampament pels camps del fang resultant, o fermentació aeròbia dels afluents diluïts amb filtratge i distribu-

ció controlada per aspersió. L'inconvenient més greu d'aquest sistema és que aquesta forma d'adobat només es pot efectuar a determinades èpoques del creixement de les plantes per a poder ser assimilats. Una distribució puntual excessiva o una menys intensa però continuada provocaria problemes de mineralització del sòl i contaminació de les aigües residuals.

#### 6.3.2.3.- Eliminació de residus sòlids urbans

Els abocadors d'escombraries presenten com un dels riscos més evidents, la possibilitat de contaminació de les aigües. No obstant, degut a que afecten al medi natural en altres aspectes, tot presentant una problemàtica específica, ens hem estimat més de considerar-los en un apartat propi.

Al sector d'estudi es pot parlar de dos punts permanents i reconeguts per a l'abocament de residus sòlids urbans, un a Centelles, al costat de la carretera que va a Sant Felau de Codines, i l'altre als Hostalets de Balenyà, al paratge anomenat Pla de les Forques, al costat de la C.N-152, i sobre el Gorg Negre (fotos nº 6.46 i 6.47). Existeixen a més, altres punts d'abocament però no són reconeguts "oficialment" com a tals, com són els que es troben al costat del cementiri d'Aiguafreda o dalt de la Urbanització del Muntanyà.

Els perills d'un abocador d'escombraries són diversos i els impactes sobre el medi natural poden considerar-se sota diferents punts de vista. Tal com ja ha estat indicat diverses vegades (APWA 1.976, GABINETE TECNICO DE LA DIPUTACION DE BARCELONA 1.977, COROMINAS I BATLLE 1.981, MOPU 1.981,

etc...) els principals constreyniments que dóna lloc l'abocament de residus són:

- Possibilitat de contaminació per formació de
- Formació de gasos i perill d'explosions
- Incendis i contaminació atmosfèrica
- Sorolls i olors
- Presència de mossegadors, insectes i altres animals nocius
- Escampament de residus pels voltants
- Degradació paisatgística

Les tècniques d'abocament de residus requereixen d'un mínim de condicions prèvies i durant el funcionament de l'abocador per tal que l'activitat no pugui provocar impactes negatius. Quan això succeeix hom parla d'abocador controlat. PAVONI et al (1.975) defineixen l'abocador controlat com aquell que aconpleix les tres condicions següents:

- Recobriment diari dels residus amb terra
- Absència d'incineració incontrolada
- Absència de contaminació de les aigües al voltant del lloc

Dels diferents abocadors que es localitzen al sector de Centelles-Aiguafreda, només el d'Hostalets pot ser titllat de parcialment controlat, la resta són clarament abocadors incontrolats. Hem realitzat un petit diagnòstic dels dos abocadors que són utilitzats de forma reconeguda.

#### Abocador de Centelles

##### VEGETACIÓ

- Distància bosc: + 200 m.

- Distància cultius: 0 m.

#### INFLUÈNCIA HUMANA

- Distància vivenda: 2 a menys de 200 m.
- Distància població: ± 500 m.

#### MORFOLOGIA

- Tipus: vessant
- Volumetria: il.limitada

#### GEOLOGIA

- Litologia: lutites calcàries i petits bancs de gresos
- Tectònica: diaclasació N-S
- Material de recobriment: algunes margues dels voltants però molt limitat en volum

#### GEOTÈCNIA

- Ripabilitat: baixa
- Estabilitat de talussos: en general estables

#### HIDROLOGIA SUBTERRÀNIA

- Permeabilitat: baixa
- Sorgències: no

#### GESTIÓ

- Inexistència de tanca protectora
- Manca de vigilant
- No hi ha maquinària per treballar la brossa
- No s'efectua recobriment de les escombraries

- Es produeix autocombustió
- Escampament de plàstics i papers en un radi de 100 m.
- Petites explosions molt disperses en el temps
- No s'ha observat presència d'animals nocius

#### OBSERVACIONS

Les aigües de rentat de la pluja desguassen al torrent de la Llavina, dins la zona d'alta facilitat d'infiltració i pròxima a la captació per abastament de Centelles pou nº 13. La combustió elimina gran part de la matèria fermentable pel que la producció de lixiviats serà molt reduïda.

#### COMENTARI

Es tracta d'un abocador molt malament gestionat i excessivament visible. El substrat no és massa desfavorable, però hi ha escassetat de material de recobriment.

#### Abocador dels Hostalets de Balenyà

#### VEGETACIÓ

- Distància a bosc: 200 m.
- Distància cultius: 50 m.

#### INFLUÈNCIA HUMANA

- Distància vivenda: † 200 m.
- Distància població † 500 m.

#### MORFOLOGIA

- Tipus: vessant-fons de vall

- Volumetria: menys de 50.000 m<sup>3</sup>

#### GEOLOGIA

- Litologia: gresos calcaris i quelcom de lutites
- Tectònica: diaclasació N-S i E-W
- Material de recobriment: sorres i lutites d'alteració de margues en quantitat molt limitada

#### GEOTÈCNIA

- Ripabilitat: baixa
- Estabilitat de talussos: talús de l'antic abocador abandonat inestable amb esquerdes formades (foto nº 6.51)

#### HIDROLOGIA SUBTERRÀNIA

- Permeabilitat: quelcom permeable per fisuració
- Sorgències: al Gorg Negre i per a l'abastament de Centelles

#### GESTIÓ

- Inexistència de tanca protectora
- Manca de vigilant
- No hi ha maquinària fixa, però es realitza el recobriment de les escombraries periòdicament. Sembla utilitzar-se el mètode de cel·les
- No hi ha incendis ni explosions
- No hi ha escampament de plàstics ni de papers
- No hi ha presència d'animals nocius

## COMENTARI

La gestió sembla força correcta, si bé manquen petits detalls, com la manca d'encerclat o de vigilant per evitar abocaments pirates. La presència de materials fisurats i captacions d'abastament públic a les proximitats desaconsella l'emplaçament.

Com que no es pot evitar la producció de residus, les mesures han d'anar dirigides a cercar el mètode d'eliminació més idoni. L'abocador controlat ens sembla a curt termini el mètode més eficaç, el qual per abaratir costos d'explotació i permetre l'adquisició de maquinària, hauria d'ésser mancomunat entre diversos municipis (fins i tot més dels considerats al sector estudiat).

En qualsevol cas ha d'ésser obligat la realització d'un estudi d'impacte ambiental que determinés els principals constreyniments i avantatges del lloc o llocs a escollir, i que establís la idoneïtat de l'activitat.

Les solucions de la incineració i del compostatge-reciclatge volen unes produccions diàries pròximes a la centena de tones per a permetre una amortització mínima i que els preus d'explotació no siguin excessius. La baixa densitat de població de l'àrea, ni encara que es considerés la solució mancomunada, desaconsella en principi aquests mètodes d'eliminació.

### 6.3.2.4.- La indústria extractiva

De la mateixa manera que els abocadors de residus sòlids, l'explotació de pedreres és una activitat que pot produir determinats impactes ambientals, que no es limiten a l'afecció de les

aigües, sinó que poden modificar diversos aspectes del medi natural i de les implantacions humanes.

Les nombroses àrees d'extracció que es troben al sector han produït importants modificacions en la fesonomia del conjunt, essent fàcilment constatable des de nombroses punts d'observació. Podem definir diversos tipus d'impactes:

- a) canvi d'ús
- b) paisatgístic
- c) morfològic
- d) contaminació d'aigües
- e) explotació
- f) altres modificacions

#### Canvi d'ús

El més evident i que s'ha produït de forma generalitzada ha estat el pas de zona forestal a zona erma. Aquest canvi d'ús podria ser només temporal, si com veurem més endavant s'adoptessin mesures de regeneració del lloc una vegada hagi finalitzat l'explotació. No obstant aquest no és el cas de totes les explotacions que fins ara han deixat de ser actives al sector, i aquest canvi d'ús ha resultat ésser permanent. La dificultat de la vegetació en tornar a arrelar de forma natural és molt gran si es té en compte que s'ha deixat un substrat rocós desprovisit de sòl vegetal. En alguns casos, s'ha arribat a instal·lar-hi matoll de forma dispersa (pedreres nº 1 a 6 del mapa de roques industrials, per exemple).

La posta en marxa d'una explotació no tan sols provoca canvis al lloc mateix de l'extracció, sinó que sol generar una franja d'amplada més o menys variable que queda condicionada per l'existència de l'activitat. De la mateixa manera, petits

camins, corriols o pistes estretes es transformen i eixamplen per deixar pas a la maquinària que ha de desplaçar-se per la zona.

### Impacte paisatgístic

Es tracta d'una de les modificacions més clares que a més es palesa de manera immediata. En aquest sentit un dels factors que intervé és la localització del front d'extracció, però també influeix la magnitud de l'explotació. La major part d'explotacions abandonades són difícilment localitzables degut a que la tecnologia gairebé manual no ha donat lloc a grans talussos ni obertures de l'espai, pel que solen restar força protegides en l'aspecte visual.

El cas de les pedreres nº 14 i 15 és un exemple d'això que diem, però que és difícilment corregible (foto nº 6.48). No obstant la visió des de la carretera N-152 gairebé és nul·la. En canvi, una pedrera amb també un ample front d'explotació com és la nº 18 (foto nº 6.38) presenta una pantalla visual que és el Pla de les Forques que la protegeix de les vistes del costat Nord i Oest, mentre que la direcció del front d'explotació també la resguarda del costat Sud.

### Transformació morfològica

El trencament del perfil natural en aquest cas és obligat. El resultat serà l'obtenció de talussos més o menys verticalitzats sobre els quals posteriorment poden actuar-hi d terminats processos geològics, com és ara l'aixaragallament quan els materials ho permeten (lutites) o també donar lloc a l'aparició d'una dinàmica d'inestabilització dels talussos artificials amb els corresponents desprendiments i esllavissaments.

El disseny de la plataforma d'extracció és també important, ja que cal donar una sortida natural a les aigües d'escorrentiu i evitar embassaments artificials provocats per les pluges. Les pedreres en esquistos nº 7, 8 (Foto nº 6.37) o 11, són exemples de talussos inestables que en alguns casos són definitius amb el consegüent perill, ja que res no priva la visita al recinte abandonat.

Els dipòsits de material de rebuig no aprofitable, constitueixen certament una altra modificació morfològica. Normalment solen ser abandonats al costat mateix de la pedrera, com s'ha fet a les pedreres que exploten els gresos del Buntsandstein (nº 1 al 6) o els esquistos paleozoics (nº 8 a 10) interrompent en algunes ocasions de forma parcial el curs dels torrents.

#### Contaminació d'aigües

Moltes de les unitats litològiques que s'exploten o han estat explotades constitueixen, com hem vist, nivells aquífers. En algunes ocasions el nivell freàtic aflora a la superfície (pedreres nº 5 i 6) amb la possibilitat d'entrar en contacte directe amb la pols o els greixos i olis de la maquinària d'explotació, si bé, sense la necessitat que això passi, la infiltració d'aquests productes pot donar lloc a variacions en la qualitat de l'aigua.

El rebuig de les instal·lacions també pot ser un focus potencial de contaminació, com ens trobem a l'explotació de calç (pedrera nº 15) que són escampats tant per contacte directe o amb l'ajut del rentat de la pluja es produeix un aport per escorrentiu superficial cap el riu Congost.

#### Impacte d'explotació

Es tradueix fonamentalment en tres efectes:

- Formació de pols
- Sorolls
- Vibracions per voladures

La vall del Congost de fet és una canal d'aire que permet d'arribar amb facilitat un vent constant com és la marina-da, que sol fer-ho pels volts de mig matí (10-11 h.). Això es tradueix en que les àrees boscoses que es troben al nord de l'explotació reben els efectes de l'acumulació de pols a la capçada com passa a la pedrera nº 18 (foto nº 6.49), i que en aquesta ocasió el fenomen beneficia els veïns de la urbanització del Muntanyà que es troben dalt de l'Hostal d'en Pinós, a menys de 200 m. al Sud de la pedrera nº 14, però precisament aquesta proximitat és fa estar exposats a les vibracions que es produeixen a les voladures, i al tragi dels camions i la maquinària de les instal·lacions de molturació i garbellat.

Igualment el desplaçament de la fauna que habita els boscos dels voltants, es veu forçada a efectuar variacions del seu trajecte, si bé això no ho hem pogut comprovar.

#### Altres modificacions

Altres impactes, i que no tenen perquè ser secundaris, són la intercepció d'antics camins que han quedat tallats o se'ls ha forçat a donar llargues voltes per evitar el pas per la zona. Tampoc no s'ha pres en ningun dels casos cap mena de protecció vers la cobertora edàfica que permetria sustentar la població vegetal, i que en el cas de reutilització de l'espai hauria estat interessant de conservar-la.

Un altre aspecte no comprovat és la possibilitat que per

tractar-se d'aquífers per filtració, l'efecte de les volades pot donar lloc a modificacions en el règim de circulació de les aigües subterrànies. Però com hem dit, no tenim detalls que ens ho permetin suposar.

Una consideració que creiem fonamental és la possibilitat de recuperació de l'espai una vegada hagi acabat l'exploració. Fet que fins ara no s'ha realitzat mai dins el sector i que té unes connotacions econòmiques en absolut menyspreables. Existeixen diverses experiències fora de casa nostra (BARALDI i CALVINO 1.975, PRIMEL 1.978, BOUCHERON i PIALAT 1.979, ARCHIMBAUD et al 1.981 ...) des de la utilització com a abocadors controlats d'escombraries, fins a la regeneració de la vegetació, creació de llacs artificials i donar un ús a l'àrea per esbarjo, ús agrícola o per a edificació, etc.

Per aconseguir aquesta recuperació cal que la pedrera es deixi en determinades condicions, com ara, talussos estables, sanejats amb baix pendent, reforestació del vessant per a evitar problemes d'aixaragallament, conservació de la cobertura edàfica per a facilitar la reforestació .... entre altres.

Les mesures a proposar en aquest cas poden ser d'efectivitat molt dubtosa perquè un gran nombre d'explotacions han estat abandonades en aquests moments i d'altres ja estan explotant sense haver pres determinades precaucions.

En tot cas pensem que hi ha algunes coses que podrien ser factibles:

- Control dels talussos finals de l'explotació i llur sanejament
- Repoblació dels vessants
- Control de l'abocament dels rebuigs

De cara a futures concessions, és necessària la realització d'estudis d'impacte on s'especifiquin les modificacions previsibles sobre el medi, la tecnologia d'explotació, creació de pantalles visuals i el projecte de recuperació de l'espai, amb especificació de les etapes amb què aquesta s'aniria realitzant.

#### 6.3.2.5.- Destrucció del patrimoni cultural, científic i paisatgístic

El preu d'algunes actuacions incontrolades l'ha hagut de pagar moltes vegades el conjunt de la societat. Alguna malversació en l'ús dels recursos naturals, com és la contaminació de les aigües ha dut paral·lelament la pèrdua d'uns espais que eren freqüentment visitats a les hores de lleure, com són les ribes dels rius i torrents. Això que deiem es veu de forma clara quan es compara amb el grau d'utilització com a zona de lleure, esport o acampada que presenta la vall de l'Avencó i que determina la netedat de les seves aigües.

Llocs que antany eren visitats per llur bellesa, com ara el Salt del Gorg Negre o els voltants de l'ermita de Sant Antoni, o la pollancreda prop de Can Rossell a la Riera de la Llavina són ara completament oblidats.

Un perill potencial que encara no s'ha consumat pot ser la desaparició del jaciment fossilífer del Gorg Negre per expansió de la pedrera nº 18, i que en cas de produir-se significaria la pèrdua d'un dels jaciments considerats més interessants del Triàsic del sector Nord-Oriental de Catalunya.

Les mesures a adoptar pensem que han d'ésser amb caràcter preventiu. Bé és cert que en alguns casos es poden realitzar actuacions de recuperació, com ara en el cas de depurar les aigües, també es podria arribar a la reutilització de l'espai. No obstant, en d'altres casos la recuperació pot ser impossible. Per tant es tracta de donar normes legals acollint-se a la Llei 11/1.975 d'espais naturals protegits, per facilitar a l'Administració de l'Estat i les Corporacions locals la declaració de diverses figures proteccionistes.

Del sector estudiat una gran part s'inclou dins del Parc Natural del Montseny, el qual dissortadament no disposa de les mesures de control suficients com per evitar determinades actuacions il·legals que s'han fet (sobretot extraccions de roques i destrucció de masies). Pensem que també alguns dels punts que hem esmentat en parlar de punts d'interès (apartat 6.2.9) haurien d'incloure's dins la figura de reserves integrals d'interès científic que contempla l'esmentada llei.

De la mateixa manera es poden fixar itineraris didàctics permanents que podrien anar acompanyats amb la creació d'escoles de la Natura, tal com ja existeixen algunes experiències al Bosc de Can Deu a Sabadell, al Bosc de Santiga, Santa Maria de Queralt (Berga), Montseny, Sant Llorenç de Munt i altres.

### 6.3.3.- PERJUDICIS SOBRE LES ACTIVITATS HUMANES PER MODIFICACIONS PRODUIDES AL MEDI

La Natura sol tenir una gran inèrcia davant dels canvis que es produeixen, i quan un procés natural es modifica, la variació és tan lenta que gairebé no ens adonem que es produeix. Només al cap d'un temps més o menys llarg s'arriba a constatar l'existència d'aquesta modificació, i amb tot, quan no es disposa

de referències inicials pot no arribar-se a identificar.

Algunes transformacions, pel contrari, són immediates perquè la intensitat de la modificació és molt elevada. No volem dir amb això que tota modificació hagi de ser forçosament negativa per a les activitats humanes, ja que en algunes ocasions el benefici que s'obté és superior a les desventatges, en d'altres la cosa no és tan evident.

### Modificacions sobre el règim de les aigües

Com a exemple del que a primer cop d'ull podríem dir que el benefici supera (?) els inconvenients, tenim el cas de la construcció de les mines de Vinyoles que permeten part de l'abastament al poble de Centelles. Segons els testimonis de l'època, un gran nombre de fonts dels voltants o es varen eixugar o van minvar considerablement el cabal de sortida: Font Calenta, Font de Banyeres.... i fins i tot la font de la Tosquera d'en Pujol, prop de Sant Martí de Centelles. Es desconèixen els règims de cabals inicials i quin és el balanç de la modificació.

Un cas semblant és el de la Font Grossa al Torrent de la Llavina, que la construcció del pou nº 13 també per a abastament de Centelles vamotivar la devallada brusca del cabal, i la inactivitat forçada del Molí de la Llavina que aprofitava aquestes aigües des de molts anys enrera.

El benefici és molt més dubtós quan es considera els aspectes de contaminació de les aigües. El riu Congost ha estat molt aprofitat, sobretot a partir de la Garriga, on una important xarxa de canals de rec permetia nombrosos cultius d'horta. El risc sanitari que representa el regar la verdura que es menja crua amb aigües gairebé residuals, ha menat a la inutilització d'aquests recs, malgrat tenir la conces-

sió com a comunitat de regants, o a la utilització imprudent amb el corresponent perill per a la salubritat pública que això representa. Naturalment, cap mena d'indemnització s'ha produït en aquest cas, i en aquest sentit ha ajudat el fet que la degradació no fos sobtada sinó un fenomen progressiu.

La mateixa consideració es pot fer amb la contaminació dels aqüífers, si bé el procés és encara molt més lent i els efectes no es poden constatar de forma generalitzada.

Finalment, un exemple de gestió incorrecta del medi, ha estat la interrupció de torrenteres sense donar-los sortida. Al poble d'Aiguafreda el camí paral·lel a la carretera N-152 que comunica per darrere l'Hostal de la Polla al barri de la Llobeta, ha interceptat el pas d'un parell de torrenteres. El resultat ha estat l'excavació de sengles barrancs que han arribat a tallar el camí. En un dels casos, s'ha construït una casa a l'altra banda del camí i és sistemàticament anegada per les aigües del torrent quan es produeixen pluges de gran intensitat (foto nº 6.54).

#### Pèrdua de productivitat agrícola

El procés d'erosió del sòl no és un fet exclusivament antròpic, ans al contrari, en algunes ocasions és precisament la intervenció de l'home amb la construcció de marges el que ha permès de conservar i millorar la qualitat edàfica dels seus conreus.

L'efecte invers que hem constatat a algunes àrees molt concretes, sobretot amb l'ajut de tècniques de cultiu que considerariem com arriscades, afavoreix l'eliminació dels corresponents horitzons, o canvia l'estructura del sòl amb l'acumulació excessiva de dipòsits lutítics a les parts

baixes dels camps. Tot això en definitiva es tradueix en una minva de fertilitat del sòl i rendiment de les col·lites.

### Inestabilitat de talussos artificials

Aquest fenomen es dona de forma gairebé exclusiva a l'obertura de vies de comunicació, pels processos que hem definit a l'apartat de Geomorfologia. Una àrea identifiquem com especialment sensible a aquest tipus de processos i és tot el massís paleozoic constituït per esquistos on els diferents tipus de lliscaments han provocat la interrupció parcial d'alguns dels camins que s'enfilen cap a la Calma. També l'excavació dels dipòsits que constitueixen les tarteres originen el desplaçament dels blocs acumulats tot envaint els camins i ocupant parcialment la calçada (foto nº 6.52).

Altres inestabilitzacions s'han produït a la línia de ferrocarril de Barcelona a Sant Joan de les Abadesses, on els desprendiments dels conglomerats i esllavissades de lutites de l'Eocè inferior, han donat lloc a la suspensió de la circulació dels trens, fins que l'eixamplament i la reducció d'alçades dels talussos inicials ha corregit gran part dels problemes (foto nº 6.53).

Les mesures que s'han de prendre en aquests casos, tot i ésser molt diferents uns dels altres, són de tipus preventiu. A l'hora de fer un determinat abocament, o de realitzar el projecte d'obertura d'un vial, ... etc. cal analitzar quin serà el canvi produït en la dinàmica del medi. A la major part de casos, (llevat de la contaminació d'aqüífers) es poden trobar mesures tècniques de correcció que reorientin en un temps relativament curt, la marxa del procés, però òbviament amb uns costos de vegades no menyspreables.

#### 6.3.4.- GESTIÓ DELS RECURSOS

##### Recursos hídrics

Segons les dades aproximades que ens han proporcionat les empreses subministradores d'aigua als nuclis de Centelles, Aiguafreda i l'Abella (pertanyent a Sant Martí de Centelles), i les dades obtingudes a partir de l'inventari de pous (vegi's annex), els consums actuals són els següents:

|                   |                           |
|-------------------|---------------------------|
| Centelles         | 1.400 m <sup>3</sup> /dia |
| Aiguafreda        | 530 "                     |
| l'Abella          | 200 "                     |
| Inventari de pous | 996 "                     |
|                   | <hr/>                     |
|                   | 3.126 m <sup>3</sup> /dia |

que correspon a un consum anual de 1,14 Hm<sup>3</sup>, el qual comparat amb el volum anual de recursos que s'aporten per infiltració, implica un superàvit de

$$1,866 - 1,14 = 0,726 \text{ Hm}^3/\text{any}$$

Aquest superàvit es relativitza considerant dos factors que creiem importants:

- L'aportació de pluges no és homogènia sinó que presenta unes oscil·lacions interanuals de gran magnitud, amb èpoques de més sequedat i lògicament, de menys garanties de cabal. A més, les variacions pluviomètriques mensuals poden donar igualment dèficits pluviomètrics localitzats en els mesos d'estiu.
- La localització de les captacions tampoc no és homogènia i no es realitza un aprofitament in-

tegral dels aqüífers, no existint garantia doncs, de cobrir els recursos potencials.

Les mesures que es poden adoptar per a un millor aprofitament dels recursos potencials, seria la prospecció hidro-lògica amb la posterior construcció de les corresponents captacions als aqüífers que, al nostre entendre, no estan prou explotats: calcàries del Cerdà, gresos calcaris de les Costes del Puigsagordi.

Amb tot no seria d'estranyar a mig termina la insuficiència dels recursos davant un augment de les demandes (encara que sigui el vegetatiu). En aquest cas caldria afinar molt més en l'avaluació dels recursos realment explotables de cada unitat aqüífera amb la realització dels corresponents balanços, i preparar mesures tendents al reaprofitament de les aigües i la recerca de nous recursos a àrees pròximes al sector.

#### Recursos en roques industrials

L'oferta en roques industrials no presenta gaires problemes per a l'abastament en àrids i calç que necessiten exportar llur producció perquè no hi ha prou mercat a dins el sector per a absorbir-los. Les reserves són elevades i els ritmes d'explotació actuals amb la recessió econòmica i la crisi de la construcció són realment baixos.

No presenta les mateixes perspectives l'àmbit de l'explotació de les roques ornamentals, que només presenten alguna quantitat de recursos potencials a l'àrea del Cerdà, on mentre es mantingui l'actual explotació artesanal es poden considerar com reserves il·limitades. No és tan clara l'explotabilitat dels esquistos, que malgrat hem avaluat uns recursos explotables de  $1,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , la realitat depèn de com s'apliqui la normativa del Pla Especial del Parc Natural

del Montseny, on a l'article 17.5 a 17.8 referent als usos a l'àrea de Pre-parc condiciona l'explotació a la protecció de l'equilibri ecològic, l'ambientació i paisatge, i exigeix a més una restitució del paisatge natural.

No hi ha perspectives d'explotació dels gresos del Buntsandstein perquè es troben de ple dins l'àrea de Parc, on es prohibeix explícitament llur explotació (article 4.3 de la Normativa del Parc).

## 7.- SECTOR MOLLET-MONTORNÈS

### 7.1.- INTRODUCCIÓ

Aquest sector agafa part dels municipis de La Llagosta, Mollet del Vallès, Sant Fost de Campsentelles, Martorelles, Parets del Vallès, Montmeló, Montornès i Vilanova del Vallès i Granollers, seguint preferentment les valls dels rius Besòs, Tenes, Congost i Mogent, a la vora sud de la Depressió Pre-Litoral en contacte amb la Serralada Litoral.

Els documents cartogràfics obtinguts han estat els següents:

- Mapa de situació de la informació litològica i geotècnica
- Mapa de situació de la informació hidrogeològica
- Mapa de pendents
- Mapa litològic
- Mapa de gruixos del quaternari al.luvial
- Mapa d'isòbates del substrat de la zona al.luvial
- Mapa hidrogeològic
- Mapa de vulnerabilitat dels aqüífers

Hem tractat a més dintre la memòria, les característiques geotècniques dels terrenys, sismicitat, hidrogeoquímica i qualitat de les aigües, i els recursos en roques industrials.

En aquest cas, ha estat d'un ajut inestimable les dades proporcionades per diverses empreses que han permès la delimitació geomètrica dels al.luvials tot facilitant la possibilitat d'obtenir algunes deduccions interessants, i l'aportació de paràmetres quantitius. No obstant a algunes zones, la informació no ha estat prou densa (Vall del riu Mogent, estret de Montmeló) i en algun mapa aparéixen zones en blanc que han estat preferibles abans de fer suposicions que fossin susceptibles d'error.

La major part de les dades recopilades i resumides es troba als Annexos nº 2,3,4 i 5.

7.2.1.- EL RELLEU

El sector de Mollet-Montornès es troba a cavall de dues importants unitats estructurals de Catalunya: la Serralada Litoral i la Depressió Vallès-Penedès. La diferent composició litològica que, com veurem, compon a aquestes unitats, es tradueix en un diferent comportament davant l'erosió que dona lloc a relleus diversos.

De tota manera, l'absència d'una gran complicació tectònica o de processos actius molt divergents, permet d'obtenir una certa monotonia en el paisatge resultant, i que es el primer que hom s'adona en observar el paisatge d'aquest recó del Vallès.

7.2.1.1.- Unitats del Relleu

A grans trets podem identificar (Foto nº 7.1) :

Serralada Litoral

Arrenglerada en direcció SW-NE paral·lelament als rius Besos-Mogent, representa els relleus més alts i abruptes del sector estudiat. Malgrat tot però, presenta els cims arrodonits sense existir trancaments bruscos dels perfils. S'acaba de sobte en arribar a les valls dels cursos principals, llevat de l'illot del Turó de Les Tres Creus que destaca enmig de la vall i que des del punt de vista litològic ha de pertanyer a la serralada.

Turons miocens

Es troben disposats en la direcció N-S, minuant llurs alçades a mesura que s'acosten al límit meridional de la Depressió. Formes arrodonides i suaus, són les característiques d'aquests turons, que no arriben a assolir ni tan bon tros les alçades de la Serralada Litoral.

Valls fluvials (Foto nº 7.2)

Són extenses plataformes de molt poc pendent, quasi horitzontals, formades per l'acumulació de sediments al·luvials. L'única distorsió són els marges de les terrasses antigues que bàsicament apareixen a la riba dreta dels tres rius tributaris principals (Congost, Tenes i Mogent) i que poden atènyer alçades de 6-7 mt. sobre el nivell de la plana al·luvial més extensa. Aquests desnivells que només s'identifiquen al marge esquerre, en tot cas, com a petits resalts d'un parell de metres (Riu Tenes) i que només apareixen en una petita part del trajecte, desapareixen completament en formar-se el riu Besós.

7.2.1.2.- La distribució de pendents

El mapa de pendents corresponent a aquest sector, ha estat elaborat a partir dels mapes topogràfics de la Diputació Provincial de Barcelona a escala 1/5.000, i posteriorment s'ha reduït a escala 1/10.000. Els intervals han estat els mateixos i pels mateixos motius que al Sector de Centelles-Aiguafreda, és a dir:

|       |   |
|-------|---|
| 0-2   | % |
| 2-5   | % |
| 5-10  | % |
| 10-20 | % |
| 20-35 | % |
| + 35  | % |

i els resultats s'han anat obtinguent fent córrer una escala graduada en pendents (en tants per cent) que es col·locava entre corba i corba de nivell consecutives i s'indicava sobre el mapa el pendent que corresponia a cada separació de les corbes. Després de fer tot l'escombrat del mapa amb l'escala graduada s'han traçat les línies d'igual interval de pendent.

La distribució d'aquests pendents a les unitats que hem definit patilles arunt, és força homogènia.

### Serralada Litoral

D'antuvi cal diferenciar els relleus amb substrat metamòrfic del granític. En el primer cas, els esquistos donen lloc a pendents en general superiors al 35% (molt sovint superior al 50-60%), excepte a les zones de carena que oscil·la entre el 20 i 35%.

Als relleus granítics, en canvi, el pendent és més suau degut a que l'alteració química que l'afecta el fa més erosionable. El pendent es de l'ordre del 10-20%, encara que a les parts inferiors en contacte amb les valls, i a dalt els cims, el pendent minva a un 5-10%.

### Turons miocens

El pendent més generalitzat es entre 5-10%, si bé a mig vessant sol trobar-se un pendent entre 10-20%. En alguns punts aïllats i sobretot a la zona de carenes, apareixen pendents inferiors al 5%.

Els pocs sectors que ofereixen més del 35% del pendent corresponen als talussos artificials oberts durant la construcció de les autopistes i el ferrocarril.

### Valls fluvials

Els cursos principals tenen un pendent molt suau que sol ser inferior a 3%, i només a les cares on pot haver alguna relació amb alguna terrassa superior (existència de dipòsits col·luvials al contacte), el pendent s'eleva al 3-5%.

Els vanges de les terrasses donen pendents del 10-20% i localment alguns superficials (sims i tot + 35%).

Les valls laterals (Sierra del Caganell, Sierra Vaca, Sierra de Vallromanes...) tenen pendents de pendent del 2-5% en tot el seu recorregut.

## 7.2.2.- LITOLOGIA

La proximitat de l'àrea d'estudi a Barcelona, ha fet que hagin estat realitzats nombrosos treballs sobre els diferents materials que hi afloren. Les primeres realitzacions en alguns casos proposaven una litoestratigrafia que ha estat modificada en estudis posteriors. Per tal de no carregar la lectura en qüestions que actualment són conegudes bastament, ens limitarem a citar els treballs més moderns i que recullen les aportacions dels anteriors.

### 7.2.2.1.- Descripció litoestratigràfica

La varietat de materials i èpoques que afloren al sector estudiat, és en certa manera quelcom restringida, mancant-hi completament tot el Secundari i gran part del Primari i Terciari.

#### Materials Paleozoics

##### . Cambro-Ordovícic

Es tracta de materials afectats pel metamorfisme de contacte lligat a les intrusions de granits i granodiorites tardihercinians. Són pissarres satinades resultants de la metamorfització d'una sèrie pelítica homogènia (IGME 1976 b), i també esquistos motejats amb intrusions porfíriques. (Foto nº 7.3)

. Granodiorites de gra mig, amb biotita força abundant en escames, plaques i prismes pseudo-hexagonals. Abundants enclaus de mida 5-15 cm. (ENRIQUE 1970)

. Tonalites amb molta biotita i amb presència d'hornblenda en cristalls allargats i petits de color verd fosc fins negre (ENRIQUE 1970).

Les Granodiorites i les Tonalites no han estat diferenciades Cartogràficament, encara que les primeres afloren a la major part de l'àrea de Martorelles i Vilanova del Vallès. Les tonalites restarien restringides a Montornès del Vallès. Ambdós materials es troben fortament alterats, i en general apareixen sota la forma d'una sorra amb els feldspats caolinitzats i les miques força degradades, que rep el nom de "sauló" per la gent del país.

### Materials Terciaris

L'estratigrafia del Miocè de la Depressió del Vallès-Penedès ha estat assenyalada per TRUYDES (1952), CRUSAFONT (1953), CRUSAFONT i alt. (1954), CRUSAFONT i TRUYOLS (1954). Els estudis principals foren realitzats sobretot al Vallès Occidental; on la sèrie miocena és força completa constituint un tot continuu des del Burdigalià fins el Pontià. Al Vallès Oriental, que a diferència de l'Occidental és íntegrament d'origen continental, les dades són més escasses. Es acceptat però, que hi manca el Burdigalià, tractant-se majoritàriament de terrenys pertanyents al Vindovonià Superior i Pontià, si bé a l'àrea de Vilalba de Sasserra i Sant Celoni serien nivells quelcom inferiors (Vindovonià Inferior) (IGME 1976 b).

#### • Vindovonià Superior-Pontià

Es distingeixen dues fàcies (IGME 1976 b):

##### - Argiles i gresos arcòsics

Composats per abundants grans de quars, feldspats caolinitzats i miques, amb matriu argilosa-caolínica i ciment pràcticament inexistent. Inclouen lenticions conglomeràtics amb còdols de granit, roques aplítiques i porfíriques, amb matriu sorrenca-arcòsica i ciment inexistent. Aquesta unitat correspondria a la subunitat "Arcoces del Sud de Calder de Montbui" de Rosell i altres (1973). (Foto nº 7.)

- Argiles predominantment grogues i l·lencions de gresos i conglomerats.

Argiles amb abundants nius i l·lencions de conglomerats. Localment poden presentar nòduls de carbonats. Corresponen al "Complex argilós-conglomeràtic de Vallesità-Vindobonià" de ROSELL i alt. (1973), i que segons aquests autors englobaria la subunitat esmentada abans. (Foto nº 7.5)

Al marge d'aquestes fàcies detrítiques, nosaltres hem trobat al costat de Mollet, entre el F.F.C.C. del Papiol a Mollet i la carretera vella de Caldes de Montbui (ara inutilitzada), un aflorament de calcàries micrítiques de color gris clar, amb abundants recristallitzacions, molt compacta i fràgil (Foto 7.6).

A l'altra banda de l'antiga carretera a Caldes, les calcàries deixen lloc als gresos arcòsics. I una mica més a l'Est, a la intersecció del F.F.C.C. de Barcelona-Sant Joan de les Abadesses i l'accés a l'autopista, el miocè està constituït per nivells lutítics quelcom verdosos, plàstics, barrejats amb abundants nòduls carbonatats, que no arriben a constituir una capa homogènia i compacta. Uns sondatges realitzats prop d'aquest darrer punt, precisament per a la construcció de l'accés a l'autopista (nº 440, 441, 442 del Mapa de situació de la informació litològica i geotècnica, les columnes dels quals s'indiquen a l'Anex) constaten la presència de barres calcàries de fins i tot més de 3 mt. de gruix.

La descripció d'aquests materials recorda la donada per CABRERA (1981) en esmentar les característiques del "Complex Costa Blanca" a Martorell i que defineix com a conjunt de successions detrítiques molt fines amb intercalacions poc potents de roques carbonatades. L'origen d'aquests materials serien, segons ell, la deposició en planúries lutítiques de zones marginals o molt distals d'un sistema de cons de dejecció, on l'establiment d'àrees palustres i llacunes sorbes permetria la sedimentació de carbonats. No volem dir amb això però, que siguin contemporanis (a l'àrea de Martorell-Rubí pertanyen al Burdigalià inferior alt - Burdigalià superior), sino plantejar només que els processos de formació hagin pogut ser semblants.

## Materials Quaternaris

Les formacions quaternàries es redueixen bàsicament a les terraces al·luvials i als dipòsits fruit de processos col·luvials-el·luvials i també d'arroseigament de pendent.

- . Argiles i llims amb nòduls de carbonat.

Aquesta formació ha estat descrita amb anterioritat i amb força detall, fora del Vallès Oriental. Al Pla de Barcelona LLOPIS (1942) esmenta la successió d'argila vermella laterítica, amb crostes travertíniques i nivells de nòduls calcàris. RIBERA FAIG (1945) descriu amb força precisió els components de cada nivell i planteja la repetició cíclica. Altres treballs completen i eixamplen les observacions VIRGILI i ZAMARREÑO (a SOLE i alt. 1957), VIRGILI (1960) i SOLE (1963).

En definitiva la seqüència bàsica estaria constituïda de baix a dalt:

- argiles vermelles, molt plàstiques que poden contenir en algunes ocasions brtxes del mateix color.
- llims grogençs que progressivament i cap a la part superior es van enriquint amb la presència de nòduls de carbonat aïllats que a la part alta poden arribar a soldar-se entre si.
- crosta dura calcària.

Aquesta successió bàsica es pot repetir fins 3 vegades (Pla de Barcelona) o de vegades més (4 al Camp de Tarragona). Al sector estudiat, aquesta distinció no és ben definida i la seqüència sol presentar-se incompleta. Per regla general apareixen els llims amb els nòduls carbonatats i en tot cas les argiles basals, però no hem arribat a observar el nivell de crosta calcària enlloc de l'àrea estudiada. La repetició d'aquestes unitats l'hem observada un màxim de dues vegades (com ara darrera el Cementiri de Santroló, al costat de la

línia de tren, o a l'estació de Parets...), encara que el més corrent és l'aparició d'un sòl ciclic. (Foto nº 7.7)

#### . Terrasses al·luvials

SOLE i LLOBET (1957) i SOLE (1963), identifiquen tres nivells de terrasses a la Vall del Congost:

|                   |                |
|-------------------|----------------|
| Terrassa Superior | de 20 a 25 mt. |
| Terrassa Mitja    | de 4 a 5 mt.   |
| Terrassa Inferior | 0,5 a 1 mt.    |

La terrassa de 20-25 mt. a La Garriga, davalla a 10 mt. a Canovelles i a Palou està a l'alçada de la següent, i desapareix sota el riu als voltants de Montmeló.

Els mateixos autors assenyalen que la terrassa superior va associada a les argiles i llims amb nòduls de carbonat, que la recobreixen. La terrassa mitja està recoberta per llims de color beix sense nòduls de carbonat, mentre que els llims de l'actual són sorrencs i grisos.

Nosaltres hem identificat dos nivells de terrasses, una superior la base de la qual es trobaria a si fa no fa 5 mt. per sobre el curs actual, (Can Català de Granollers) i una terrassa inferior amb la seva base per sota l'actual Riu Congost.

La composició d'aquestes terrasses és la següent:

- Terrassa superior: còdols arrodonits poligònics. De composició: calcària, guars, esquistos, lídites..., amb matriu argilosa color canyocosa-verdosa. Solen presentar-se pàtines d'alteració de 2-3 mm. de gruix i de color gris-taronja. La mida dels còdols oscil·la entre 1 i 30 cm. de diàmetre. (Descripció feta a Can Català de Granollers). (Foto nº 7.1)

- Terrassa inferior: còdols arrodonits poligènics formats per calcàries, quarç, esquistos, gresos... amb una mida entre 20-30 cm. de diàmetre tot minvant la mida de les partícules cap a la part superior, passant a graves més petites (1 cm. de diàmetre) sense gairebé matriu, de color marron. Recobrint aquests dipòsits hi ha 0,7 a 1 mt. de llins argilosos (descripció feta a 300 mt. al Sud de Can Gordi a una antiga extracció d'àrids en terme de Montmeló (Foto nº 7.9).

De tota manera la litologia no és homogènia al llarg de tota la terrassa, i depèn molt també de l'àrea font dels materials. Així, el Riu Mogent on gran part del seu curs drena la Serralada "granítica", l'aport de material sorrenc provinent de l'erosió del sauló és important. També el Torrent de la Torre (Montornès) o la Riera de Martorelles, presenten uns al·luvions formats bàsicament per sorra argilosa, i el mateix passa amb la Riera Seca i la Riera del Caganell que drenen només materials miocènics i ofereixen uns dipòsits constituïts per sorres força netes. A la resta de cursos principals, en canvi, els nivells de blocs basals i de graves són molt més abundants.

L'encaixament de la terrassa superior amb la inferior que esmenten SOLE i LLOBET (1957) i SOLE (1963) que es produeix a Palou, i la posterior desaparició d'aquella a partir d'allí, no ho hem observat. En efecte, al llarg de la Vall del Congost fins a Montmeló, la terrassa superior jeu directament sobre el Miocè i està a una cota superior al sostre de la terrassa inferior tal com es pot observar a diferents llocs (Can Català, 100 mt. abans de l'autopista de Girona...). En tot cas si l'encaixament de les terrasses es realitza, aquest hauria de produir-se a partir de Montmeló.

#### . Arrossegalls de pendent

Restringits a una petita àrea a l'est de Montornès i adossats als esquistos paleozoics, apareix un dipòsit d'arrossegalls constituït per blocs angulars d'esquistos de mida que pot arribar als 30-40 cm. de llarg. El conjunt es troba molt

mal classificat i presenta una matriu sorrenca-llimosa molt abundant (Foto nº 7.10).

L'edat del conjunt de terrenys quaternaris no és acceptada per tothom amb els mateixos criteris. SOLE (1963) a la terrassa superior li dona una edat de Riss, per equivalència amb la terrassa de 30-40 mt. del Llobregat que també suporta unes argiles i llims carbonatats i que va ser datada en trobar prop de Martorell restes de Elephas antiquus. GALLART (1980) esmenta també els treballs de HARLE i de BATALLER sobre el descobriment a les Corts d'un altre exemplar de E. antiquus relacionat amb unes argiles i llims carbonatats. No obstant, aquest darrer autor cita altres estudis on s'atribueix una edat per a aquests materials de Würn I. De la mateixa manera MIR i SALAS (1979) a l'aflorament del forn d'en Sugranyes a Reus, esmenten les troballes d'indústries lítiques realitzades per Vilaseca i que serien atribuïdes a l'època musteriana (Würn I - WürnII).

Per a la terrassa mitja definida per SOLE i LLOBET (1957) i SOLE (1963), i que farien correspondre a la terrassa inferior descrita per nosaltres (la superior recoberta pels materials del "tricicle" malgrat la divergència d'alçades la fem correspondre a la superior definida per aquest autors), se li atribueix una edat Würn, degut al descobriment a la Teuleria de l'Estrella a Gramollers, de Elephas primigenius.

#### 7.2.2.2.- Unitats litològiques cartografiades.

Al mapa litològic que hem elaborat hem efectuat una reducció de les unitats litoestratigràfiques, per tal de simplificar la representació cartogràfica que en cas contrari ens hauria resultat complexa i incompleta, per manca d'afloraments suficients. Aquestes simplificacions ens han permès, en alguns casos, de treballar alguns aspectes que fan referència a les característiques d'aquestes unitats, de forma homogènia i global, sense que apareguessin distorsions degudes a la simplificació. Només una excepció, que són els dipòsits al·luvials de la terrassa inferior, els

quals presenten bossades més llimoses i argiloses que signifiquen canvis en les propietats mecàniques i hidràuliques, però on la reduïda extensió de les variacions no ha permès de cartografiar-les.

D'aquesta manera les unitats que hem diferenciat han estat les següents:

### Esquistos

Abraçant els materials cambro-ordovícics i llurs intrusions filonianes

### Granit alterat

Inclou les granodiorites, tonalites alterades i malgrat que és incorrecte de designar-les amb el nom de "granit", hem utilitzat aquesta accepció, perquè normalment totes les descripcions de sondatges i dels informes hidrogeològics es solutilitzar aquesta nomenclatura.

### Arcoses amb nivells conglomeràtics i argilosos

Amb aquest terme indiquem tant les argiles i gresos arcòsics com les argiles groguenques del Miocè.

### Calcàries

Són les calcàries miocèniques descrites a l'àrea de Mollet del Vallès.

### Bretxa de matriu llirosa

Correspon als arrossegalis de pendents que afloren sobre els esquistos a Montornès del Vallès.



Llims i argiles amb nòduls de carbonat

Materials del "tricicle" que hem conservat la mateixa denominació que a la litoestratigrafia.

Llims sorrenos i localment gravesal.luvials, recobertes parcialment per llims i argiles amb nòduls de carbonat

Es tracta de la terrassa superior que es troba molt sovint recoberta pels materials del "tricicle".

Sorres, graves i llims al.luvials

Constitueixen el nivell que hem definit com a terrassa inferior.

Rebliment

Obviament no podem parlar del rebliment com a unitat litoestratigràfica, però la gran superfície afectada per les extraccions d'àrids i posteriors reompliments és certament important per a que no tinguin influència en els condicionaments geotècnics i de qualitat de les aigües de la terrassa inferior, com comentarem més endavant. L'ur composició no és en absolut homogènia, però solen estar formats per acumulacions d'enderrocs d'edificis, deixalles industrials i escombraries urbanes (alguns abocadors dels municipis del sector, hi aboquen i colguen posteriorment llurs residus). (Foto nº 7.11)



### 7.2.3.- LA DISPOSICIO DE LA FORMACIO AL LUVIAL RECENT

L'interès que pot tenir i té el coneixement de la disposició i gruix dels materials del que hem anomenat terrassa inferior, és molt gran si es té en compte que en aquesta formació l'activitat humana ha estat molt més intensa que a la resta de formacions. En efecte, gran part del creixement urbà i industrial dels pobles del sector s'ha efectuat al damunt d'aquests terrenys, que originalment eren utilitzats per a l'agricultura degut a llur relleu pla i facilitat per a regar. Això s'ha traduït en que una gran quantitat de fonamentacions s'han realitzat sobre ells o sobre el substrat que recobreixen, la major part dels pous aprofitant els grans volums d'aigua que enmagatzemen, o molts dels recursos d'àrids ~~que s'han extret d'aquesta formació.~~

El coneixement doncs, de les característiques geomètriques d'aquesta formació, i del seu substrat són bàsiques per al coneixement més precís de les característiques geotècniques i possibilitats de fonamentació, i dels recursos hídrics i de roques industrials que contenen (aspectes tots que desenvoluparem amb més detalls en apartats posteriors).

#### 7.2.3.1.- Informació disponible i elaboració de les dades.

Per a determinar la geometria de la terrassa inferior (unitat sorres, graves i llims al.luvials), hem efectuat una recopilació dels sondatges geotècnics, sondatges elèctrics, assaigs de penetració, pous i cotes de tot el sector. Per aquest motiu hem visitat diferents empreses dedicades a aquests camps i també organismes oficials, i han estat: A.C.S.A. (filial de "Aguas de Barcelona")

AUTOPISTAS CONCESIONARIAS S.A. , CARSI, CITEC, COMISARIA DE AGUAS DEL PIRINEO ORIENTAL, DAMES AND MOORE IBERICA, EDAFOS, GENERAL DE AGUAS SCHOLH, GEOS, GEOTECNIA GEOLOGOS CONSULTORES, LOSAN MECANICA DEL SUELO S.A., NIÑEROLA RECONOCIMIENTOS GEOFI-SICOS, PONS POTRONY, RODIO, SUELOTEST, SONBESA, VEGARADA i XARTEC.

Tal i com hem assenyalar a l'apartat de Metodologia de treball (Capítol 4) , no ens ha estat possible d'aprofitar tota la in-formació recollida, ja sigui perquè la situació no estava prou ben especificada o perquè la descripció litològica es podia prestar a confusions i a errors d'interpretació. Pertant doncs hem hagut de realitzar un "filtrat" previ al treball amb les dades. Un cas especial són els sondatges elèctrics, sobre els quals realitzarem alguns comentaris, unes ratlles més endavant.

A més a més, hem obtingut dades de la columna litològica d'alguns pous que varem visitar en realitzar el reconeixement hi-drogeològic del sector (pous nº 951 a 1064 del mapa de situació de la informació litològica i geotècnica) i posteriorment a al-gunes zones que varem considerar interessants varem realitzar alguns sondatges elèctrics (sondatges nº 1065 a 1073 del mateix mapa) que s'efectuaren gràcies a la col.laboració d' ALBERT CASAS i d'alguns alumnes de pràctiques del Departament de Pros-pecció Geològica i Geofísica de la Facultat de Geologia.

L'elaboració dels consegüents mapes de gruïors del quaternari al.luvial i de la topografia del substrat de la zona al.luvial, s'ha realitzat utilitzant fonamentalment les dades fornides per sondatges mecànics i els pous, ja que constitueixen una infor-mació directa dels materials que s'han trobat. Mentre que els sondatges elèctrics (d'altra banda molt nombrosos) no s'han utilitzat quan podíem aprofitar els altres, degut a que no sem-pre coincideixen amb ells. (cal tenir en compte que en condi-cions normals l'error del S.E.V. pot ser del 20, però quan hi ha problemes d'equivalència l'error pot ser molt gran i a més poder existir errors d'interpretació. Només a les àrees on la manca de més informació que no fossin sondatges elèctrics, hem

fet servir els valors donats per la interpretació de les corbes de camp. De tota manera, com també hem esmentat a l'apartat de metodologia de treball, abans d'adoptar definitivament els resultats d'interpretació dels SEV recopilats, hem comprovat per mitjà d'ordinador si la corba teòrica real que donen els resultats, coincideix amb la corba de camp, per mitjà d'un programa que amablement hems ha permès d'utilitzar A. CASAS, i que ha estat concebit per POUS (1980). Les corbes que coincideixen les hem pres com a correctament interpretades (encara que això no resol el problema de l'equivalència), les que no coincideixen les hem tornat a reinterpretar nosaltres pel mètode de la creuauxiliar, i els resultats han estat comprovats igualment observant llur coincidència amb la corba de camp.

Dels resultats que hem comprovat, les corbes que no han calgut de reinterpretació perquè coincidirien amb la de camp han estat les dels sondatges números (vegis mapa de situació de la informació litològica i geotècnica):

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 248 | 393 | 404 | 465 |
| 250 | 395 | 454 | 469 |
| 384 | 403 | 457 | 762 |

En canvi han estat reinterpretats i posteriorment comprovats:

|     |     |                |     |
|-----|-----|----------------|-----|
| 238 | 252 | 401            | 464 |
| 240 | 319 | 402            | 466 |
| 241 | 388 | 405            | 467 |
| 242 | 396 | 407            | 468 |
| 245 | 397 | 408            | 760 |
| 245 | 399 | <del>406</del> | 763 |
| 246 | 400 | 462            | 265 |
|     |     |                | 366 |

Els resultats dels quals els indiquem a l'anex nº 3. Una vegada fets tots aquests passos hem procedit a la confecció dels corresponents mapes, indicant la informació utilitzada al mapa de situació litològica i geotècnica.

7.2.3.2.- Mapa de gruixos del quaternari al.luvial

Els intervals escollits per a la representació han estat:

|            |          |
|------------|----------|
|            | 0 - 6 m. |
| superior a | 6 m.     |
| superior a | 8 m.     |
| superior a | 10 m.    |
| superior a | 12 m.    |
| superior a | 14 m.    |

El fet de no delimitar de manera més fixe aquests intervals, com ara el proposar : 6-8 m, 8-10 m, etc.. és degut a que diverses àrees no es disposa d'una informació completa, i moltes de les columnes per sondatges mecànics no arriben a atravesar tot el gruix al.luvial (Conca del Congost, entre l'encreuament de la carretera de Montmeló amb la de Masnou, i el poble de Montmeló, o a la Vall del Besós al Nord i Sud de Mollet...). Amb tot, hi ha zones on la poca densitat d'informació ens ha aconsellat de deixar en blanc, perquè el risc de cometre errors per interpolació podia ser molt gran.

Tot i aquestes limitacions la informació que ens ofereix aquest mapa és molt suggestiva, ja que d'entrada apareixen unes zones dintre de cada plana al.luvial on el gruix de sediments és notable (superior a 12 i 14 mt., amb gruixos puntuals de 16 mt. a La Vall del Tenes i Besós). Aquestes zones no coincideixen amb el traçat actual dels rius que solen ocupar un lateral de la vall.

Les principals zones que es poden distingir són:

Riu Congost

- A la part superior de la Vall, apareixen dues zones de més gruix a l'oquerra del riu actual, una

(la més allunyada) amb més de 14 m. de gruix (puntualment fins 16 mt) i una altra amb més de 10 m.

- Més avall del barri de Palou a Granollers, les dues zones conflueixen per donar una única zona que malgrat la manca d'informació completa, podriem assegurar que sobrepassa els 10 m. de gruix i arriba fins Montmeló.

#### Riu Mogent

- Si bé a la cuveta de Vilanova del Vallès apareixen fondàries superiors als 14 m., llur delimitació no es possible fins a l'estret de Montmeló, on l'isòbata de 14 m. resta ben definida.

#### Riu Tenes

- Una ampla zona de gran gruix atravesa longitudinalment tota la vall, pel marge esquerre del riu. A mesura que s'acosta a la confluència amb el Riu Besòs, l'amplada minva progressivament.

#### Riera Seca

- L'àrea de més gruix, també apareix però amb potència més modesta que als cursos principals, essent només avaluada com a superior als 10 m. El traçat d'aquesta àrea en arribar a la confluència amb el Besòs, és clarament contraposat al traçat del riu actual. Mentre la Riera Seca ara com ara, va a desguassar a la ciutat de Mollet, on es fusiona amb la Riera del Caganell abans de desembocar al Besòs davant la Vall de Martorelles, la traça del gruix màxim d'al·luvions ho fa directament al Riu Tenes (després veurem a l'altre mapa que si bé aquesta possibilitat continua oberta, no escau de confirmar-la).

#### Riera del Caganell

- La informació que es disposa del curs inferior d'aquesta riera

na permet d'observar que la seva confluència amb el que podriem dir "antic Besos" té un gruix qualcom superior als 8 mt. i en aquest cas coincideix amb la traça actual de la Riera.

### Riu Besós

- Es molt més complex d'interpretar, però es perfilen dues àrees de gruix més important (superior a 14m.) que es disposen a banda i banda del traçat actual del Riu. La de l'esquerra resta interrompuda per un llindar a l'alçada de Martorelles i tot desviant-se en direcció a l'Oest, per a tendir a confluïr amb l'altre, a l'altre costat del curs actual.
- A la sortida de la Riera de Martorelles, comença un altra àrea de gruix important que es perllonga cap el Sud, els límits de la qual no han pogut ser definits amb precisió.

Un fet que és lògic de suposar és que una de les àrees on el gruix ha d'ésser més reduït, és al traçat dels cursos actuals, que solen presentar una excavació del llit normalment 2 o 3 mt. per sota el sostre de la terrassa inferior, pertant el gruix de sediments ha de veure's reduït.

### 7.2.3.3.- Mapa d'isòbates del substrat de la zona al·luvial

La topografia del substrat ha estat expressada per mitjà de corbes de nivell amb equidistància de 5m., prenent com a únic criteri general, que la configuració i disposició d'aquestes corbes hauria de ser qualcom suavitzada, de la mateixa manera que la topografia del substrat que aflora als interflúvis de les corresponents valls.

El resultat ha estat força en línia del que ja es configurava al mapa de gruixos de la formació al·luvial. Les àrees de més gran gruix de sediments es corresponen a grans bancs amb paleosoles de la marxa al·luvial, i que aquí s'evidencien amb una continuïtat

perfecte d'una vall a l'altre i que si be es coneixia l'existència d'un troç d'un d'ells a la Vall del Tenes, mai no s'ha via pogut delimitar amb un mínim de precisió.

Un fet que es palesa de seguida és que aquesta topografia mostra un fort encaixament dels antics cursos fluvials, els quals ocupaven una superfície molt inferior a les amples Valls actuals, de tal manera que els al.luvions recents recobreixen una o més valls originals en principi independents. Per exemple la confluència de l'antic Tènes amb el Besós, no es produïa al Nord de Mollet com ara sino que ho feien poc abans d'arribar a l'actual Riera de Caldes, i els al.luvions actuals del Besós de fet recobreixen dues antigues valls.

Passem ara a descriure cada una de les Valls, i per a la qual cosa ens hem ajudat de diferents perfils realitzats transversalment a les respectives valls (vegis situació dels perfils I-I' a XI - XI' al mapa i fig. nº 7.2.3-1 a 7.2.3-3.

#### Riu Congost

Coincidint amb les àrees de guix més gran apareixen dos solcs profunds al marge esquerre, Contràriament al que farien suposar els guixos, la profunditat del solc de més gruix de sediments no és més gran que l'altre (Perfil VII' - VII). Pel marge dret, s'en dibuixa un altre que atravesa el curs actual del Congost a l'alçada de l'autopista, per anar a confluïr amb el curs, ara únic, que es perllonga per l'altre marge (perfil VI' - VI). A l'alçada de Montmeló (perfil V' - V) es tracta ja d'un sol canal.

Al llarg del marge dret, apareix també a la part més pròxima al límit al.luvial, un replà força horitzontalitzat que va perdent ampla cap el sud, fins que a l'alçada de Montmeló, al darrer perfil esmentat, ja no es reconeix.

#### Riu Mogent

Només s'ha pogut realitzar un perfil al curs baix del riu,

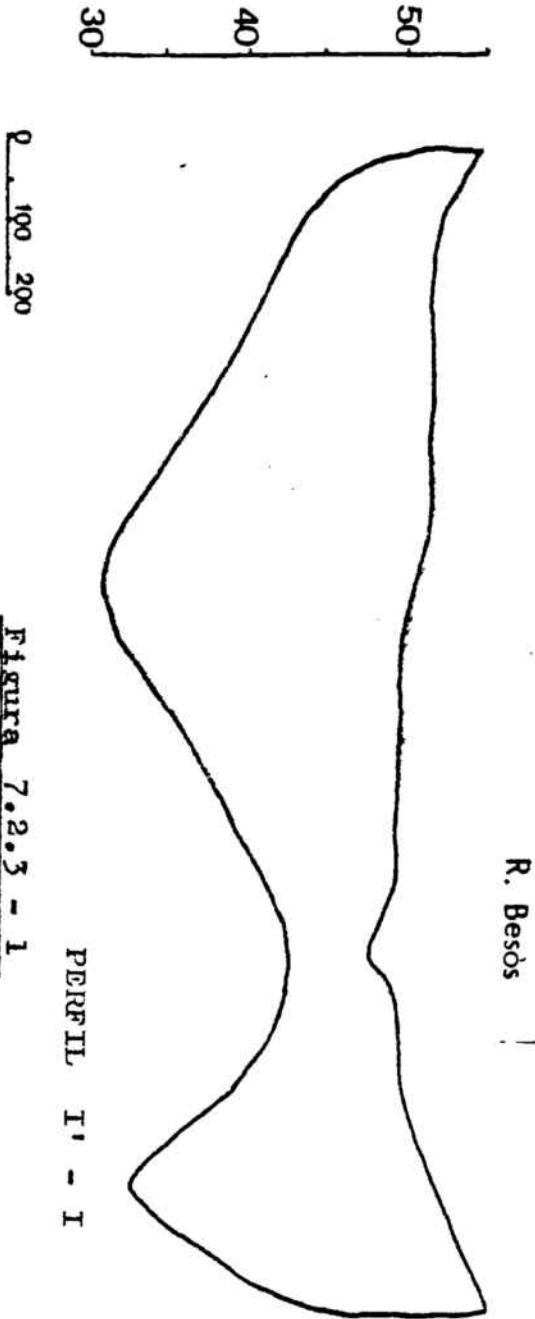
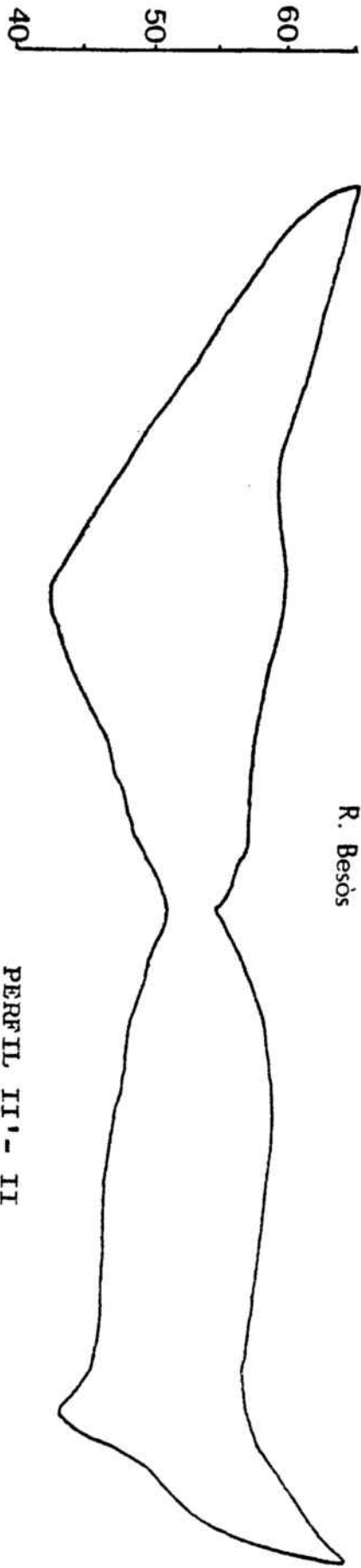


Figura 7.2.3 - 1

PERFIL I' - I

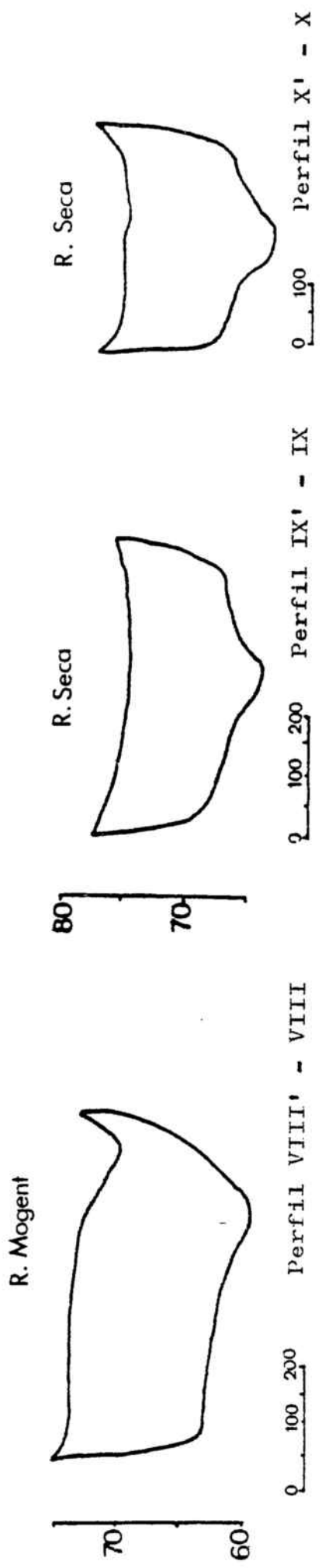
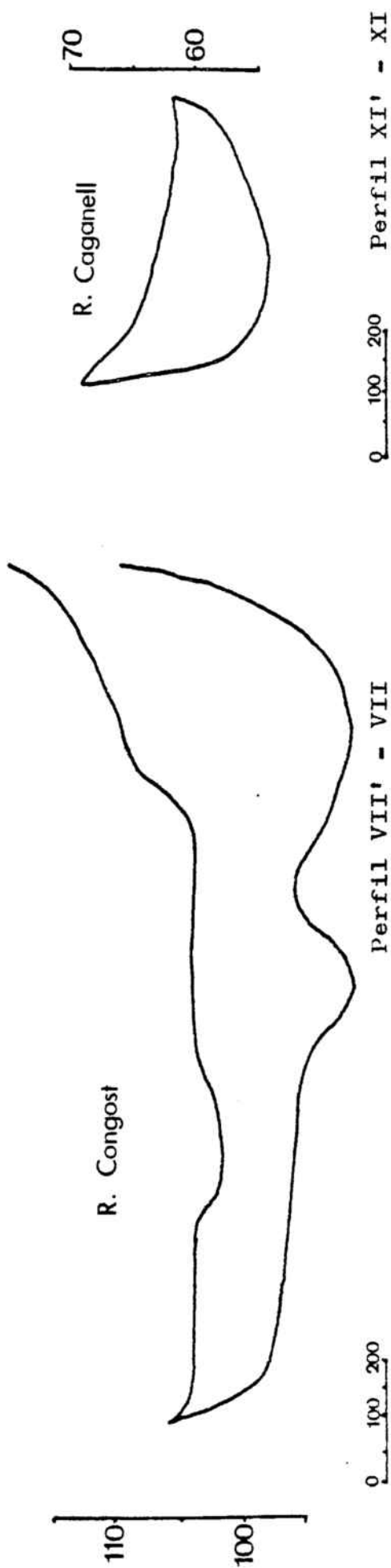
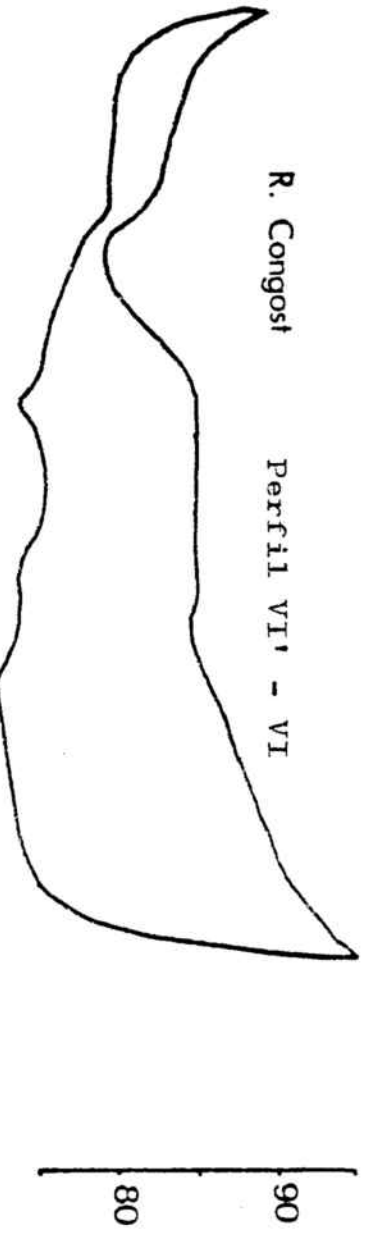
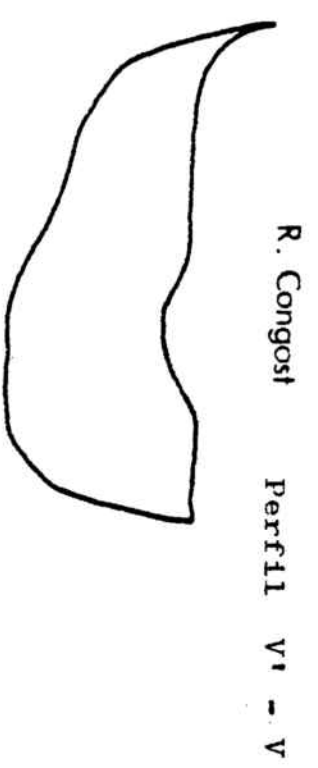
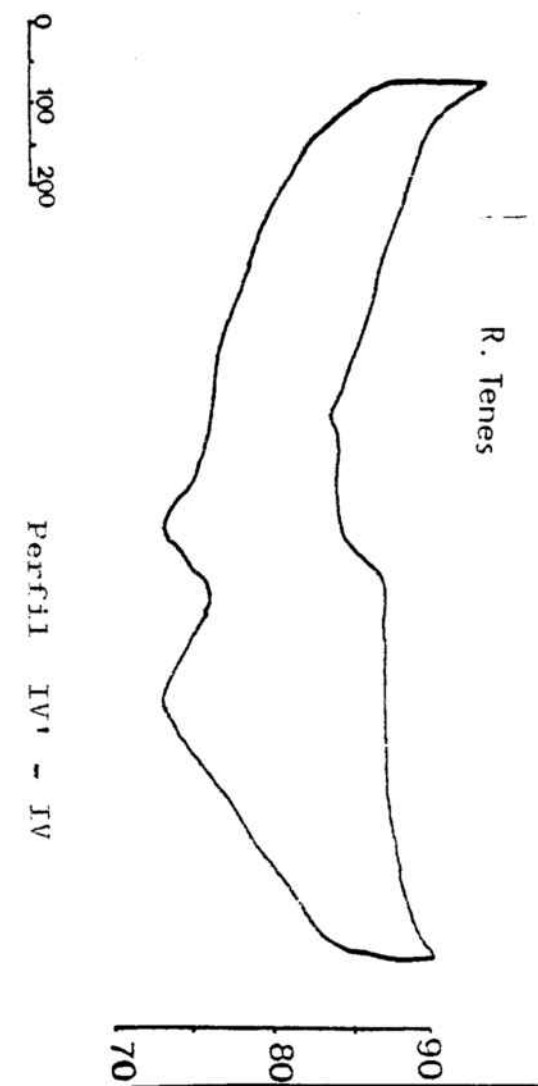
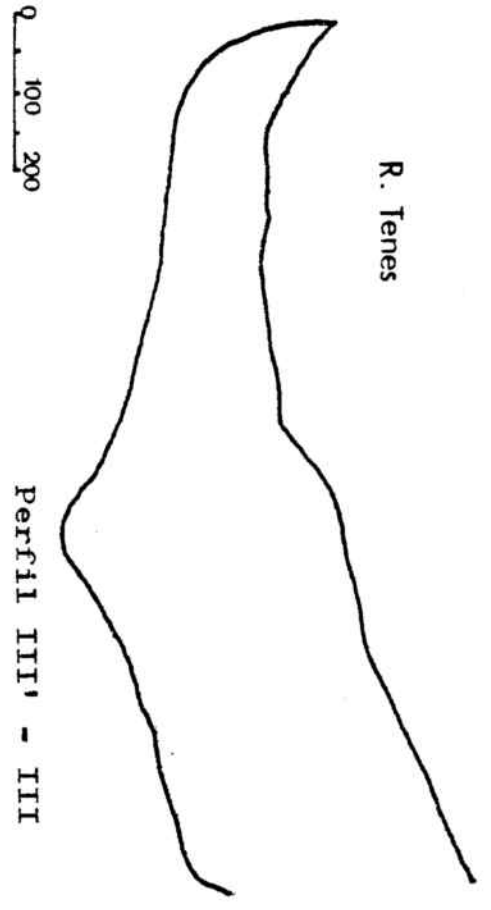


Figura 7.2.3 - 3

Figura 7.2.3 - 2



on apareix també un altre solc i una plataforma relativament poc inclinada que es continua pel seu marge Nord (perfil VIII' - VIII).

### Riu Tenes

També com el Congost, presenta un parell de solcs al sector Nord del mapa, però un d'ells una mica més difuminat. Els solcs s'uneixen ràpidament per a donar lloc a un de sol que continuarà aigües avall fins a la desembocadura, la qual no es produeix al peratge actual sinó molt més avall, com ja especificarem dintre d'un moment.

Els perfils (III' - III i IV' - IV) posen de manifest igualment l'existència d'un replà lleument inclinat, que es continua per tot el marge dret del riu.

### Riera Seca

Amb el corresponent solc, i en aquest cas amb un replà a banda i banda, (perfils IX' - IX i X' - X), l'antic trajecte de la riera no acaba de confirmar-se que anés a desguassar al Tenes abans de la confluència del curs actual amb el Besós ja que també s'identifica un solc en direcció cap a Mollet. En qualsevol cas, la confluència amb el Tenes antic (no el Besos ?) es faria abans d'arribar a Mollet.

### Riera del Caganell

Sense massa complicacions (perfil XI' - XI) aquesta riera desviaria el seu curs cap al Sud i realitzaria el desguàs un quilòmetre aigües avall de l'actual.

### Riu Besós

El marge dret queda perfectament determinat amb un antic col·lector que continuant el solc del Tenes recull les ai-

gües de la Riera Seca i que s'uneix amb un altre solc que circulava pel marge esquerre, abans de recollir les del Ceganell.

Una àrea que resta fosca és la sortida de l'estret de Montmeló on apareixen dos solcs, d'aproximadament la mateixa fondària, un en direcció al Tenes i l'altre paral·lel a la Serralada Litoral (perfils I' - I i II' - II).

El riu Besós actual, es trobaria precisament damunt de l'interfluvi que separaria les dues valls, i pertant correspon a l'àrea de menys gruix de sediments de tota aquesta zona de vall.

El posterior rebliment de les valls pels dipòsits al·luvials, ha estat molt potent i ha arribat a colgar al mateix temps, antics cursos que en principi eren independents. Els cursos actuals han pogut desplaçar-se per tot l'ample de la plana al·luvial formada, mentre que els antics solcs mostren un constrenyiment de les aigües o una secció molt reduïda.

#### 7.2.4.- ROQUES INDUSTRIALS

El fort creixement urbà i industrial d'aquest sector, ha donat lloc temps enrera, a una important demanda d'àrids. De manera preferent s'han utilitzat els àrids provinents de les extraccions realitzades als al.luvi- als dels rius més importants, on han proliferat un gran nombre de graveres, l'impacte de les quals analitzarem més endavant en un punt específic. Malgrat aquesta gran demanda i producció, no hi ha gairebé res publicat so- bre la qualitat d'aquests materials al.luvials. Per a la redacció d'aquest apartat s'ha consultat la síntesi de l'IGME (1974) i les dades proporcionades per AUTO- PISTAS CONCESIONARIA S.A., i l'antiga 5ª JEFATURA REGIO- NAL DE CARRETERAS.

Altres explotacions s'han realitzat per mitjà de pedre- res als materials de la Serralada Litoral, però cap d'elles no es troba dins el sector estudiat. No obstant això, farem alguna referència a la qualitat del materi- al explotat ja que aflora a Martorelles i Montornès.

##### 7.2.4.1.- Qualitats dels materials

Considerarem només les unitats que han estat explotades de forma generalitzada : sorres i graves al.luvials i granodiorites ("granits") de la Serralada Litoral. També es cert que s'han explotat alguns llims que cobreixen les terrasses al.luvials, per a la fabricació de maons (barri de Palou a Granollers, Montornès..) però en tractar-se d'explotacions familiars llur incidència és molt petita.

Els assaigs i nomenclatura utilitzada són els mateixos que hem esmentat corresponent al sec- tor de Centelles-Aiguafreda (apartat 6.2.8) i l'avaluació de les propietats ha estat feta

també en funció de les indicacions donades per TORAL (1980) i els plans de condicions de la Direcció General de Carreteras del MOPU (1975,1978,1980, 1981).

### Sorres i graves

Les diferents mostres que han estat analitzades provenen d'antigues graveres que han deixat de ser actives, i la situació de les quals s'indica als gràfics de les figures 7.2.4-1 i 7.2.4-2. Les mostres han estat recollides durant diversos anys, i els canvis de qualitat són deguts fonamentalment a variacions en la composició litològica (augment de la fracció sorra, aparició de nivells més llimosos...etc.). Per als materials granulars sol fer-se una distinció entre la fracció que passa pel garvell nº 4 de la sèrie ASTM (fracció fina) i la que es retinguda per ell (fracció gruixuda).

Els assaigs efectuats s'indiquen a les taules nº 7.2.4.-1 i 7.2.4-2. Hom s'adona de seguida que s'obtenen uns valors elevats del coeficient de desgast de "Los Angeles" que oscil·len entre 25-30 %, i sobrepassen algunes vegades el darrer valor. Això no els fa aptes dins les mixtures bituminoses (Quitrans, betums, emulsions asfàltiques) com a capa intermitja o com a capa de rodament, mentre que podrien ser útils com a capa base.

L'adessivitat en alguns casos és mes petita que el 95%, però això pot corregir-se amb l'addició de lligants. El contingut de sorra respecte els materials més fins que pot ser expressat per l'equivalent de sorra, en general ofereix bons resultats superant amplament el valor del 70 %, però alguns valors realment baixos de la gravera nº 1 i sobretot la nº 5 al Congost fan necessari un rentat de l'àrid i una vigilància del contingut.

Es pot dir doncs, que a grans trets es tracta d'un material acceptable per a formigons hidràulics i mixtures bituminoses per a obres de poca responsabilitat.

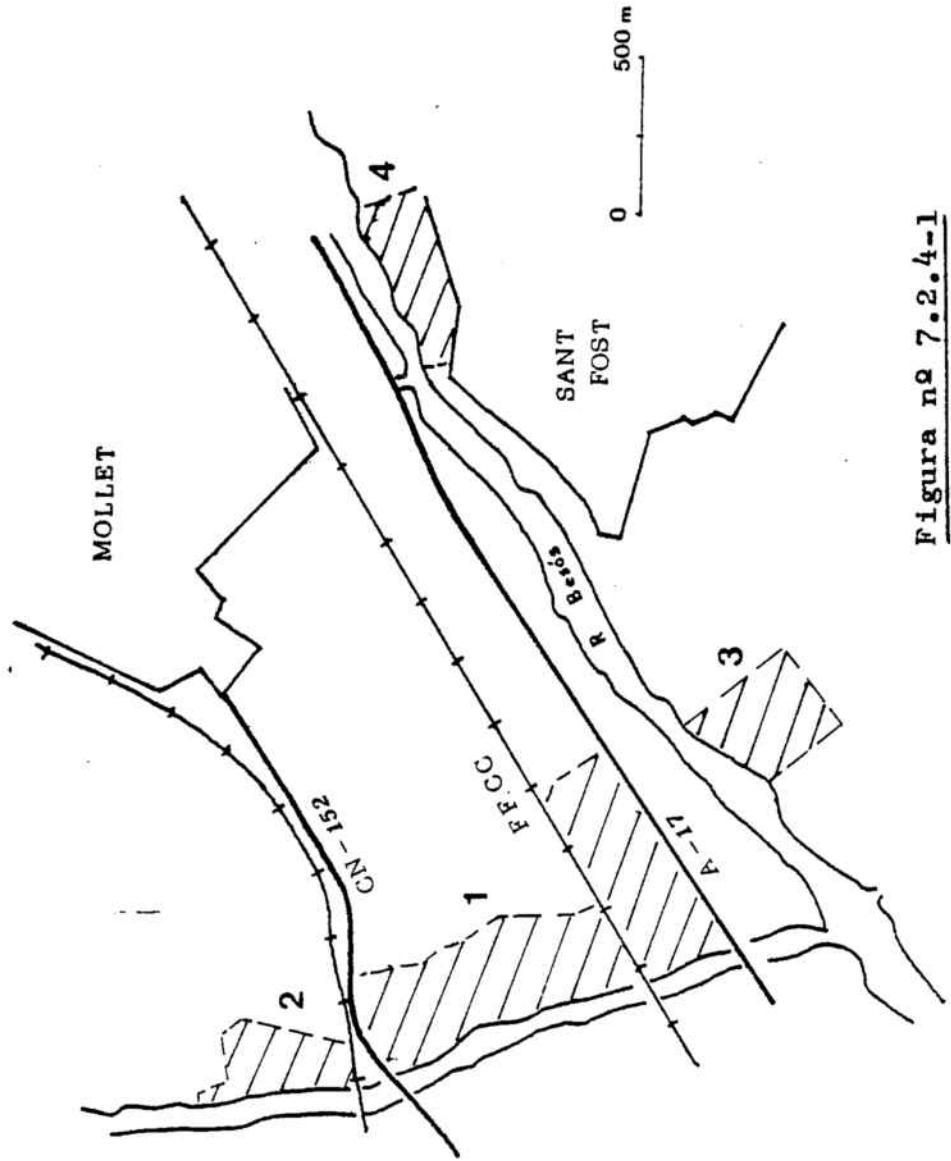


Figura nº 7.2.4-1

Situació de les graveres d'on s'han obtingut mostres a l'al.luvial del Riu Besòs.

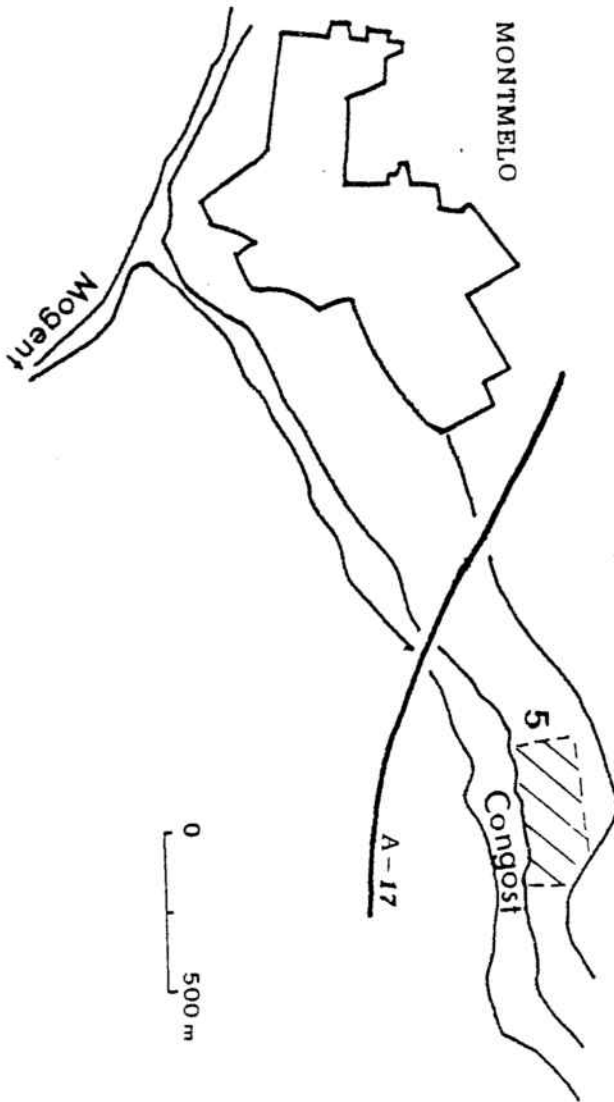


Figura nº 7.2.4-2  
Situació de graveres d'on s'han obtingut mostres  
a l'al.luvial del Riu Congost.

| Gravera nº                          | 1        | 1        | 1        | 1        | 1    | 1        | 1       | 1       | 1       | 1    | 1        | 1 | 2 | 2 |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|------|----------|---------|---------|---------|------|----------|---|---|---|
| Data                                | 25/05/66 | 25/05/66 | 25/05/66 | 25/05/66 | 4/67 | 20/10/67 | 7/05/71 | 7/05/71 | 7/05/71 | 8/66 | 20/10/67 |   |   |   |
| <u>Fracció Gruixuda</u>             |          |          |          |          |      |          |         |         |         |      |          |   |   |   |
| Percentatge (%)                     | 38 %     | 27 %     | 9 %      | 14 %     | 42 % | 50,8 %   | 37,7 %  | 28 %    | 46,4 %  |      |          |   |   |   |
| Pès específic (gr/cm <sup>3</sup> ) | 2,65     | 2,63     | 2,64     | 2,62     | 2,67 | 2,68     | 2,66    | --      | 2,69    |      |          |   |   |   |
| Absorció (%)                        | 1,5%     | 1,25%    | 1,3%     | 1,1%     | 1,4% | 1,4%     | 1,6%    | --      | 1,0%    |      |          |   |   |   |
| Coef. Los Angeles (%)               | 31,0%    | ---      | ---      | 29,6%    | ---  | ---      | 38,0%   | 36%     | ---     |      |          |   |   |   |
| Estabilitat SO <sub>4</sub>         | 4,5      | 1,9      | 1,3      | ---      | ---  | ---      | ---     | ---     | ---     |      |          |   |   |   |
| Adhessivitat (NLT)                  | 95       | 95       | 95       | 95       | ---  | ---      | ---     | ---     | ---     |      |          |   |   |   |
| C.P.A.                              | ---      | ---      | ---      | ---      | ---  | ---      | ---     | ---     | ---     |      |          |   |   |   |
| <u>Fracció Fina</u>                 |          |          |          |          |      |          |         |         |         |      |          |   |   |   |
| pès específic (gr/cm <sup>3</sup> ) | 2,58     | 2,57     | 2,57     | ---      | ---  | ---      | ---     | ---     | ---     |      |          |   |   |   |
| Absorció (%)                        | 1,01%    | 1,25%    | 1,16%    | ---      | ---  | ---      | ---     | ---     | ---     |      |          |   |   |   |
| Estabilitat SO <sub>4</sub>         | 9,0      | 7,0      | 13,0     | ---      | ---  | ---      | ---     | ---     | ---     |      |          |   |   |   |
| Equivalent sorra (%)                | 85,5%    | 85,0%    | 80,0%    | 49,0%    | 92 % | 94 %     | ---     | 77 %    | 48 %    |      |          |   |   |   |
| Matèria orgànica                    | 0,06     | 0,04     | 0,11     | ---      | ---  | ---      | 0,17    | 2,1     | 0,0     |      |          |   |   |   |
| Reactivitat alcalis                 |          |          |          |          |      |          |         |         |         |      |          |   |   |   |
| - Rc mmol/lit.                      | ---      | ---      | ---      | 290      | 265  | 150      | 170,0   | ---     | 220     |      |          |   |   |   |
| - Sc mmol/lit.                      | ---      | ---      | ---      | 9,99     | 19,3 | 9,99     | 8,32    | ---     | 5,99    |      |          |   |   |   |

Taula nº 7.2.4-1

Resultats de les característiques dels àrids naturals extrets a diverses graveres de les terrasses al.luvials.

| Gravera nº | 2       | 2       | 2      | 2      | 2      | 3       | 4       | 5    |
|------------|---------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|------|
| Data       | 24/7/69 | 24/7/69 | 7/5/71 | 5/7/72 | 7/5/75 | 24/1/75 | 24/1/75 | 4/67 |

Fracció Gruixuda

|                                     |      |      |       |      |      |       |      |        |
|-------------------------------------|------|------|-------|------|------|-------|------|--------|
| Percentatge (%)                     | 2,6% | --   | 50,1% | 7,4% | --   | 58,2% | 35 % | 54 %   |
| Pes específic (gr/cm <sup>3</sup> ) | --   | 2,74 | 2,70  | --   | 2,73 | 2,71  | 2,70 | 2,69   |
| Absorció (%)                        | --   | 1,0  | 1,5   | --   | 1,2  | 1,4   | 2,0  | 1,1    |
| Coef. "Los Angeles" (%)             | 26%  | 26 % | 34 %  | --   | 27 % | 23 %  | 27 % | 23,0 % |
| Estabilitat SO <sub>4</sub>         | --   | --   | --    | --   | 2,6  | 4,6   | 3,7  | --     |
| Adhessivitat (NLT)                  | --   | 95   | --    | --   | --   | --    | --   | 95     |
| C.P.A. -inicial                     | --   | 0,70 | --    | --   | --   | --    | --   | --     |
| -final                              | --   | 0,51 | --    | --   | --   | --    | --   | --     |

Fracció fina

|                                    |     |       |       |      |    |       |        |    |
|------------------------------------|-----|-------|-------|------|----|-------|--------|----|
| Pes específic (gr/m <sup>3</sup> ) | --  | --    | --    | --   | -- | 2,66  | 2,65   | -- |
| Absorció (%)                       | --  | --    | --    | --   | -- | 1,4 % | 2,25 % | -- |
| Estabilitat SO <sub>4</sub>        | --  | --    | --    | --   | -- | 4,5   | 11,0   | -- |
| Equivalent sorra (%)               | 82  | --    | 67    | --   | 87 | --    | --     | 37 |
| Matèria orgànica                   | 0,0 | --    | 0,29  | --   | -- | --    | --     | -- |
| Reactivitat alcalis                |     |       |       |      |    |       |        |    |
| - Rc mmol/lit.                     | --  | 381,0 | 145,0 | 85,0 | -- | --    | --     | -- |
| - Sc mmol/lit.                     | --  | 11,0  | 15,31 | 4,66 | -- | --    | --     | -- |

Taula nº 7.2.4-2

Resultats de les característiques dels àrids naturals estrets a diverses graveres de les terrasses al·luvials.

## Granodiorites

Com acabem de dir, no há ha explotacions dins el sector considerat, no obstant, s'en troben algunes a molt poca distància i que podriem considerar amb les mateixes característiques dels materials que afloren al sector. Aquest és el cas de la pedrera en granodiorites que es troba al terme de Sta. Maria de Martorelles, 550 mt. al sud del poble. D'aquesta pedrera es disposa un bon nombre d'anàlisis que els indiquem a la taula 7.2.4-3.

Es tracta d'àrids de trinxat de qualitat bona a excel·lent, sobretot pels baixos percentatges del desgast per l'assaig de "Los Angeles" i pel valor del coeficient de Poliment Accelerat (C.P.A.) amb valors superiors a 0,4. L'adhessivitat es inferior al 95 %, però pot ser millorada amb l'addició de lligants.

Les utilitzacions doncs, tant poden ser per a formigons hidràulics com per mixtures bituminoses de més responsabilitat. Com poden ser les capes intermitges o de rodament. Pel valor de C.P.A. no sempre pot ser útil per a carreteres amb tràfic pesant (C.P.A. més gran de 45), però serveix per a la resta de carreteres.

### 7.2.4.2.- Recursos potencials

Si realitzem una avaluació a l'engròs, tinguent en compte només els espais que no han estat urbanitzats obtenim encara un gran volum de recursos potencials als diferents al·luvials, i que es poden avaluar amb quantitats clarament superiors a

|         |           |                |
|---------|-----------|----------------|
| Tenes   | 3.000.000 | m <sup>3</sup> |
| Congost | 3.500.000 | m <sup>3</sup> |
| Mogent  | 4.000.000 | m <sup>3</sup> |
| Besós   | 5.500.000 | m <sup>3</sup> |

en els quals hem sopsat un gruix explotable de 4 a

5 mt. La situació real però, és molt diferent i no té res a veure amb aquest recursos potencials. En efecte, la problemàtica suscitada arran de l'explotació i posterior rebliment de les graveres, sobretot en el que pertoca a la qualitat de les aigües subterrànies (vegis apartat 7.3.2), ha menat a la prohibició de les noves explotacions, que deixa pràcticament a zero els recursos reals del sector. Només algunes graveres de Sant Fost de Campsentelles aprofita les obres de canalització del Besos per extreure les graves de la llera del riu.

Pel que fa a les granodiorites, l'aflorament d'aquestes és molt reduït i es troben molt pròximes o junt a àrees urbanitzades, però fora del sector les reserves es poden considerar com a il·limitades. La manca de sorra de gravera, pot fer pensar en la possibilitat d'obtenir-ne per trinxat de roques, ja que el transport pot encarir en gran mesura l'importació de conques més allunyades.

| DATA                               | 2.1/12/67 | 19/01/68 | 19/01/68 | 19/01/68 | 23/01/68 | 19/04/68 |
|------------------------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| pes específic (gr/m <sup>3</sup> ) | 2,66      | 2,71     | 2,70     | 2,70     | 2,74     | 2,69     |
| Absorció (%)                       | 0,5%      | 0,7%     | 0,7%     | 0,8%     | 0,5%     | 0,6%     |
| Friabilitat                        | 19,0      | 23       | 20       | 22       | --       | 19,0     |
| C.P.A.                             |           |          |          |          |          |          |
| - inicial                          | 0,75      | 0,72     | 0,72     | 0,70     | 0,73     | 0,62     |
| - final                            | 0,52      | 0,52     | 0,53     | 0,51     | 0,53     | 0,41     |
| Coef. "Los Angeles" (%)            | 11 %      | 15,5%    | 10,5%    | 22 %     | 14 %     | 19       |
| Adhesivitat (NLT)                  | 95        | 95       | 95       | 95       | 95       | 95       |
| Residu insoluble                   | --        | 88,7     | 87,3     | 88,7     | --       | --       |
| Reacció alcali-ciment              |           |          |          |          |          |          |
| -Rc mmol/lit.                      | 100       | --       | --       | --       | 60       | 356      |
| -Sc mmol/lit.                      | 176,2     | --       | --       | --       | 8,05     | 12,3     |

Taula nº 7.2.4-3 (a)

Resultat de les característiques de àrids naturals provinents del trinxament de granodiorites a la pedrera de Sta. Maria de Martorelles.

| DATA                               | 19/04/68 | 30/12/68 | 24/07/69 | 17/09/70 | 7/06/72 | 7/07/72 |
|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| Pes específic (gr/m <sup>3</sup> ) | 2,69     | 2,69     | 2,69     | 2,70     | 2,69    | 2,70    |
| Absorció (%)                       | 0,7%     | 0,5%     | 0,6%     | 0,5%     | 0,10%   | 0,95%   |
| Fractibilitat                      | 21,0     | 21,0     | 18       | 13,0     |         | 19      |
| -inicial                           | 0,55     | 0,63     | --       | --       | 0,66    | 0,62    |
| -final                             | 0,36     | 0,49     | --       | --       | 0,46    | 0,42    |
| Coef. "Los Angeles" (%)            | 23 %     | 20 %     | 15 %     | 13 %     | 22 %    | 17 %    |
| Adhesivitat (NLT)                  | 95       | 95       | 95       | 95       | 95      | --      |
| Residu insoluble                   | --       | 83,4     | --       | 85,7     | 80,0    | 87,9    |
| Reacció alcalí-ciment              |          |          |          |          |         |         |
| -Rc mmol/lit.                      | 360      | 78,0     | 410      | --       | --      | 80      |
| -Sc mmol/lit.                      | 5,99     | 12,3     | 9,0      | --       | --      | 30,96   |

Taula nº 7.2.4-3 (b)

Resultat de les característiques dels àrids naturals provinents del trinxament de granodiorites a la pedrera de Sta. Maria de Martorelles.

### 7.2.5.- CLIMATOLOGIA

El clima d'aquest sector es possible d'estudiar-lo a partir de les dades proporcionades pel Servicio Meteorològic Nacional, i que provenen de les estacions de Mollet, Martorelles i Montmeló. Cap de les tres estacions esmentades no té dades de temperatura, per aquest motiu utilitzarem també les dades termopluiomètriques de Granollers i Caldes de Montbui que es troben a pocs quilòmetres del sector estudiat.

Si bé en aquest sector no tenim l'existència de grans nivells del relleu que modifiquin de forma evident els valors climàtics, com passava al sector d'Aiguafreda i Centelles, també ens apareix la manca d'homogeneïtat de la informació. Amb tot hom disposa de sèries relativament llargues. A nivell de dades pluviomètriques de Mollet hom disposa informació dels anys 1912 - 1935, 1945 -1964, 1972 - 1978, de Martorelles els anys 1945- - 1979, de Montmeló els anys 1948 - 1965 i 1972 - 1975, fora del sector, Granollers disposa dades dels anys 1926-1938, 1941-1979 i Caldes de Montbui de 1915-1939 i 1942-1979. A nivell de temperatures Granollers disposa d'informació des de 1950 fins ara i Caldes de Montbui des de 1942. Aquesta informació no és homogènia ja que fins l'any 1945 es produeixen moltes llacunes a diverses estacions, i a més la majoria d'estacions han anat canviant d'observador diverses vegades, la qual cosa dificulta la correlació i la verificació de la fiabilitat de les dades. Només Caldes disposa d'una sèrie llarga sense canvis (1942 - 1979).

Aplicant l'anàlisi de la doble massa, entre les estacions de Caldes i les corresponents a Granollers i Martorelles, s'observa que, en efecte, el canvi d'observador comporta un canvi en el pendent de la recta (Fig. nº 7.2.5-1 i nº 7.2.5-2). La correcció dels valors de les sèries de Granollers, sobretot entre

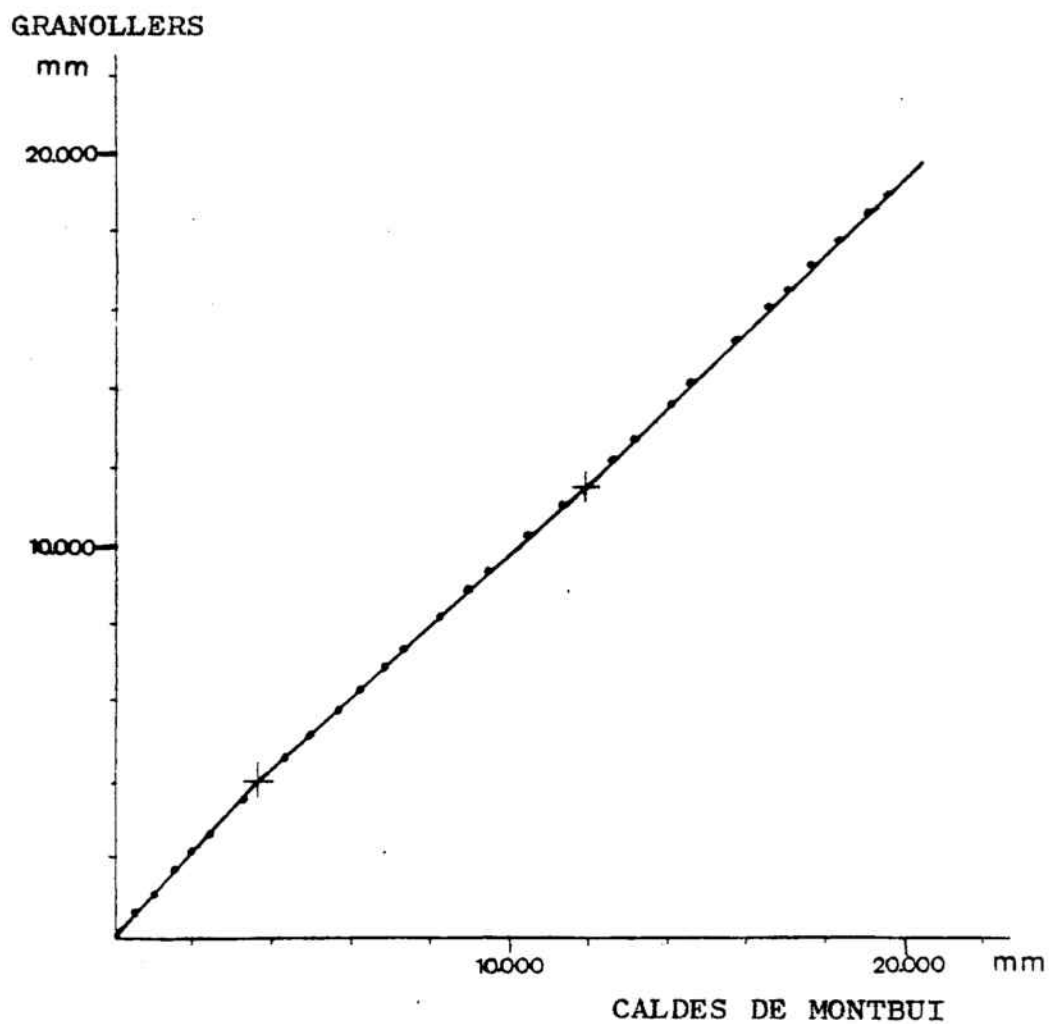


Figura 7.2.5 - 1

Aplicació de l'anàlisi de la doble massa  
a les estacions de Granollers i Caldes.  
Període 1946 a 1979.

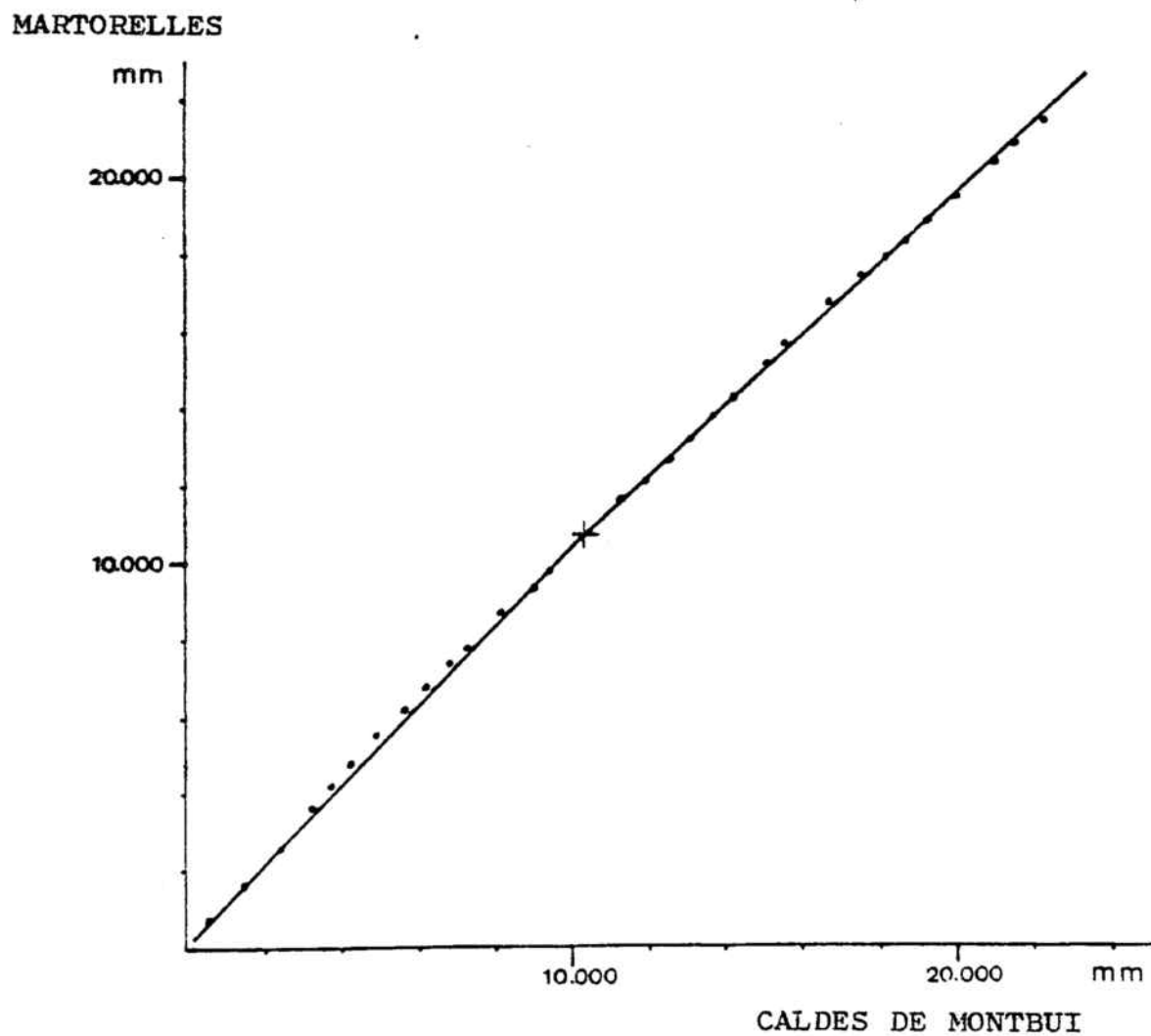


Figura nº 7.2.5 - 2

Aplicació de l'anàlisi de la doble massa  
a les estacions de Martorelles i Caldes.  
Període 1946 a 1979.

1952 -1964 significaria només augmentar la pluviometria mitjana anual en 12,5 mm. i la de Martorelles entre 1946 i 1962 suposaria un augment de la mitjana anual en 27 mm. aproximadament. Com que l'ordre de magnitud de variació tindrà una influència petita en els calculs que realitzarem per avaluar els recursos hídrics, o per al calcul d'avingudes, no hem modificat cap sèrie de dades i hem treballat amb les fornides directament pels observatoris.

#### 7.2.5.1.- Temperatures

A la taula nº 7.2.5-1 indiquem les temperatures mitjanes anuals que han estat observades a les estacions de Granollers i Caldes de Montbui. Possiblement les temperatures de Clades seràn quelcom més baixes que la temperatura real del sector que considerem, ja que es troba a una alçada major. Malgrat això, l'evolució de les temperatures al llarg de l'any és similar amb un màxim al mes de Juliol i un mínim al més de Gener.

#### 7.2.5.2.- Pluviometria

A la figura 6.2.5-4 es pot veure que la pluviometria mitjana anual d'aquest sector és inferior als 650mm. Les mitjanes realitzades donen els valors següents:

|             | <u>mitjana anual</u> | <u>nº anys observació</u> |
|-------------|----------------------|---------------------------|
| Mollet      | 601,6                | 38                        |
| Montmeló    | 662,6                | 17                        |
| Martorelles | 634,9                | 33                        |
| Caldes      | 636,0                | 56                        |
| Granollers  | 616,1                | 42                        |

|                        | <u>CALDES</u>  |                                | <u>GRANOLLERS</u> |                                |
|------------------------|----------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|
|                        | <u>mitjana</u> | <u>desviació<br/>estandard</u> | <u>mitjana</u>    | <u>desviació<br/>estandard</u> |
| Gener                  | 6,47           | 1,45                           | 7,3               | 1,37                           |
| Febrer                 | 7,80           | 1,80                           | 8,4               | 1,65                           |
| Març                   | 10,05          | 1,27                           | 10,6              | 1,08                           |
| Abril                  | 12,3           | 1,63                           | 12,9              | 1,07                           |
| Maig                   | 15,80          | 1,34                           | 16,4              | 1,28                           |
| Juny                   | 19,7           | 1,47                           | 20,1              | 1,43                           |
| Juliol                 | 22,9           | 1,36                           | 23,3              | 1,2                            |
| Agost                  | 22,7           | 1,36                           | 22,8              | 1,3                            |
| Setembre               | 20,0           | 1,73                           | 20,4              | 1,53                           |
| Octubre                | 15,6           | 1,49                           | 15,7              | 1,46                           |
| Novembre               | 10,2           | 1,50                           | 10,8              | 1,40                           |
| Desembre               | 7,2            | 1,52                           | 7,8               | 1,58                           |
| Anys d'ob-<br>servació |                | 39                             |                   | 34                             |

Taula 7.2.5.-1

Temperatures mitjanes de Caldes de Montbui i Granollers.

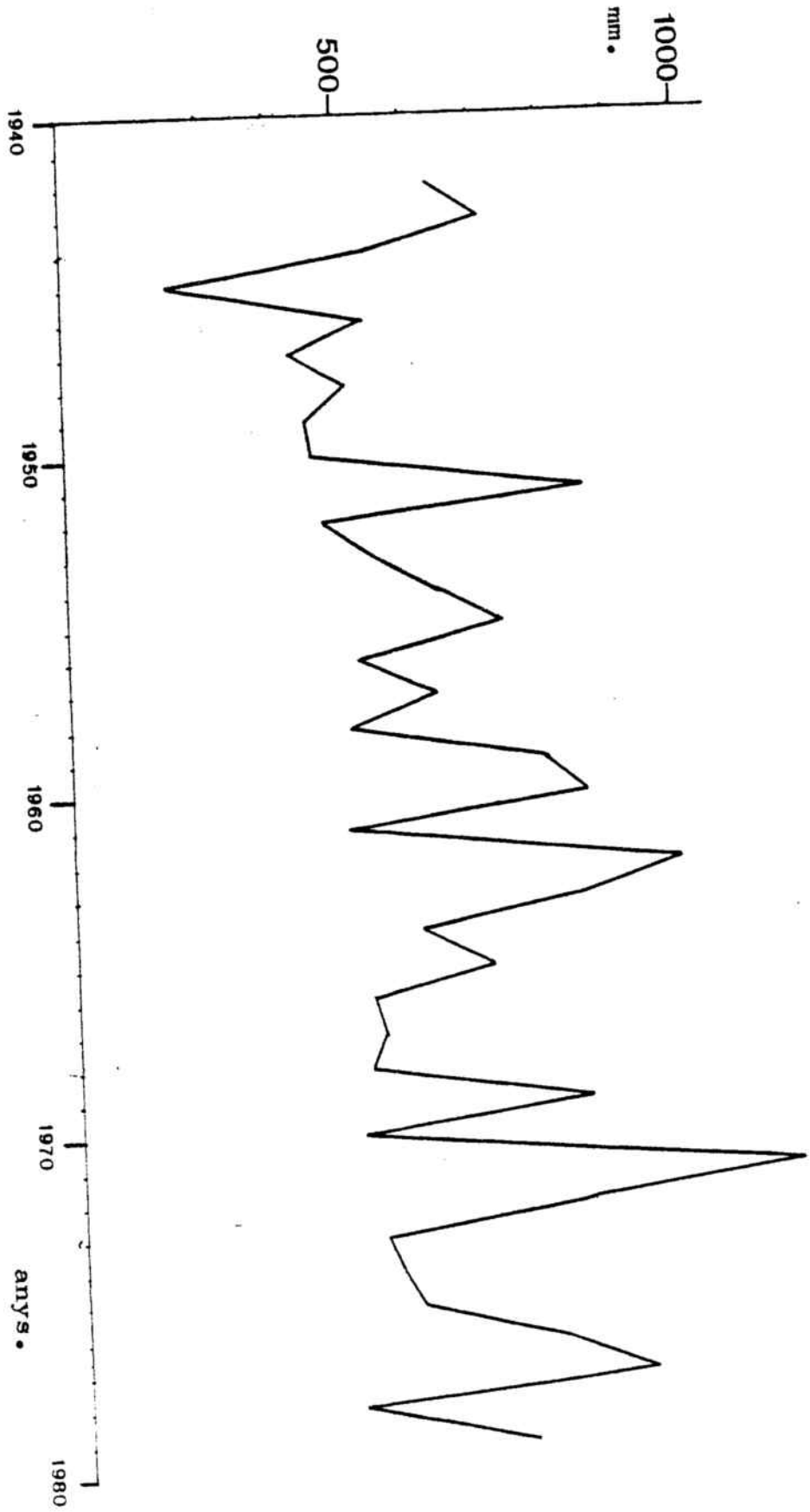


Figura nº 7.2.5 - 3

Variació interanual de la pluviometria a Caldes de Montbui.  
Període 1942 a 1979.

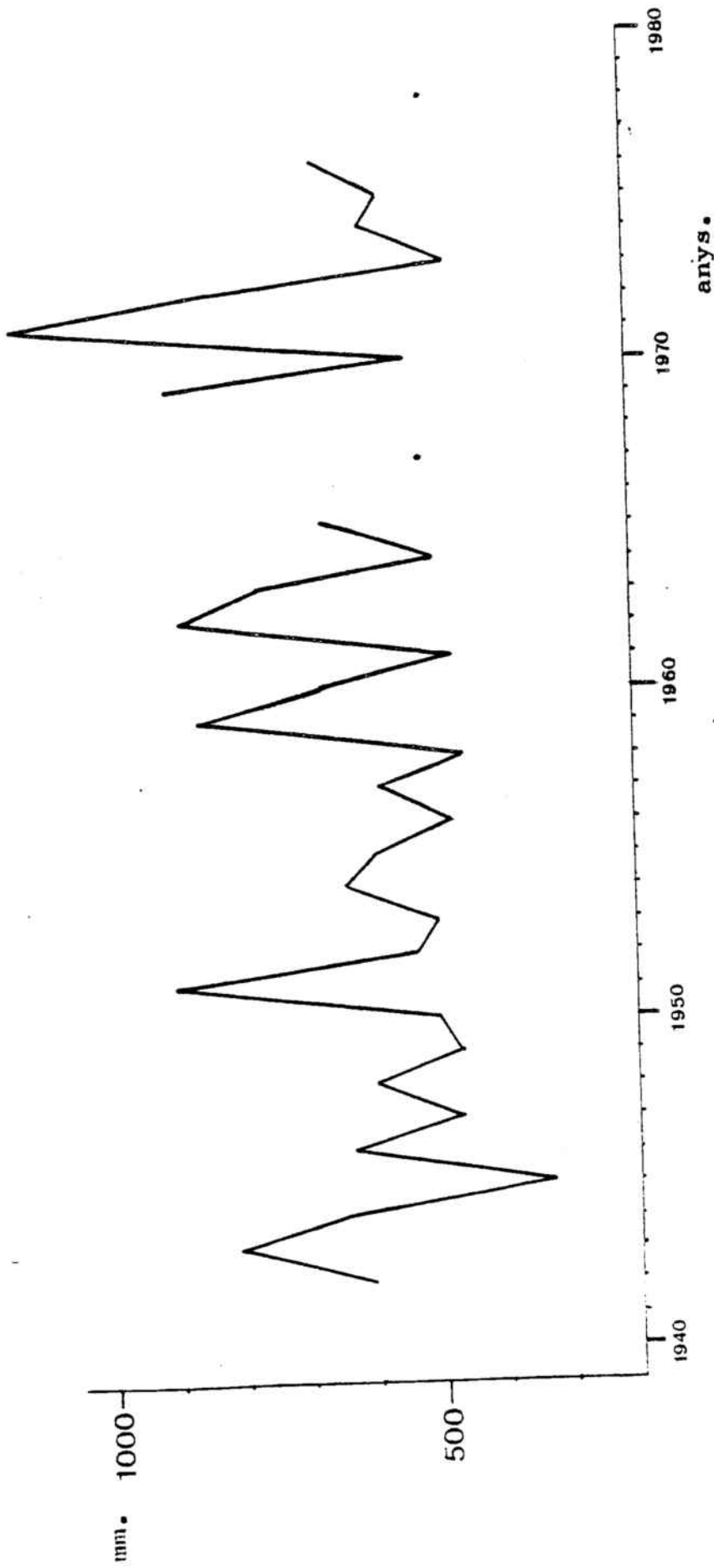


Figura nº 7.2.5 - 4

Variació interanual de la pluviometria de Granollers.  
Període 1942 a 1979.

Com es pot veure el valor més alt correspon a Montmeló, però cal fer algunes precisions perquè entenem que aquest valor no es representatiu. D'una banda el nombre de dades és molt inferior als altres, només 17 anys d'observació, i per un altre costat el període que comprèn aquestes dades (1949-1964 i 1972-1974), és un dels més plujosos que hem tingut, com podem observar fàcilment a les figures 7.2.5.-3 i 7.2.5.-4, sobre la distribució interanual de la pluviometria.

Totes les estacions analitzades presenten un màxim o dos, concentrats al mes de Setembre i Octubre, mentre que es produeix un sol mínim al mes de Juliol. El màxim clarament diferenciat a les estacions de Balenyà i Centelles, que es produïa el mes de Maig, aquí queda molt esmorteït (Taula nº 7.2.5-2).

El caràcter mediterrani de la conca ve expressada per la irregularitat de les pluges, tant en la seva quantitat com en la seva distribució. De manera gràfica es pot veure als mapes d'isohietes (Figures 7.2.5.-5 a 7.2.5.-9) obtingudes dels estudis del Grupo de Trabajo para el Estudio de Avenidas Extraordinarias del Instituto de Hidrologia (anys 1970-71, 1972-73, 1973-74). Podem observar que els centres de gravetat de les precipitacions són molt variables en l'espai. La mateixa conclusió obtenim si comparem les correlacions que hem efectuat entre estacions per a pluviometries mensuals i pluviometries màximes produïdes en 24 hores referides a cada mes.

Les correlacions que hem obtingut a l'estació pluviomètrica de Mollet amb les altres de la Conca han estat les següents:

. Pluviometries mensuals

|     |   |      |     |      |     |          |
|-----|---|------|-----|------|-----|----------|
| MAR | = | 0,98 | MLL | =    | 0,5 | r = 94 % |
| MML | = | 2,5  | +   | 0,96 | MLL | r = 93 % |
| CAR | = | 9,6  | +   | 0,86 | MLL | r = 88 % |
| STA | = | 6,4  | +   | 0,84 | MLL | r = 86 % |

|          | MOLLET  |                        | MARTORELLES |                        | GRANOLLERS |                        | CALDES  |                        |
|----------|---------|------------------------|-------------|------------------------|------------|------------------------|---------|------------------------|
|          | mitjana | desviació<br>estandard | mitjana     | desviació<br>estandard | mitjana    | desviació<br>estandard | mitjana | desviació<br>estandard |
| Gener    | 30,2    | 30,3                   | 43,6        | 50,6                   | 32,0       | 44,0                   | 32,6    | 44,0                   |
| Febrer   | 39,2    | 37,9                   | 33,5        | 30,7                   | 37,1       | 38,8                   | 34,5    | 38,8                   |
| Març     | 17,0    | 36,7                   | 34,0        | 34,3                   | 55,0       | 43,1                   | 59,2    | 43,1                   |
| Abril    | 49,6    | 29,5                   | 17,8        | 39,9                   | 55,2       | 37,6                   | 56,5    | 37,6                   |
| Maig     | 69,2    | 43,3                   | 61,3        | 43,9                   | 60,2       | 47,9                   | 65,7    | 47,9                   |
| Juny     | 43,6    | 34,9                   | 44,1        | 36,7                   | 44,3       | 38,2                   | 51,7    | 38,2                   |
| Juliol   | 28,5    | 28,8                   | 22,2        | 24,2                   | 26,8       | 31,1                   | 29,5    | 31,1                   |
| Agost    | 46,6    | 37,7                   | 52,6        | 43,3                   | 51,5       | 39,6                   | 51,5    | 39,6                   |
| Setembre | 73,0    | 57,7                   | 78,5        | 76,6                   | 80,2       | 55,6                   | 79,4    | 55,6                   |
| Octubre  | 70,6    | 57,0                   | 81,8        | 68,6                   | 69,3       | 59,2                   | 74,8    | 59,2                   |
| Novembre | 49,9    | 43,7                   | 43,8        | 37,9                   | 51,5       | 46,1                   | 52,9    | 46,1                   |
| Desembre | 49,8    | 41,5                   | 57,4        | 53,4                   | 54,4       | 51,7                   | 49,4    | 51,7                   |

Taula nº 7.2.5-2

Pluges mitjanes mensuals al sector de Mollet-Montornès.

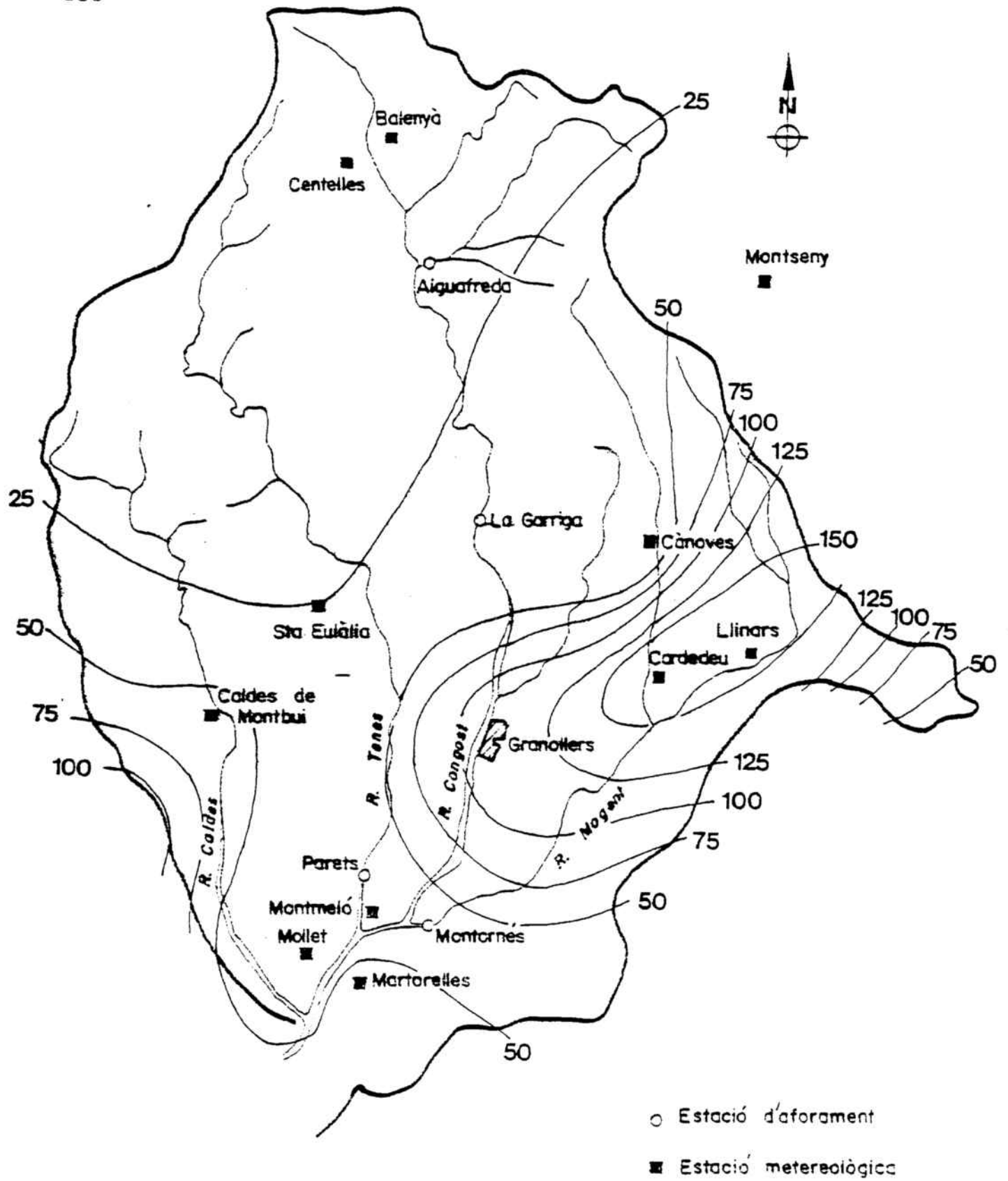


Figura nº 7.2.5 - 5

Isohietes de la pluja produïda  
el 23 de Setembre del 1971.

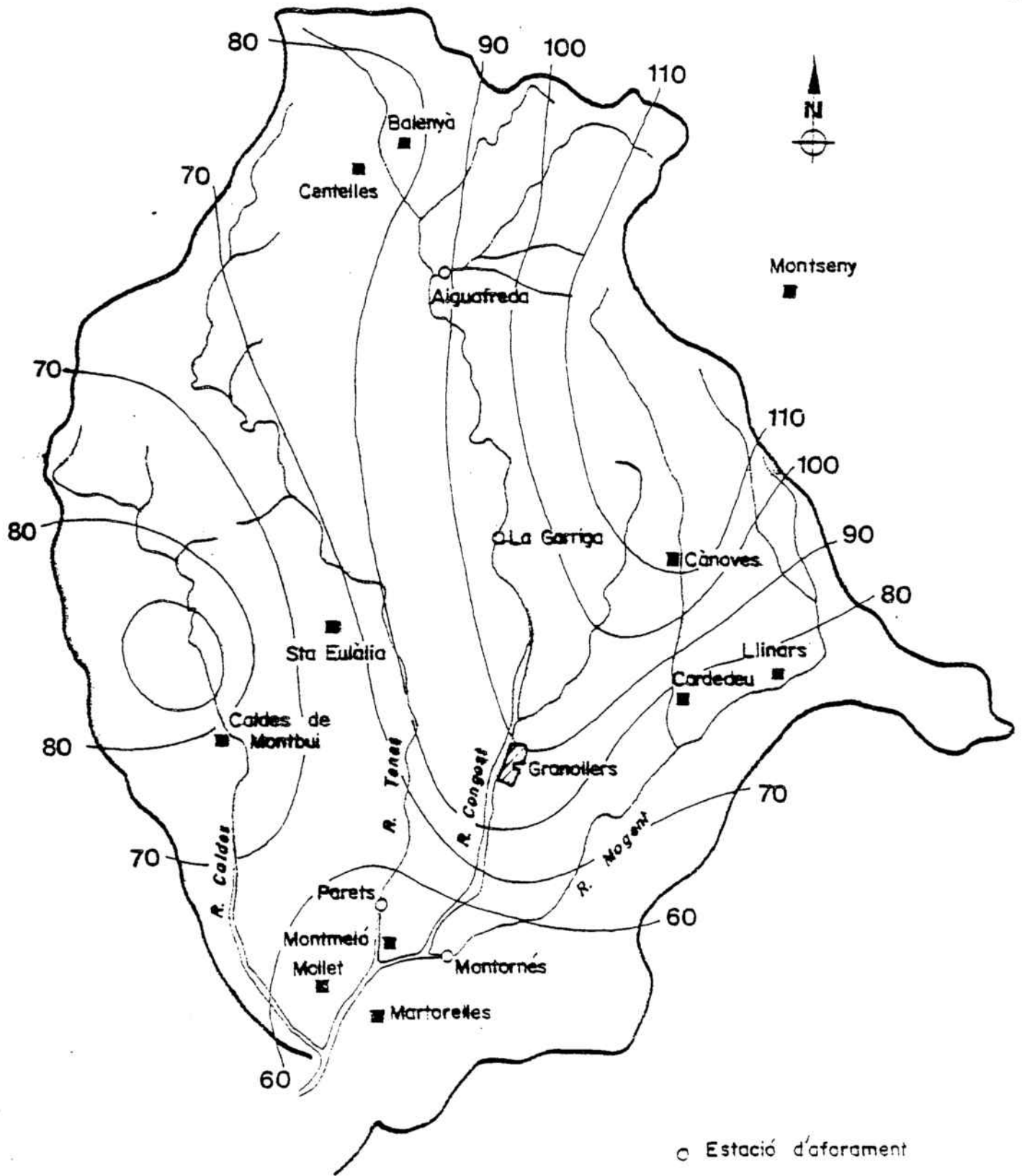


Figura nº 7.2.5 - 6

Isohietes de la pluja produïda  
el dia 11 d'Octubre del 1970.

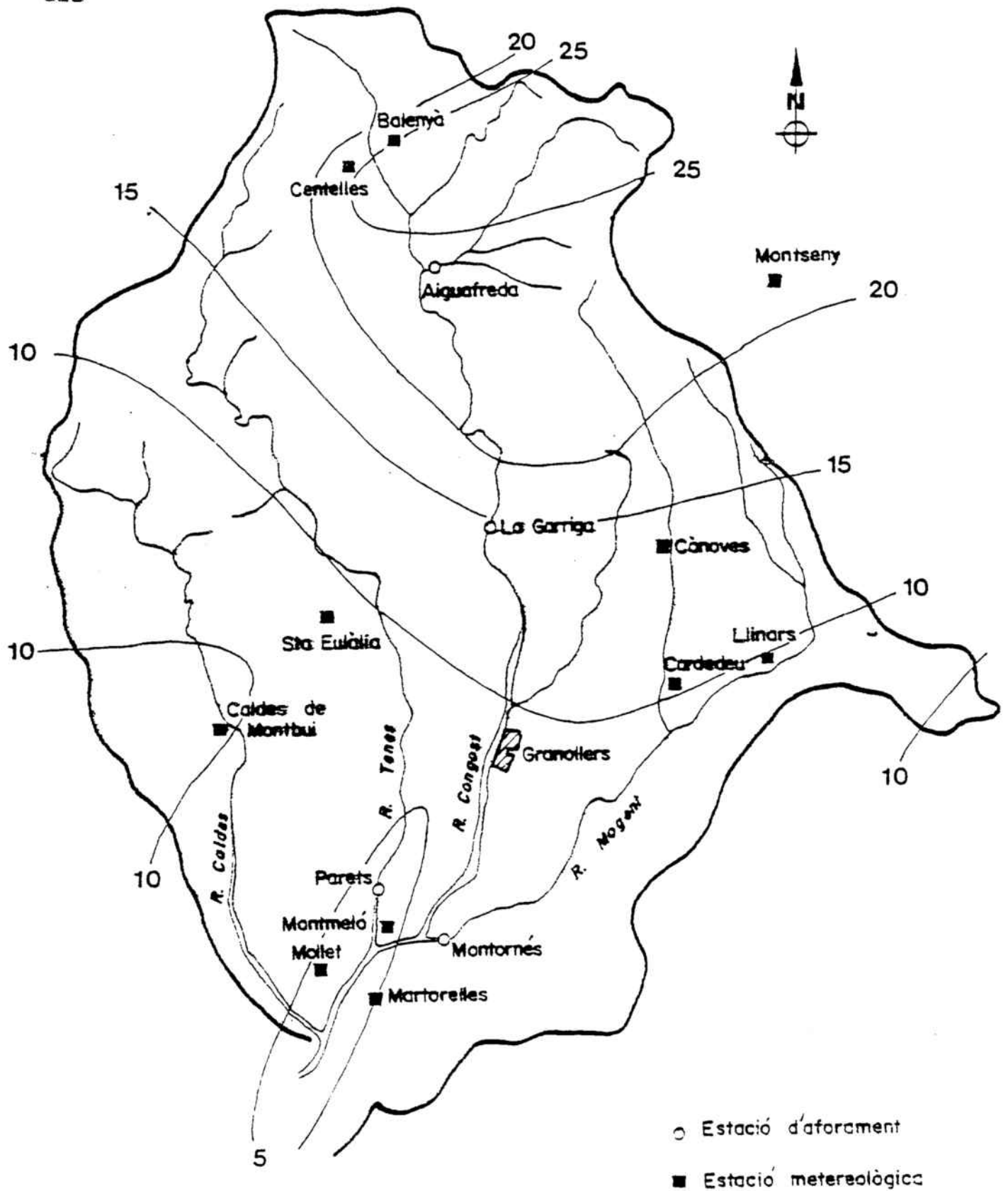


Figura nº 7.2.5 - 7

Ischiètes de la pluja produïda els dies 1 al 15 de Novembre del 1972.

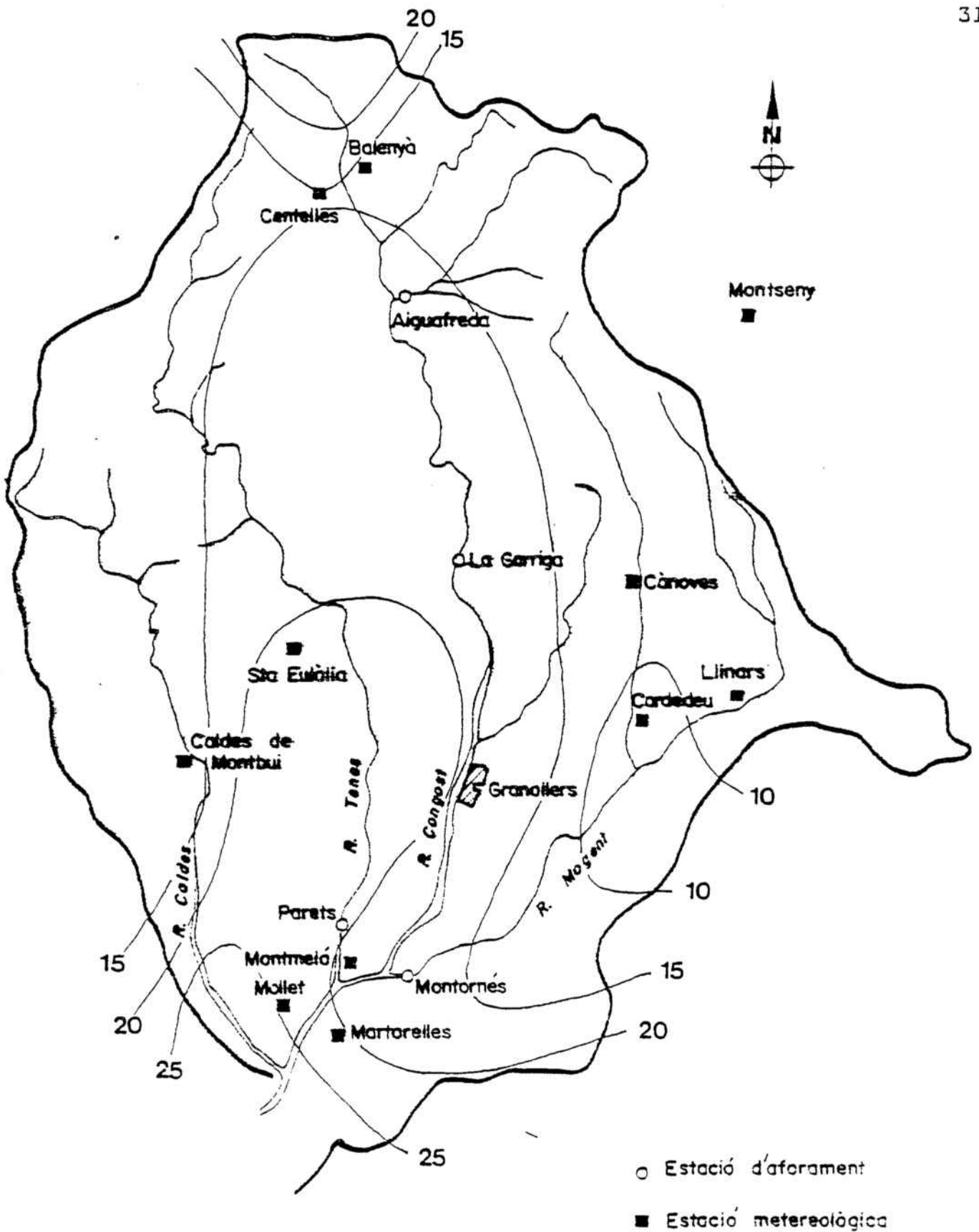


Figura nº 7.2.5 - 8

Isohietes de la pluja produïda els  
10 al 23 d'Octubre del 1972.

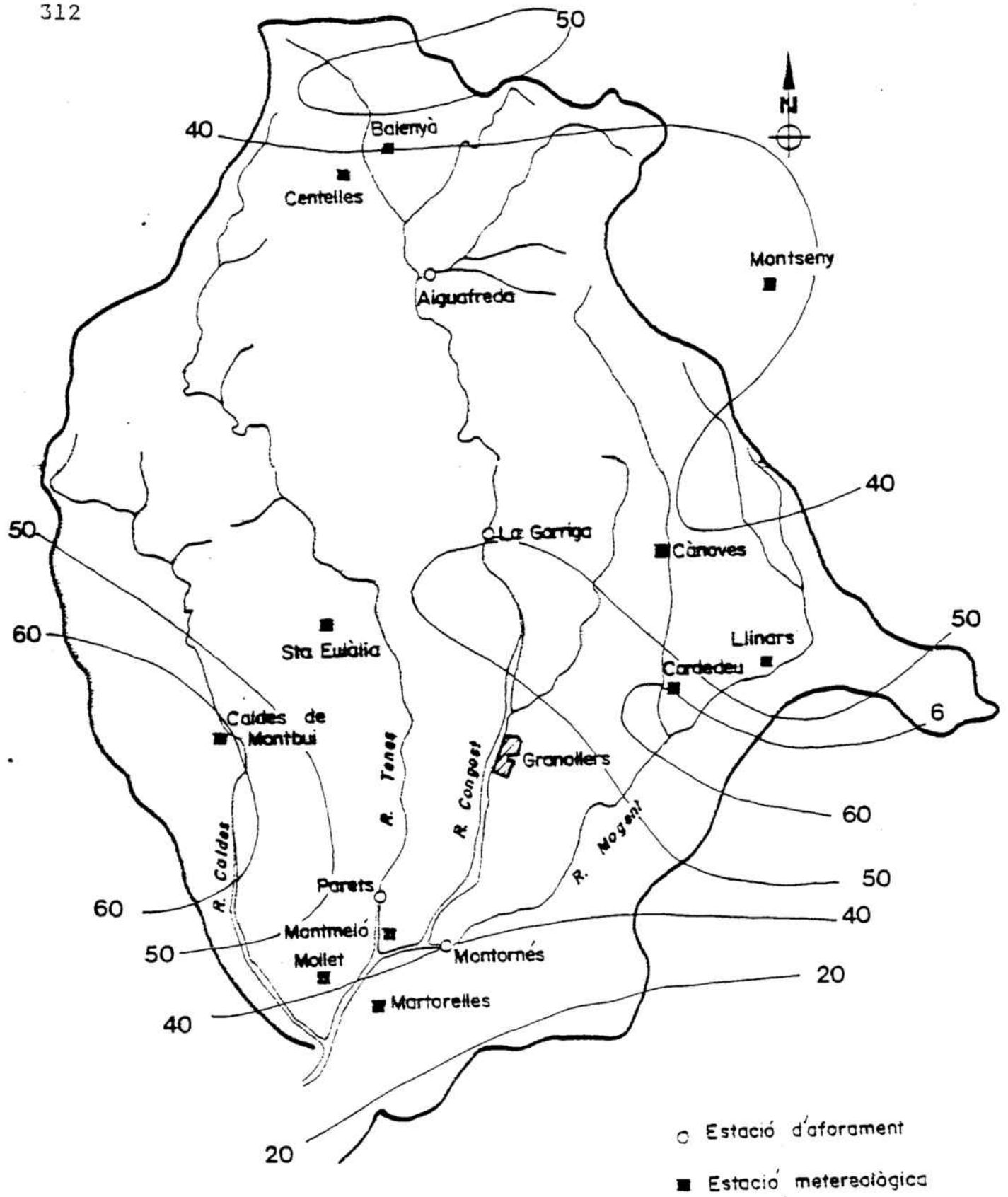


Figura nº 7.2.5 - 9

Isohietes de la pluja produïda el 30 d'Agost del 1974.

0 2 4 6 8 10 Km

|     |   |      |   |      |     |          |
|-----|---|------|---|------|-----|----------|
| CAL | = | 7,8  | + | 0,88 | MLL | r = 84 % |
| GRA | = | 9,0  | + | 0,81 | MLL | r = 83 % |
| LLI | = | 9,9  | + | 0,93 | MLL | r = 83 % |
| BAL | = | 16,8 | + | 0,89 | MLL | r = 78 % |

. Pluviometries màximes en 24 hores.

|     |   |      |     |      |     |          |
|-----|---|------|-----|------|-----|----------|
| MAR | = | 1,0  | MLL | =    | 0,8 | r = 91 % |
| MML | = | 3,0  | +   | 0,87 | MLL | r = 87 % |
| CAR | = | 7,1  | +   | 0,73 | MLL | r = 77 % |
| STA | = | 5,8  | +   | 0,70 | MLL | r = 74 % |
| CAL | = | 6,9  | +   | 0,70 | MLL | r = 72 % |
| GRA | = | 5,6  | +   | 0,77 | MLL | r = 75 % |
| LLi | = | 6,7  | +   | 0,79 | MLL | r = 73 % |
| BAL | = | 11,2 | +   | 0,57 | MLL | r = 62 % |

nomenclatura:

|     |   |                          |     |   |                           |
|-----|---|--------------------------|-----|---|---------------------------|
| MLL | = | Mollet                   | CAL | = | Caldes de Montbui         |
| MAR | = | Martorelles              | GRA | = | Granollers                |
| MML | = | Montmeló                 | LLI | = | Llinars                   |
| CAR | = | Cardedeu                 | BAL | = | Balenyà                   |
| STA | = | Sta. Eulàlia de Ronçana. | r   | = | coeficient de correlació. |

Es pot deduir fàcilment, davant d'aquests resultats, que tot i existir una bona correlació, en general superior al 80 % quan tractem amb pluviometries mensuals, el coeficient de correlació baixa força en tractar-se de pluges màximes en 24 hores. Això confirma el fet que com més ens allunyem del nucli de la pertorbació, més difícil és la coincidència de les precipitacions. Només Martorelles i Montmeló mantenen uns percentatges del coeficient de correlació elevats, fet d'altra banda lògic, donada la proximitat d'aquests municipis amb Mollet.

El caràcter irregular de la pluviometria, l'expressem per la relació pluviomètrica màxima en 24 hores amb pluviometria mensual i dóna en aquest sector un caire molt més torrencial que al sector d'Aiguafreda i Centelles. Les correlacions efec

tuades a les estacions anteriorment esmentades són les següents ( figures nº 7.2.5 -10 a 7.2.5- 14).

|             |              |         |          |
|-------------|--------------|---------|----------|
| Montmeló    | P. Màx = 3,6 | ± 0,41  | P. mitja |
| Mollet      | P. màx = 3,3 | ± 0,39  | P. mitja |
| Martorelles | P. màx = 3,5 | ± 0,398 | P. mitja |
| Caldes      | P. màx = 5,0 | ± 0,345 | P. mitja |
| Granollers  | P. màx = 4   | ± 0,37  | P. mitja |

Llèvat de Caldes i Granollers, un percentatge superior al 40% de la pluja mensual es recull en un sol dia, però per a pluviometries inferiors a 30 mm/ mes la pluja caiguda en un dia a totes les estacions, supera el percentatge de 50 % de la total mensual, i per a 50 mm/ mes el percentatge és del 45 %. Els coeficients de correlació són superiors al 83 % el que permet fer una generalització del fenomen.

De la mateixa manera que a l'apartat 6.2.5.2, hem calculat els períodes de retorn de pluges màximes en 24 hores, per a les diferent estacions utilitzant una distribució de Gumbel expressada a l'equació :

$$x = \bar{x} + k \sigma_n$$

on

- x = valor amb una probabilitat donada
- $\bar{x}$  = mitjana de la sèrie de valors
- $\sigma_n$  = desviació estandard de la sèrie
- k = factor de freqüències definit per a cada distribució.

Hem utilitzat els valors més alts de cada any de pluges màximes produïdes en 24 h. (Taula nº 7.2.5.-3 a 7.2.5-7 ). Els resultats han estat els següents:

#### Montmeló

$$\bar{x} = 69,1 \qquad \sigma_n = 33,15 \qquad \text{nombre d'anys } 17$$

No hem realitzat el càlcul per tractar-se d'una sèrie amb molt poc nombre de dades.

GRANOLLERS

| <u>any</u> | <u>mm.</u> | <u>any</u> | <u>mm.</u> | <u>any</u> | <u>mm.</u> |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1933       | 45.0       | 1951       | 51.4       | 1966       | ....       |
| 1934       | 57.0       | 1952       | 55.7       | 1967       | 50.0       |
| 1935       | 71.8       | 1953       | 49.5       | 1968       | ....       |
| 1936       | 62,5       | 1954       | 99.3       | 1969       | 65.9       |
| 1937       | 70.3       | 1955       | 43.2       | 1970       | 82.7       |
| .....      |            | 1956       | 47.2       | 1971       | 164.3      |
| 1942       | 52.5       | 1957       | 53.6       | 1972       | 53.0       |
| 1943       | 104.3      | 1958       | 80.5       | 1973       | 44.9       |
| 1944       | 98.4       | 1959       | 93.4       | 1974       | 100.1      |
| 1945       | 32.9       | 1960       | 72.5       | 1975       | 119.1      |
| 1946       | 90.0       | 1961       | 77.0       | 1976       | 38.0       |
| 1947       | 44.2       | 1962       | 106.5      | 1977       | ....       |
| 1948       | 61.8       | 1963       | 57.2       | 1978       | 38.8       |
| 1949       | 39.6       | 1964       | 40.0       |            |            |
| 1950       | 81.1       | 1965       | 67.1       |            |            |

Taula nº 7.2.5-3

Valors anuals més alts de les precipitacions màximes recollides en 24 hores a Granollers.

MONTMELO

| <u>any</u> | <u>mm.</u> | <u>any</u> | <u>mm.</u> | <u>any</u> | <u>mm.</u> |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1949       | 47.9       | 1956       | 42.0       | 1963       | 80.0       |
| 1950       | 68.5       | 1957       | 60.2       | 1964       | 32.0       |
| 1951       | 51.0       | 1958       | 83.0       | .....      |            |
| 1952       | 54.8       | 1959       | 142.5      | 1972       | 32.5       |
| 1953       | ....       | 1960       | 101.0      | 1973       | 31.0       |
| 1954       | 63.2       | 1961       | 61.6       | 1974       | 78.0       |
| 1955       | ....       | 1962       | 145.5      |            |            |

Taula nº 7.2.5-4

Valors anuals més alts de les precipitacions màximes recollides en 24 hores a Montmeló.

CALDES

| <u>any</u> | <u>mm.</u> | <u>any</u> | <u>mm.</u> | <u>any</u> | <u>mm.</u> |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1924       | 65.5       | 1945       | 44.4       | 1963       | 54.2       |
| 1925       | 28.0       | 1946       | 46.7       | 1964       | 49.5       |
| 1926       | 109.5      | 1947       | 46.1       | 1965       | 77.0       |
| 1927       | 48.0       | 1948       | 74.0       | 1966       | 63.0       |
| 1928       | 59.0       | 1949       | 55.0       | 1967       | 46.8       |
| 1929       | 64.0       | 1950       | 92.3       | 1968       | 66.5       |
| 1930       | 96.0       | 1951       | 63.5       | 1969       | 67.4       |
| 1931       | 68.0       | 1952       | 40.0       | 1970       | 63.3       |
| 1932       | 56.0       | 1953       | 52.0       | 1971       | 107.7      |
| 1933       | 43.6       | 1954       | 83.3       | 1972       | 57.4       |
| 1934       | 41.5       | 1955       | 67.4       | 1973       | 65.0       |
| 1935       | 46.7       | 1956       | 67.4       | 1974       | 63.0       |
| 1936       | 56.7       | 1957       | 82.0       | 1975       | 92.0       |
| 1937       | 73.0       | 1958       | 47.3       | 1976       | 111.6      |
| .....      |            | 1959       | 85.0       | 1977       | 45.6       |
| 1942       | 44.7       | 1960       | 98.5       | 1978       | 42.0       |
| 1943       | 69.8       | 1961       | 45.0       | 1979       | 79.0       |
| 1944       | 81.9       | 1962       | 135.0      |            |            |

Taula nº 7.2.5.-5

Valors anuals més alts de les precipitacions màximes recollides en 24 hores a Caldes de Montbui.

MOLLET

| <u>any</u> | <u>mm.</u> | <u>any</u> | <u>mm.</u> | <u>any</u> | <u>mm.</u> |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1913       | 65.5       | 1930       | 76.9       | 1955       | 57.1       |
| 1914       | 35.0       | 1931       | 110.1      | 1956       | 53.3       |
| 1915       | 34.0       | 1932       | 47.7       | 1957       | 75.0       |
| 1916       | 59.6       | 1933       | 46.9       | 1958       | 83.0       |
| 1917       | 63.4       | 1934       | 45.2       | 1959       | 76.3       |
| 1918       | 50.2       | .....      |            | 1960       | 86.0       |
| .....      |            | 1946       | 49.0       | 1961       | 46.8       |
| 1921       | 82.7       | 1947       | 35.0       | 1962       | 163.0      |
| 1922       | 53.9       | 1948       | 70.4       | 1963       | 68.2       |
| .....      |            | 1949       | 41.5       | .....      |            |
| 1925       | 35.0       | 1950       | 57.8       | 1973       | 39.5       |
| 1926       | 111.0      | 1951       | 48.0       | 1974       | 85.7       |
| 1927       | 40.3       | 1952       | 50.9       | 1975       | 97.2       |
| 1928       | 80.1       | 1953       | 91.8       | 1976       | 69.5       |
| 1929       | 36.1       | 1954       | 70.0       |            |            |

Taula nº 7.2.5-6

Valors anuals més alts de les precipitacions màximes recollides en 24 hores a Caldes de Montbui. MOLLET

MARTORELLES

| <u>any</u> | <u>mm.</u> | <u>any</u> | <u>mm.</u> | <u>any</u> | <u>mm.</u> |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1946       | 64.0       | 1958       | 77.0       | 1970       | 100.0      |
| 1947       | 45.5       | 1959       | 91.0       | 1971       | 100.0      |
| 1948       | 59.0       | 1960       | 75.0       | 1972       | 50.7       |
| 1949       | 49.0       | 1961       | 43.5       | 1973       | 39.0       |
| 1950       | 68.0       | 1962       | 250.0      | 1974       | 60.1       |
| 1951       | 54.1       | 1963       | 100.0      | 1975       | 91.0       |
| 1952       | 50.0       | 1964       | 36.0       | 1976       | 79.0       |
| 1953       | 94.5       | 1965       | 60.0       | 1977       | 76.0       |
| 1954       | 51.7       | 1966       | 60.0       | 1978       | 55.0       |
| 1955       | 56.7       | 1967       | 65.0       | 1979       | 65.0       |
| 1956       | 51.3       | 1968       | 45.0       |            |            |
| 1957       | 86.3       | 1969       | 112.5      |            |            |

Taula nº 7.2.5-7

Valors anuals més alts de les precipitacions màximes recollides en 24 hores a Martorelles.

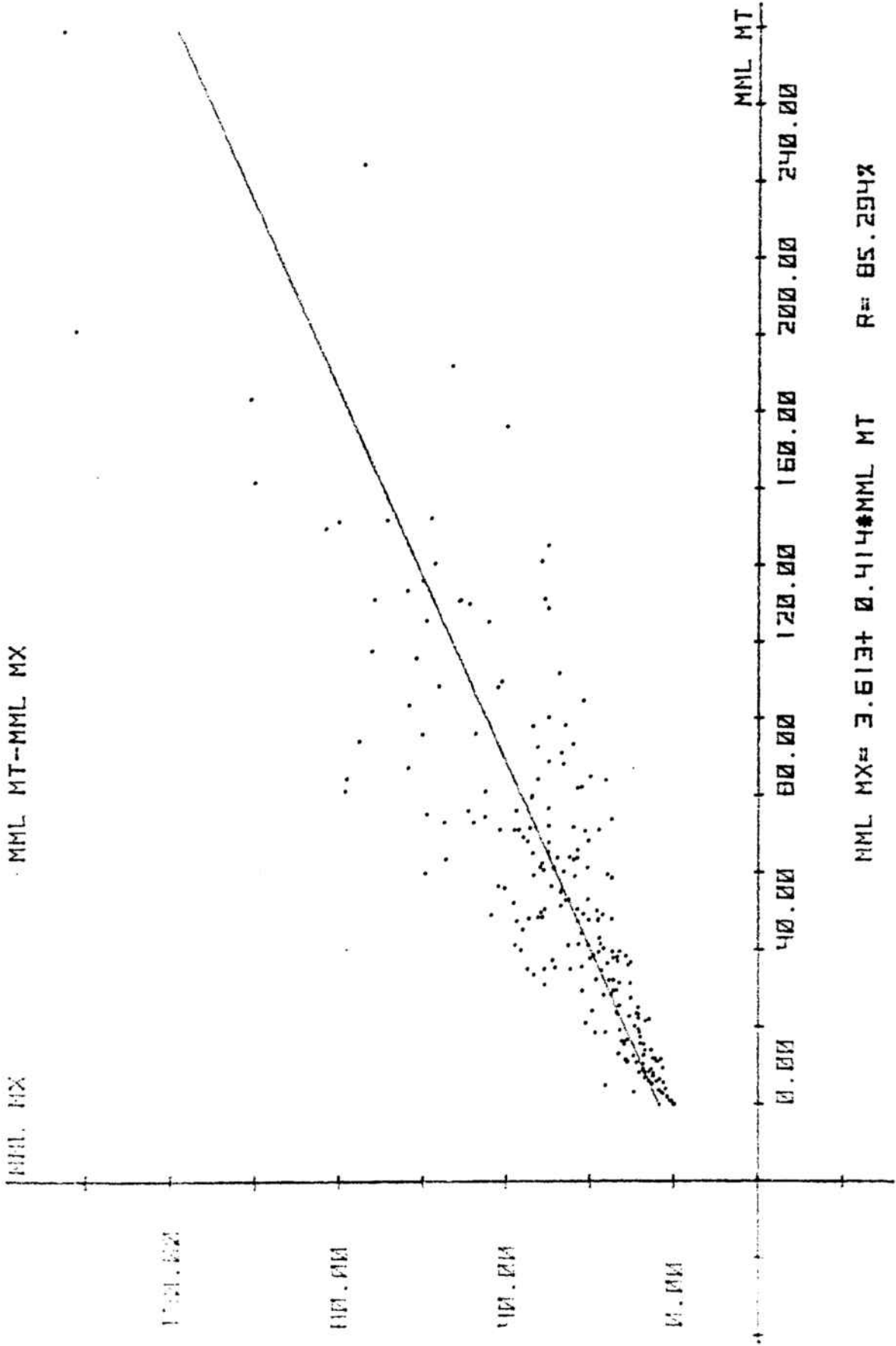


Figura 7.2.5 - 10

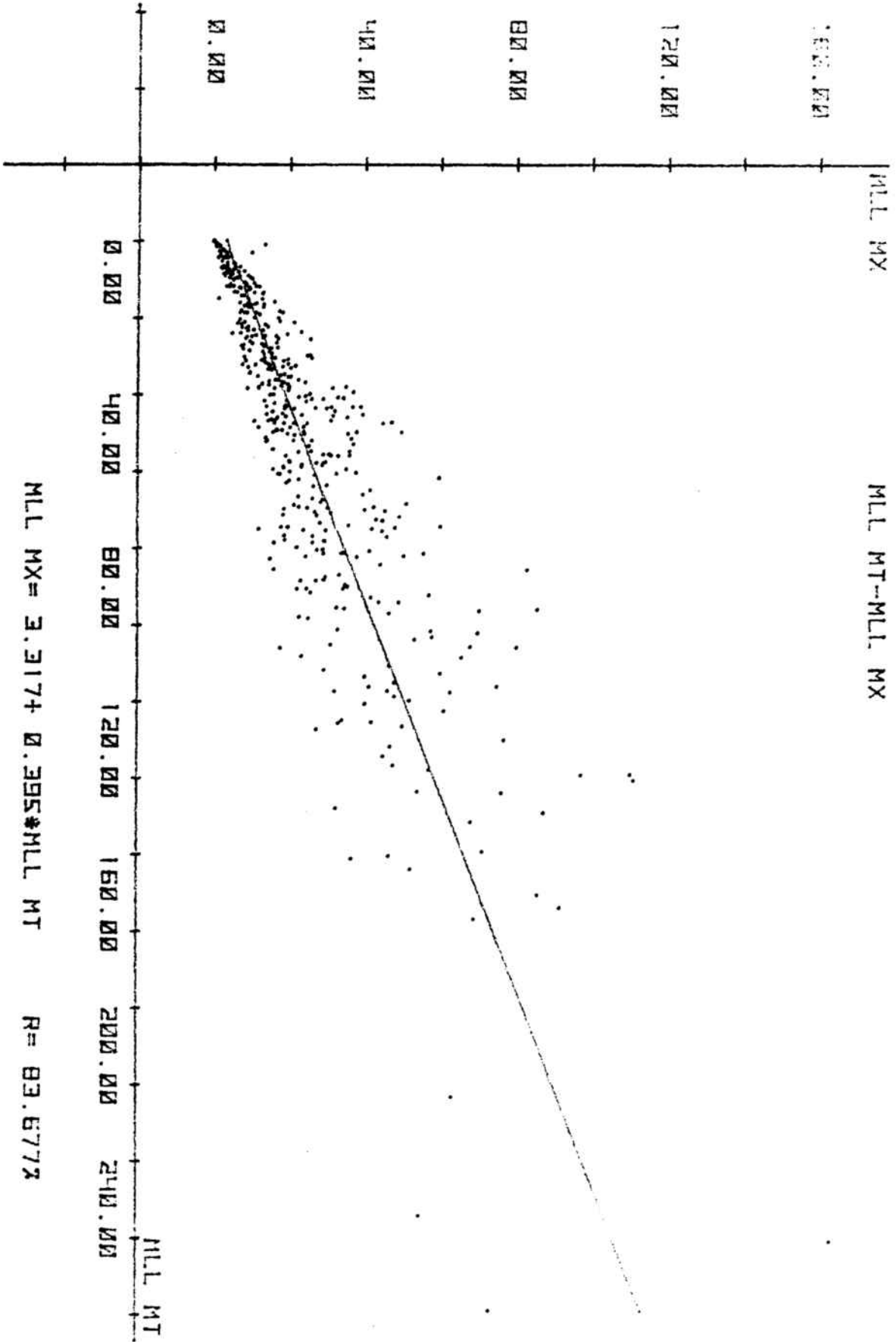


Figura 7.2.5 - 11

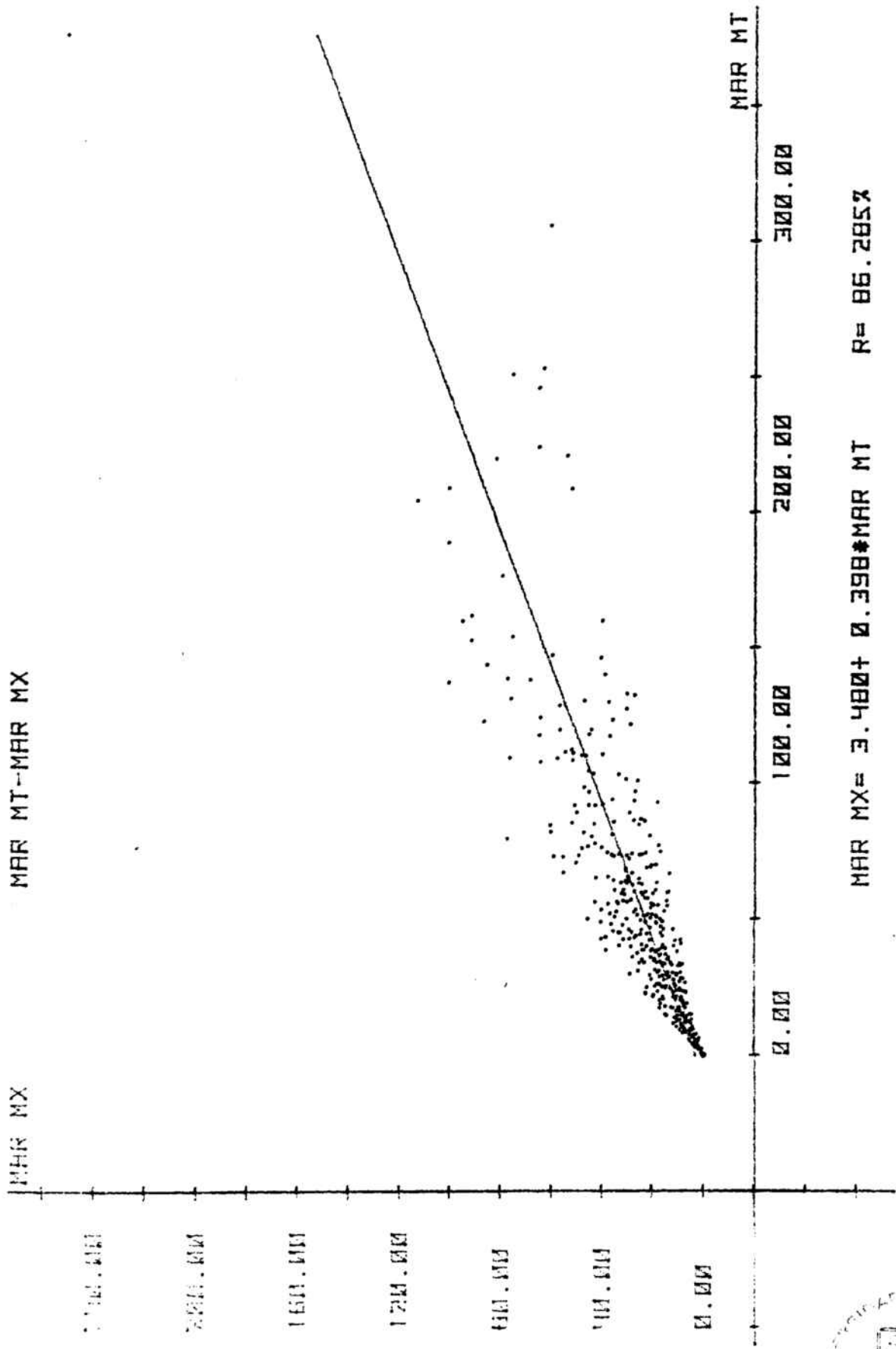


Figure 7.2.5 - 12



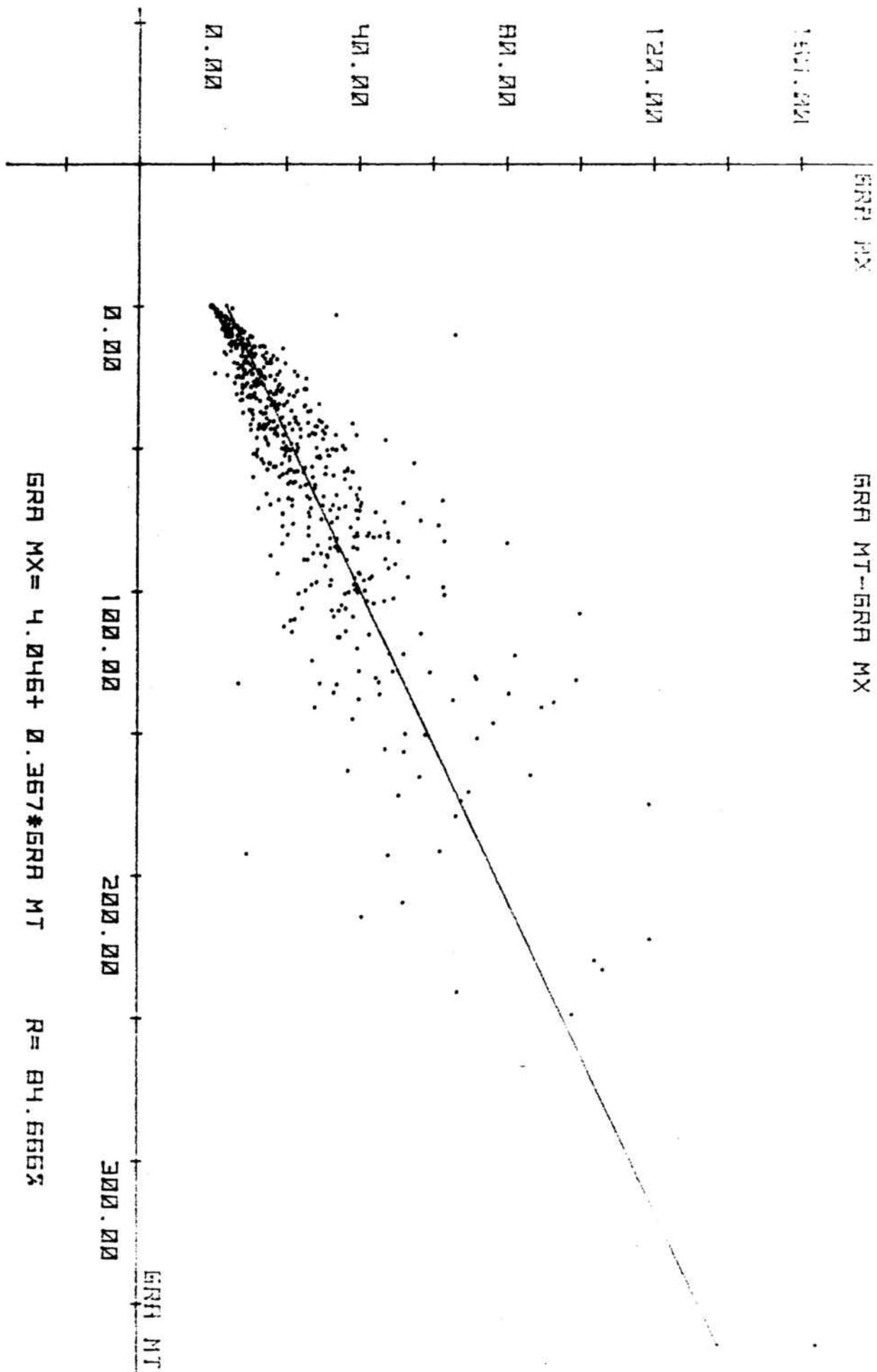


Figura 7.2.5 - 13

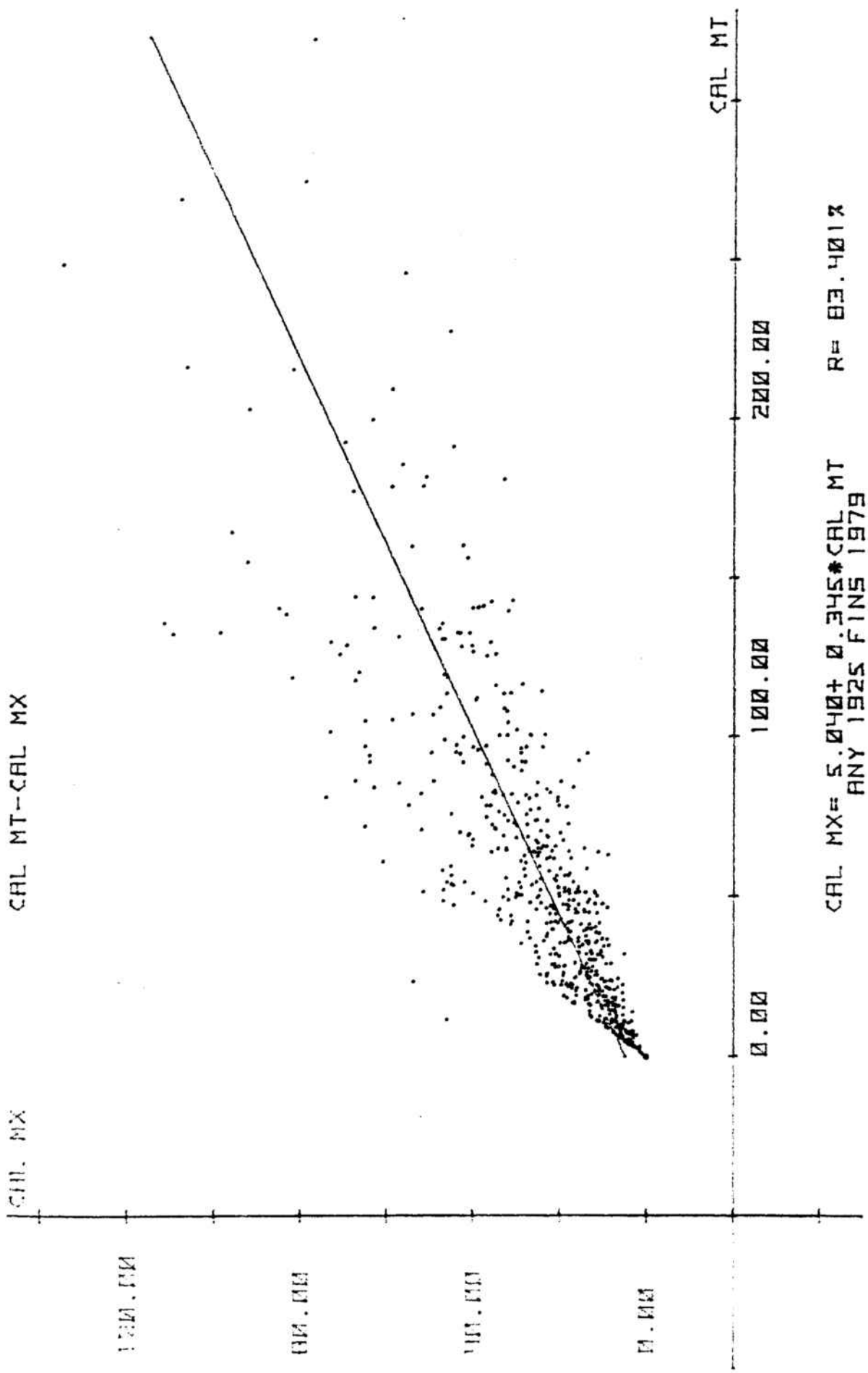


Figura 7.2.5 - 14

Mollet

$\bar{x} = 69,1$

$\sigma_n = 33,15$

nombre d'anys 45

periode de retornx

|        |          |
|--------|----------|
| 2 anys | 61,1 mm. |
| 10     | 103,8    |
| 50     | 141,1    |
| 100    | 156,9    |
| 400    | 186,8    |

Martorelles

$\bar{x} = 72,4$

$\sigma_n = 36,68$

nombre d'anys 34

periode de retornx

|        |          |
|--------|----------|
| 2 anys | 66,7 mm. |
| 10     | 128,3    |
| 50     | 182,2    |
| 100    | 204,8    |
| 400    | 250,2    |

Caldes de Montbui

$\bar{x} = 65,9$

$\sigma_n = 21,62$

nombre d'anys 52

periode de retornx

|        |          |
|--------|----------|
| 2 anys | 62,5 mm. |
| 10     | 97,6     |
| 50     | 128,2    |
| 100    | 141,2    |
| 400    | 164,4    |

Granollers

$\bar{x} = 68,26$

$\sigma_n = 27,15$

nombre d'anys 39

| <u>periode de retorn</u> | <u>x</u> |
|--------------------------|----------|
| 2 anys                   | 64,1 mm. |
| 10                       | 109,8    |
| 50                       | 148,3    |
| 100                      | 164,9    |
| 400                      | 198,4    |

Aquests resultats els hem introduït en un paper de probabilitat extrema, traçant-nos una recta en la qual podem obtenir d'una forma ràpida el valor de pluviometria màxima que cal esperar per a diferents períodes de retorn (Figures nº 7.2.5-15 a 7.2.5-18 ).

Figura nº 7.2.5-15. Mollet, pluviometria màxima en 24 h.

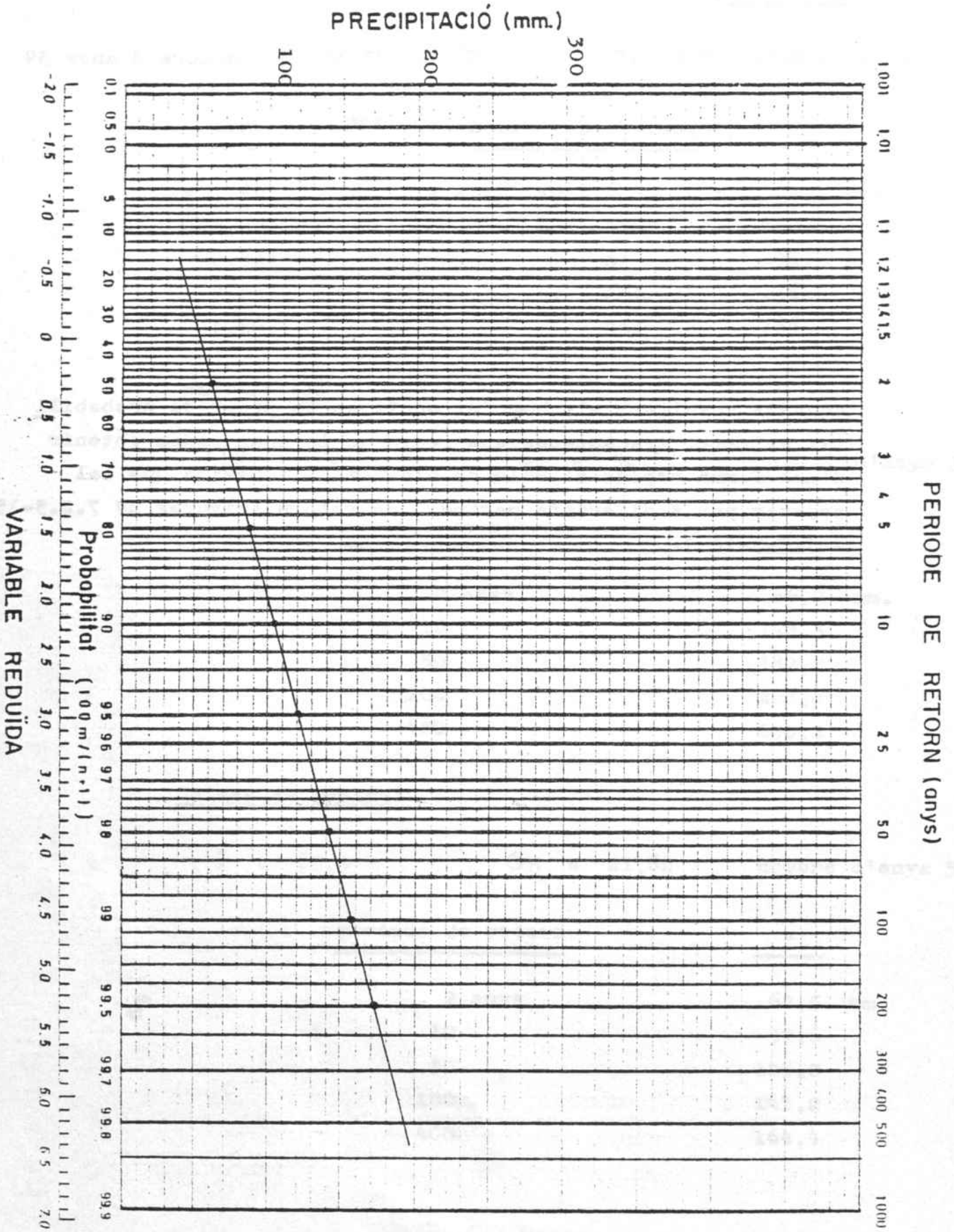


Figura nº 7.2.5-16. Martorelles, pluviometria màxima en 24 h.  
PERIODE DE RETORN (anys)

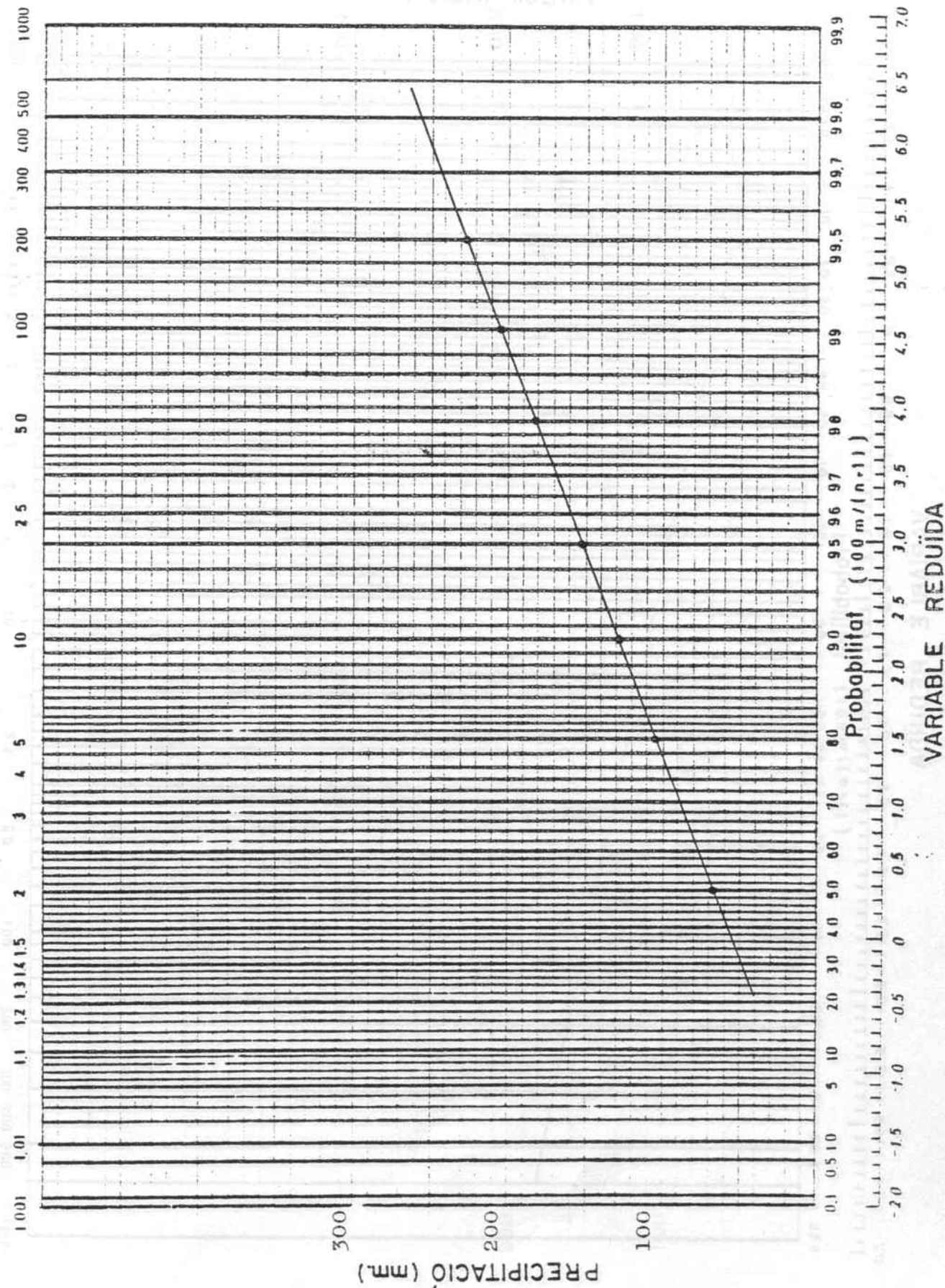
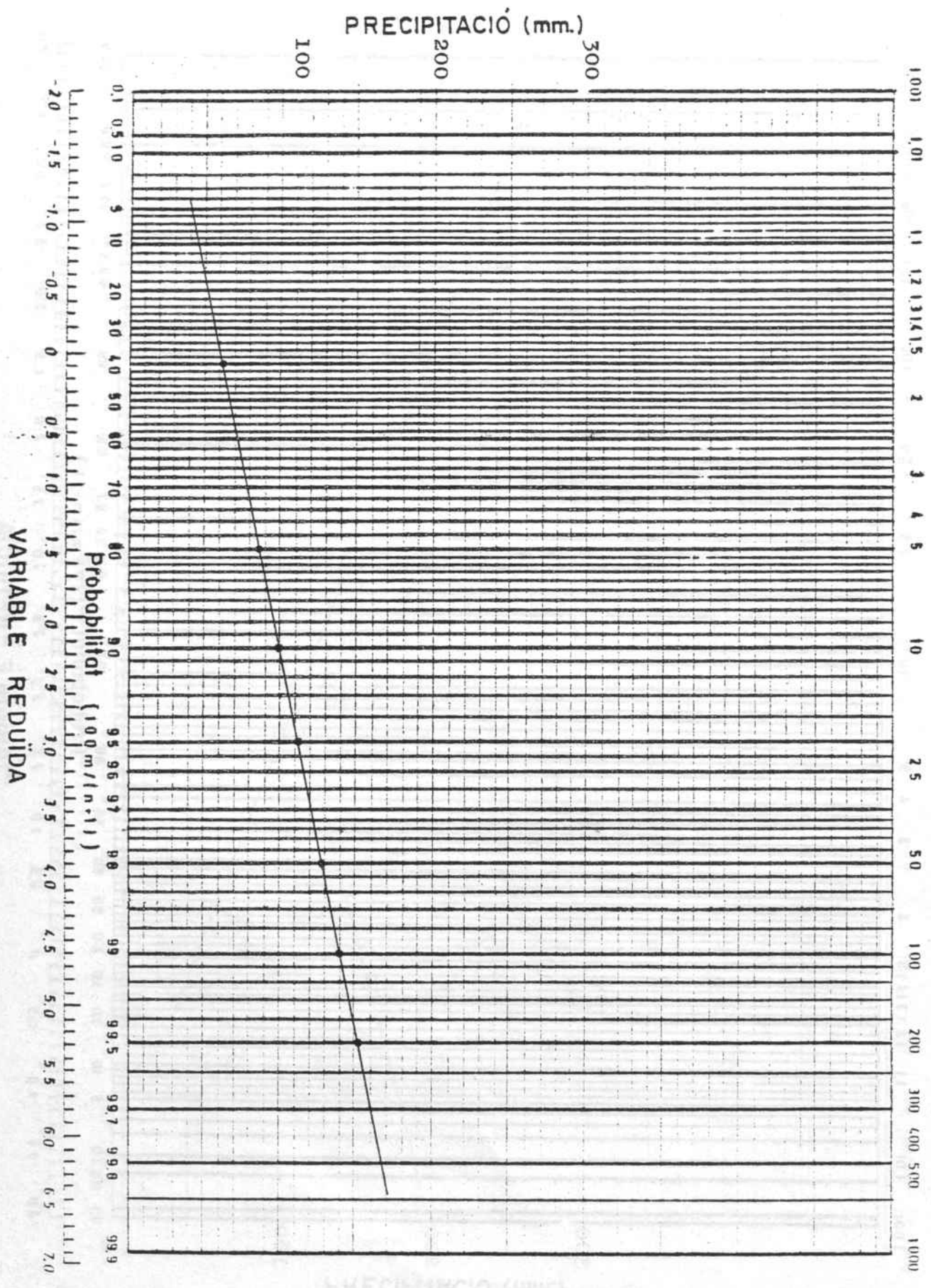


Figura nº 7.2.5-17. Caldes, pluviometria màxima en 24 h.  
PERIODE DE RETORN (anys)



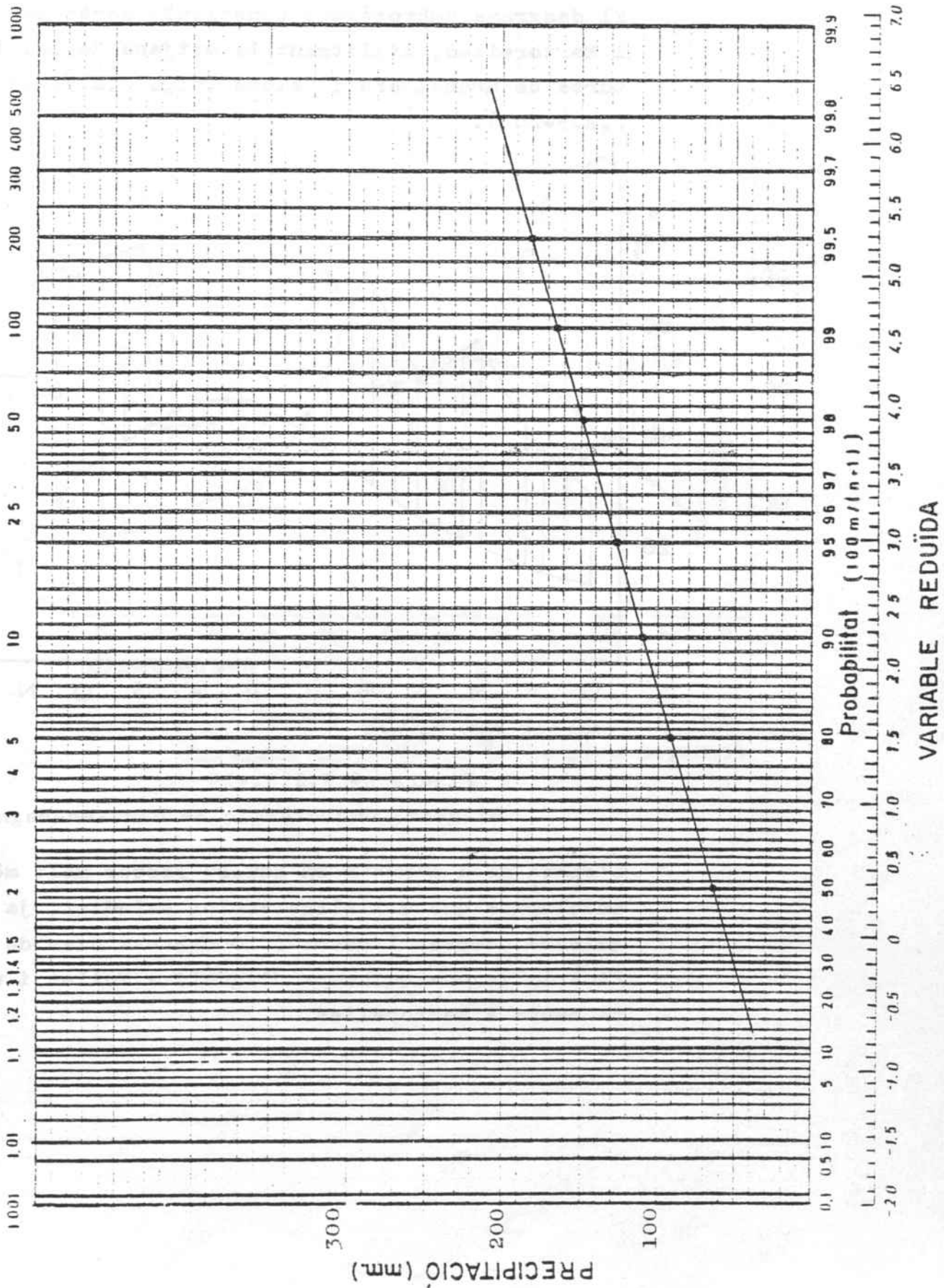
VARIABLE REDUÏDA

Probabilitat (100m/(n+1))

0.1 0.5 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 6.0 7.0 8.0 9.0 9.5 9.6 9.7 9.8 9.9

PRECIPITACIÓ (mm.)

Figura nº 7.2.5-18. Granollers, pluviometria màxima en 24 h.  
PERIODE DE RETORN (anys)



### 7.2.5.3.- Diagrama ombrotèrmic

El diagrama ombrotèrmic constituït només per a Mollet i Martorelles, utilitzant la mitjana de les temperatures de Granollers i Caldes (Fig. 7.2.5.-19 i 7.2.5-20 ).

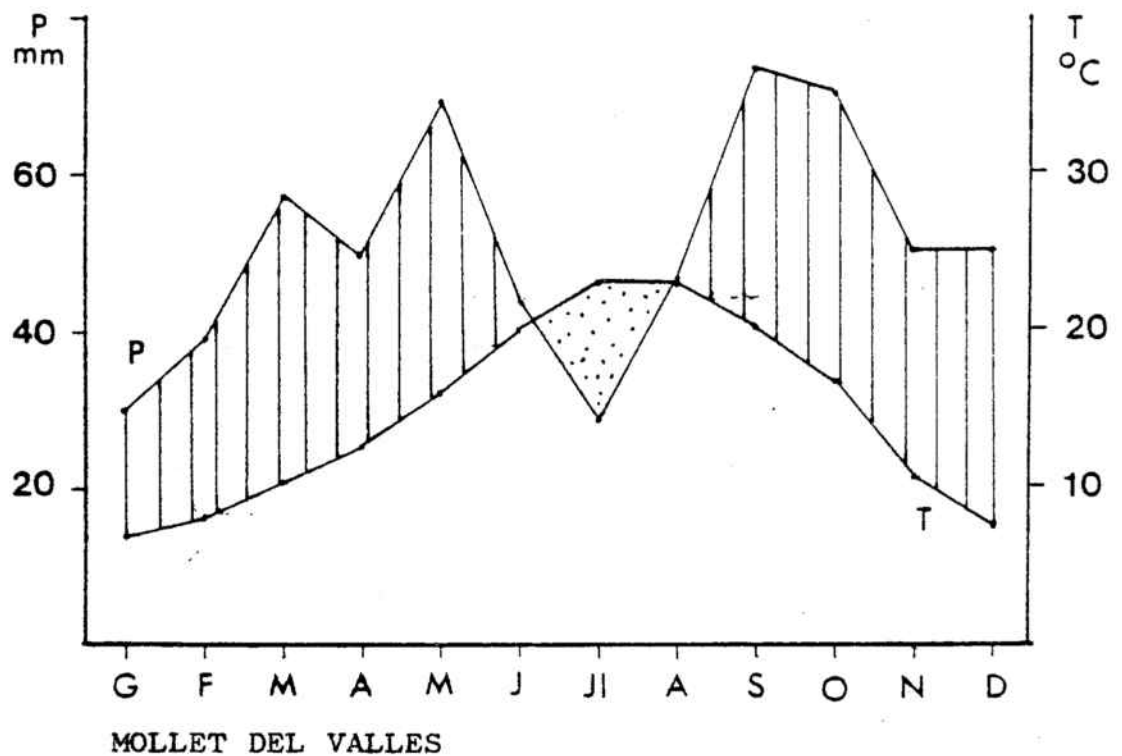


Figura nº 7.2.5.-19

Diagrama ombrotèrmic de Gausсен-Bagnouls

L'època seca apareix en aquest sector molt més desenvolupada que a l'altre sector estudiat, ja que gairebé comprèn 2 mesos ( 10 darrers dies de Juny fins la segona quinzena d'Agost) a Mollet i una mica menys a Martorelles.

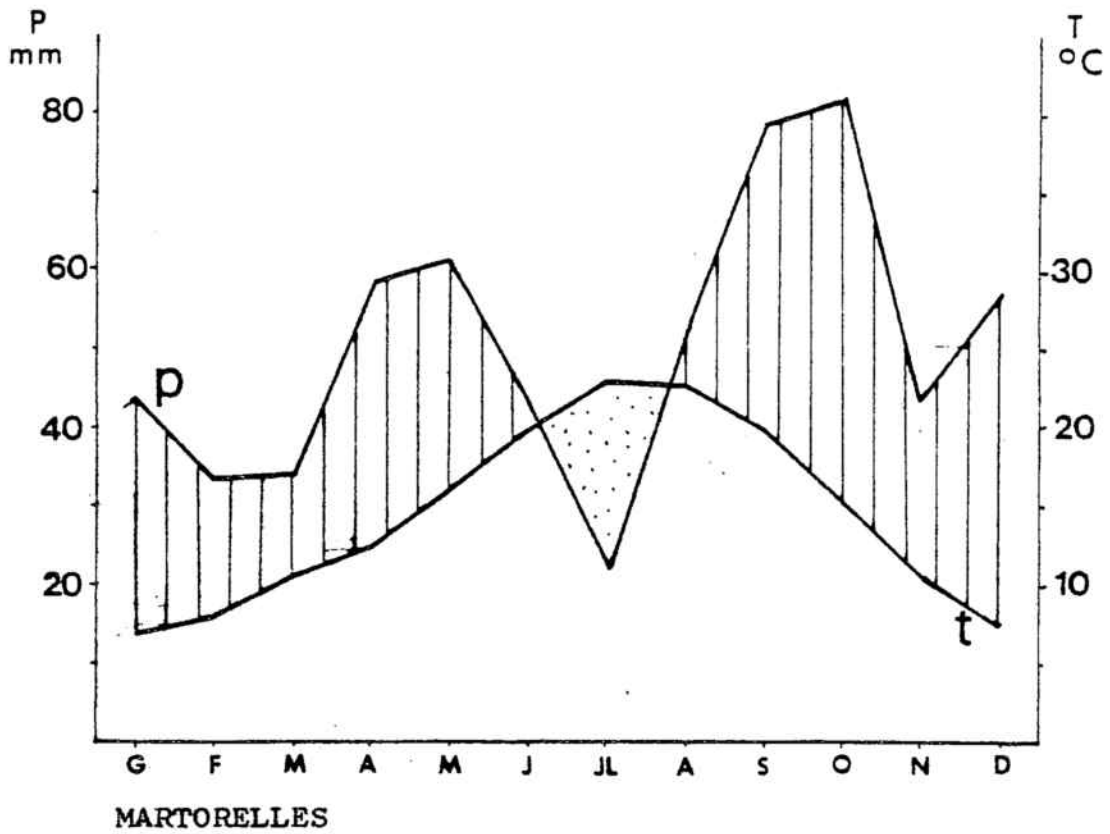


Figura 7.2.5-20

Diagrama ombrotèrmic de Gaussen-Bagnouls

### 7.2.6.- HIDROLOGIA SUPERFICIAL

Els principals cursos d'aigua que travessen el Vallès Oriental els trobem dins el sector de Mollet-Montornès. El Congost, el Tenes i el Mogent tenen llur naixement a la Serralada Pre-Litoral, i a part d'ells també passen pel sector, la Riera Seca i el Torrent del Caganell, ambdos afluents del Besòs que naixen dins la Depressió del Vallès, i les rieres de Vallromanes, Torrent de la Torre i Riera de les Canals o de Martorelles, que tenen l'origen a la Serralada Litoral.

Les dades disponibles, i que a més no són completes, corresponen als tres rius principals i s'han obtingut dels Anuarios de Aforos de la Dirección General de Obras Hidráulicas.

#### 7.2.6.1.- Règim hidrològic

El Congost, el Mogent i el Tenes són els únics rius que es pot dir que tenen una aportació durant tot l'any, si bé com hem esmentat en apartats anteriors, en èpoques de secada podien eixugar-se, cosa que no passa actualment degut als nombrosos abocaments. Els altres cursos, degut a tenir una superfície molt més petita i no tenir instal·lacions industrials o nuclis urbans a llur conca (llevat, en part, de la Riera Seca), no tenen aportacions la major part de l'any. Per aquest motiu no cometrem gaire error si considerem les aportacions degudes exclusivament als tres rius principals.

##### Riu Congost

El riu Congost no disposa d'estació d'aforament de

cabals a l'alçada de Montmeló, per tant els càlculs els realitzarem a partir de les dades de l'estació de la Garriga. L'extrapolació de cabals no està exempta de possibles incorreccions perquè d'una banda la pluviometria i els coeficients d'escorrentiu no són els mateixos a la Conca alta i baixa del riu, i d'altra banda perquè les aportacions degudes a les aigües residuals s'incrementen de manera considerable a la conca baixa.

Malgrat tot, partirem del supòsit que l'augment de cabal a Montmeló, és proporcional a l'augment de superfície de la conca, i per a obtenir els cabals a Montmeló, multiplicarem els valors de l'alçada de la Garriga pel coeficient de la relació d'àrees.

|                                    |                        |
|------------------------------------|------------------------|
| Conca del riu Congost a la Garriga | $S = 158 \text{ Km}^2$ |
| Conca del riu Congost a Montmeló   | $S = 210 \text{ Km}^2$ |

$$f = \frac{210}{158} = 1,329$$

D'aquesta manera les aportacions mitjanes mensuals a la Garriga per al període 1.924-25 a 1.969-70

|     | G    | F    | M    | A    | M    | J    | Jl   | A    | S    | O    | N    | D    |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| (1) | 1,10 | 0,92 | 1,02 | 1,11 | 0,54 | 0,34 | 0,26 | 0,29 | 0,34 | 1,44 | 1,28 | 1,24 |
| (2) | 2,96 | 2,22 | 2,72 | 2,88 | 1,45 | 0,88 | 0,71 | 0,77 | 0,89 | 3,87 | 3,31 | 3,3  |

(1) Cabal ( $\text{m}^3/\text{seg.}$ )

(2) Aportacions ( $\text{Hm}^3$ )

Es transformen a Montmeló en:

|     | G    | F    | M    | A    | M    | J    | Jl   | A    | S    | O    | N    | D   |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| (1) | 1,46 | 1,22 | 1,36 | 1,47 | 0,72 | 0,45 | 0,34 | 0,38 | 0,45 | 1,91 | 1,70 | 1,6 |
| (2) | 3,93 | 2,95 | 3,61 | 3,83 | 1,93 | 1,17 | 0,94 | 1,02 | 1,18 | 5,14 | 4,40 | 4,4 |

Els cabals específics serien per a ambdos punts:

|  | G    | F   | M    | A    | M    | J    | Jl   | A    | S    | O    | N    | D    |
|--|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|  | 0,96 | 582 | 6,45 | 7,02 | 3,42 | 2,15 | 1,65 | 1,83 | 2,15 | 9,11 | 8,10 | 7,85 |

Cabal específic (lt/seg/Km<sup>2</sup>)

### Riu Mogent

Estació de La Roca

Període 1.912-13 a 1.952-53

|  | G    | F    | M    | A    | M    | J    | Jl   | A    | S    | O    | N   | D    |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
|  | 1,52 | 1,94 | 2,55 | 1,83 | 1,85 | 0,77 | 0,67 | 0,68 | 0,93 | 1,64 | 1,5 | 2,16 |

Aportacions Hm<sup>3</sup>

Estació de Montornès

Període 1.965-66 a 1.969-70

|     | G    | F    | M    | A    | M    | J    | Jl   | A    | S    | O    | N    | D    |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| (1) | 0,99 | 0,88 | 0,99 | 1,08 | 1,35 | 0,29 | 0,25 | 0,29 | 0,34 | 1,5  | 1,22 | 1,16 |
| (2) | 2,66 | 2,12 | 2,64 | 2,8  | 0,93 | 0,75 | 0,68 | 0,77 | 0,89 | 4,01 | 3,17 | 3,12 |

|     | G    | F    | M    | A    | M    | J    | Jl   | A    | S    | O    | N    | D    |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| (3) | 5,59 | 4,97 | 5,59 | 6,10 | 7,62 | 1,64 | 1,41 | 1,64 | 1,92 | 8,47 | 6,89 | 6,55 |

(1) Cabal mig ( $m^3/seg$ )

(2) Aportacions ( $Hm^3$ )

(3) Cabal específic ( $lt./seg/Km^2$ )

### Riu Tenes

Estació de Parets

Període 1.968-69 a 1.975-76

|     | G    | F    | M    | A    | M    | J    | Jl   | A    | S    | O    | N    | D    |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| (1) | 0,71 | 0,56 | 0,65 | 1,13 | 0,98 | 0,45 | 0,12 | 0,12 | 0,43 | 0,70 | 0,47 | 0,72 |
| (2) | 1,9  | 1,39 | 1,85 | 2,92 | 2,62 | 1,17 | 0,32 | 0,32 | 1,12 | 1,87 | 1,23 | 1,94 |
| (3) | 4,67 | 3,68 | 4,28 | 7,43 | 6,44 | 2,96 | 0,79 | 0,79 | 2,83 | 4,60 | 3,09 | 4,74 |

(1) Cabal mig ( $m^3/seg.$ )

(2) Aportacions ( $Hm^3$ )

(3) Cabal específic ( $lt/seg/Km^2$ )

Totes les estacions assenyalen els màxims de primavera i tardor i amb el mínim estiuenc. A primer cop d'ull estranyen els baixos valors per al mes de maig que ofereix el riu Congost a la Garriga,

no tan sols contrasten amb els dels altres rius, sinó també amb les aportacions d'aquest riu a l'Avencó (vegi's apartat 6.2.6.2). A part d'això, el riu Congost, és el riu de més cabal, tant en termes absoluts com a nivell de cabals específics, clarament influït per les altes pluviometries que es produeixen al massís del Montseny.

#### 7.2.6.2.- Avaluació de les avingudes màximes

Els rius Congost i Besòs, han sofert diferents avingudes al llarg del temps, com tota la resta de rius catalans. A mesura que anem enrera en la història és difícil determinar l'existència d'aquests fenòmens i llurs conseqüències.

PUCHADES (1.948) esmenta entre d'altres:

- |                    |   |
|--------------------|---|
| 8 Setembre 1.447   | S'inunda Sant Martí de Provençals   |
| 14-18 Gener 1.898  | Inundació del Besòs fins la Riera d'Horta i Sant Adrià<br><br>El FFCC a Sant Joan de les Abadesses queda interceptat entre Granollers i les Franqueses del Vallès |
| 15 Desembre 1.943  | Destrucció dels ponts de Montmeló, Santa Coloma de Gramanet, Vilanova del Vallès i la Garriga   |
| 25 Febrer de 1.944 | Danys al pont de Llerona.<br><br>Anegament del poble de Sant Fost.<br><br>Intercepció de la carretera de Barcelona a la Roca, entre Montcada i Sant Fost.         |

Posteriorment a l'estudi d'aquest autor varen produir-se les tristament famoses avingudes del 25 de Setembre de 1.962, que van afectar fonamentalment a la Riera de Rubí i al riu Ripoll, però que també van tenir diverses conseqüències a la part de la Conca que considerem.

Les causes climàtiques que donen lloc a aquests fenòmens han estat estudiades per diversos autors. MASACHS (1.958) distingeix tres tipus d'avingudes a Catalunya:

- a) Per fusió de neus: a finals de la primavera. Els rius baixen amb molta aigua i creixen de mica en mica. No presenten màxims sobtats.
- b) Tempestes estiuenques: afecten zones molt restringides, amb intensitat molt alta. La crescuda és intensa però breu i localitzada. No solen causar estralls sinó rarament.
- c) Tempestes tardorenques: gran quantitat d'aigua i llot. Poden causar grans desastres.

Les avingudes que més interès tenen per a nosaltres són les del darrer tipus. Normalment responen a una situació de vents de Llevant. FONTSERÉ (1.929) descriu aquesta situació com l'existència de depressions que s'estacionen entre les costes de França i Argèlia, amb presència d'alt es pressions a l'Atlàntic i Centre d'Europa, donant lloc a vents provinents del NE.

A.TOMAS (1.972) especifica que una altra forma de començar el Llevant, de manera més imprevista i perillosa, és amb altes pressions al centre del Continent, i l'Occident d'Europa es troba sota una borrasca atlàntica amb el seu mínim a

l'alçada de les Illes Britàniques. En aquest cas es pot crear una borrasca secundària.

Pels mapes d'isòhietes, afegeix el mateix autor, els màxims de precipitació es produeixen a la Serralada Pre-Litoral amb quantitats molt superiors als valors normals mensuals. El motiu sembla ser perquè l'aire càlid i humit del Mediterrà, topa amb la serralada veient-se forçat a enlairar-se i per tant condensar-se donant lloc a les precipitacions. Aquest mecanisme és el que expliquen LOPEZ BUSTOS et al (1.964) per a la formació de les intenses pluges i avingudes corresponents, del 25 de Setembre de 1.962. Un documentat resum de diferents autors que comenten situacions atmosfèriques que donen lloc a les avingudes extraordinàries, poden trobar-lo a NOVOA (1.981).

El mètode que utilitzarem per a l'avaluació de les avingudes màximes, és el que utilitza una distribució de Gumbel tal com hem fet també a la Conca de l'Avencó (apartat 6.2.6.3).

VILARÓ i MARTÍN ARNAIZ (1.970) assenyalen que a la Conca del Besòs, el perill no és tant el volum de pluja total caiguda com la intensitat horària de la precipitació (a les inundacions del 1.962, a Sabadell en 1 hora es varen recollir 113,8 mm.) . Els mateixos autors, per a la conca del Congost indiquen una intensitat de pluja màxima sense resposta de 16 mm/h., mentre que consideren com a perillosa per a la formació d'avingudes una intensitat horària superior als 26,5 mm/h. (òbviament aquests valors poden tenir modificacions degudes a l'estat de sequedat del terreny que pot donar lloc a variacions en la capacitat d'infiltració i consegüentment en els valors del coeficient d'escorrentiu).

La reduïda extensió de les conques hidrogràfiques (en gene-

ral inferior a 200 Km<sup>2</sup>), fa que la formació d'una avinguda pugui realitzar-se en el decurs d'unes poques hores, la lectura dels Estudis efectuats pel Grupo de Trabajo para el Estudio de Avenidas Extraordinarias, permet deduir amb facilitat que el temps de resposta d'una avinguda (diferència entre la punta de la precipitació i la punta de l'avinguda) a les diferents conques que estem estudiant oscil·la normalment entre 2 i 6 hores (vegi's taula nº 7.2.6-1). Aquest curt espai de temps obliga que les accions a efectuar siguin de tipus preventiu, perquè la rapidesa del fenomen no dóna temps a adoptar mesures en el moment de formació de l'avinguda.

### Riu Congost

Per a obtenir els valors a l'alçada de Montmeló fem la suposició que la relació d'àrees ens ha de donar la relació de cabals. Aquesta suposició no és estrictament correcta, però a diferència del que hem puntualitzat per a les aportacions, en aquest cas és possible que l'aportació provinent de l'àrea compresa entre la Garriga i Montmeló pugui ser de major intensitat que a la capçalera. En efecte, si en la relació de superfícies suposem una pluja homogèniament repartida, a la realitat el volum precipitat a cada lloc depèn de la localització del centre de la precipitació, que no té perquè coincidir amb la zona de capçalera, sinó que en força aiguats s'ha produït dins la depressió del Vallès. Malgrat tot, si bé la xifra concreta pot ser quelcom diferent, l'ordre de magnitud no sofrirà modificacions.

Per tant, per a obtenir els cabals punta a Montmeló multipliquem els valors obtinguts a l'estació de la Garriga pel coeficient

$$f = 1,329$$

| <u>Data de</u><br><u>l'avinguda</u> | <u>Temps de resposta</u>              |                                     |                                 |
|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
|                                     | <u>Congost</u><br><u>(La Garriga)</u> | <u>Mogent</u><br><u>(Montornès)</u> | <u>Tenes</u><br><u>(Parets)</u> |
| 11/10/70                            | 3 h. 47'<br>1 h. 28'                  | 1 h. 18'<br>4 h. 42'                | 4 h. 11'                        |
| 2/ 5/71                             | 3 h. 16'                              | 3 h. 48'                            | 5 h. 12'                        |
| 20/ 9/71                            | 2 h. 42'                              | 6 h. 12'                            | 1 h. 16'                        |
| 23/ 9/71                            | 2 h.58'                               | -                                   | 2 h. 28'                        |
| 20/10/72                            | 3 h. 35'                              | 5 h. 30'<br>6 h. 30'                | 24 h. 30'<br>24 h. 05'          |
| 7/9/73                              | 3 h. 47'<br>1 h. 28'                  | -                                   | -                               |
| 24/12/73                            | 3 h.<br>4 h.                          | 5 h. 30'                            | 5 h. 20'                        |
| 15/4/74                             | -                                     | 1 h.                                | 2 h. 40'                        |
| 30/8/74                             | 6 h.                                  | 2 h.                                | 1 h. 30'                        |
| 17/9/74                             | 2 h. 50'                              | 2 h.<br>4 h.                        | 2 h.                            |

Taula nº 7.2.6-1

Temps de resposta per als rius Congost, Mogent i Tenes en diferents avingudes ocorregudes entre 1.970-1.974 (extret de les memòries del Grupo de Trabajo para el Estudio de las Avenidas Extraordinarias, anys 1.970-71, 1.972-72 i 1.973-74).

d'aquesta manera hem construït la taula nº 7.2.6-2, en la qual els valors corresponents als anys 1.961-62, 1.962-63 i 1.965-66, han estat deduïts realitzant el mètode proposat per LOPEZ BUSTOS (1.980), que ja hem citat a l'apartat 6.2.6.3. Hem calculat  $K = Q_{ci}/Q_c$  per a l'estació d'aforament de la Garriga, fent servir les dades publicades als Anuarios de Aforos de la Direcció General de Obras Hidráulicas, entre els anys 1.948-49 i 1.975-76, i pren el valor de  $K = 3,11$ , també superior al proposat per aquest autor a la mateixa publicació ( $K = 2,8$ ).

La mitjana i la desviació estàndard dels cabals màxims instantanis a ambdós punts són:

| La Garriga | Montmeló |
|------------|----------|
| 53,17      | 70,66    |
| 39,00      | 51,82    |
| 32         | 32       |

La resolució de l'equació de Gumbel

$$x = \bar{x} + K \cdot \sigma_n$$

és

| Període de retorn | La Garriga | Montmeló |
|-------------------|------------|----------|
| 2                 | 47,2       | 62,75    |
| 10                | 112,9      | 150,05   |
| 50                | 170,6      | 226,7    |
| 100               | 194,7      | 258,8    |
| 400               | 243,6      | 323,7    |

| <u>Anys</u> | <u>La Garriga</u><br><u>Cabal punta</u> | <u>Montmeló</u><br><u>Cabal punta</u> |
|-------------|---|---------------------------------------|
| 1.948-49    | 16,2                                    | 21,5                                  |
| 49-50       | 87                                      | 115,6                                 |
| 50-51       | 23,7                                    | 31,5                                  |
| 51-52       | 85,0                                    | 113,0                                 |
| 52-53       | 13,7                                    | 18,2                                  |
| 53-54       | 49,2                                    | 65,4                                  |
| 54-55       | 12,2                                    | 16,2                                  |
| 55-56       | 21                                      | 27,9                                  |
| 56-57       | 16,6                                    | 22,1                                  |
| 57-58       | 6,2                                     | 8,2                                   |
| 58-59       | 51,1                                    | 67,9                                  |
| 59-60       | 48,4                                    | 64,3                                  |
| 60-61       | 51,1                                    | 67,9                                  |
| 61-62       | 112,27 (deduït)                         | 149,2                                 |
| 62-63       | 158,61 (deduït)                         | 210,8                                 |
| 63-64       | 103                                     | 136,9                                 |
| 64-65       | 39,5                                    | 52,5                                  |
| 65-66       | 71,2 (deduït)                           | 94,6                                  |
| 66-67       | 12,6                                    | 16,7                                  |
| 67-68       | 14,8                                    | 19,7                                  |
| 68-69       | 126                                     | 167,4                                 |
| 69-70       | 30,1                                    | 40,0                                  |
| 70-71       | 94                                      | 124,9                                 |
| 71-72       | 68,7                                    | 91,3                                  |
| 72-73       | 9,7                                     | 12,9                                  |
| 73-74       | 63,9                                    | 84,9                                  |
| 74-75       | 61,45                                   | 81,7                                  |
| 75-76       | 117,36                                  | 156,0                                 |
| 76-77       | 49                                      | 65,1                                  |
| 77-78       | 27                                      | 35,9                                  |
| 78-79       | 30                                      | 39,9                                  |
| 79-80       | 31                                      | 41,2                                  |

Taula nº 7.2.6-2

Cabals de màxima avinguda anual a la Garriga i els corresponents a Montmeló deduïts dels primers.

Amb aquests valors hem construït les rectes del paper de probabilitat de les figures 7.2.6-1 i 7.2.6-2

Riu Mogent

Per a obtenir els cabals del riu Mogent a Montmeló a la confluència amb el riu Congost, actuem de la mateixa manera que abans, considerant la relació d'àrees, que en aquest cas són:

Conca del riu Mogent a Montornès      177 Km<sup>2</sup>

Conca del riu Mogent a Montmeló      180 Km<sup>2</sup>

per tant

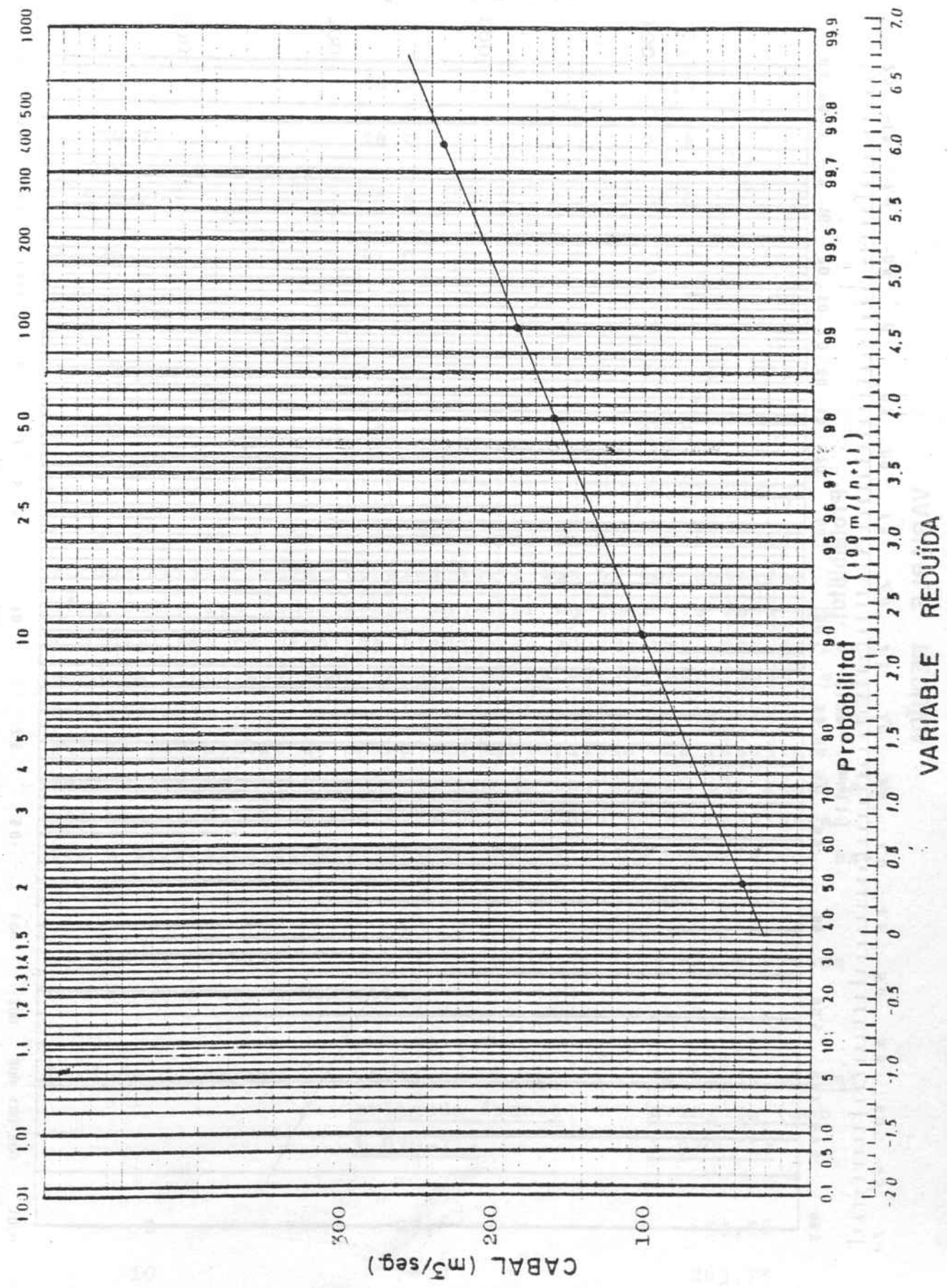
$$f = \frac{180}{177} = 1,017$$

D'aquesta manera tenim

| <u>Anys</u> | <u>Cabal avinguda</u><br><u>Montornès</u> | <u>Cabal avinguda</u><br><u>Montmeló</u> |
|-------------|---|--|
| 1.968-69    | 41,5 m <sup>3</sup> /seg                  | 42,2 m <sup>3</sup> /seg                 |
| 1.969-70    | 15,3                                      | 15,6                                     |
| 1.970-71    | 420,0                                     | 427,1                                    |
| 1.971-72    | 35,0                                      | 35,6                                     |
| 1.972-73    | 3,6                                       | 3,7                                      |

Figura nº 7.2.6-1. Riu Congost a La Garriga.

PERIODE DE RETORN (anys)



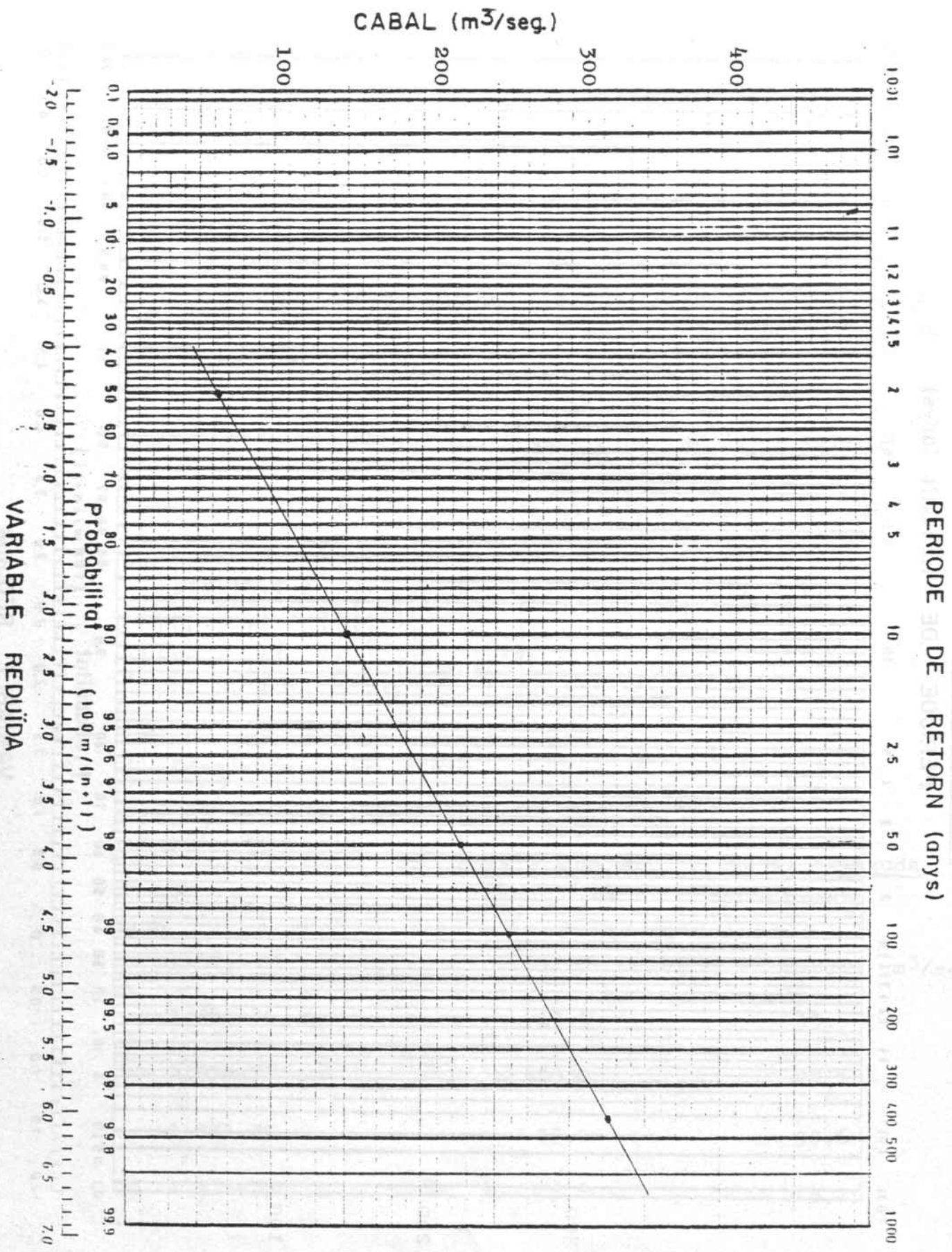


Figura nº 7.2.6 -2 . Riu Congost a Montmeló.

|          |      |      |
|----------|------|------|
| 1.973-74 | 90,0 | 91,5 |
| 1.974-75 | 24,0 | 24,4 |
| 1.975-76 | 5,5  | 5,6  |
| 1.976-77 | 41,0 | 41,7 |
| 1.977-78 | 18,0 | 18,3 |
| 1.978-79 | 55,0 | 55,8 |
| 1.979-80 | 27,0 | 27,5 |

En aquest cas només tenim una sèrie de 12 màxims, per tant és una mostra menys representativa que el cas anterior. A més, entre les dades tenim un valor anormal que és l'any 1.970-71 amb un cabal de l'ordre de  $400 \text{ m}^3/\text{seg.}$  que correspondria a una avinguda de període de retorn molt gran. Si realitzéssim els càlculs tenint en compte aquest valor, degut al poc nombre de dades ens distorsiona els resultats, mentre que si no el tenim en compte ens donarà els resultats més baixos del previsible, per tant s'hauran de considerar com a correctes resultats intermitjos entre aquests dos extrems.

El càlcul utilitzant una distribució de Gumbel, ens dona com a resultats a Montmeló:

| <u>Període de retorn</u> | <u>Cabal de màxima avinguda (sense 1.970-71)</u> | <u>Cabal de màxima avinguda (amb 1.970-71)</u> |
|--------------------------|--|--|
| 2                        | 29,6   | 50,26  |
| 10                       | 76,2   | 263,75   |
| 50                       | 117,1  | 450,9  |

|     |       |       |
|-----|-------|-------|
| 100 | 134,4 | 530,0 |
| 400 | 168,5 | 689,6 |

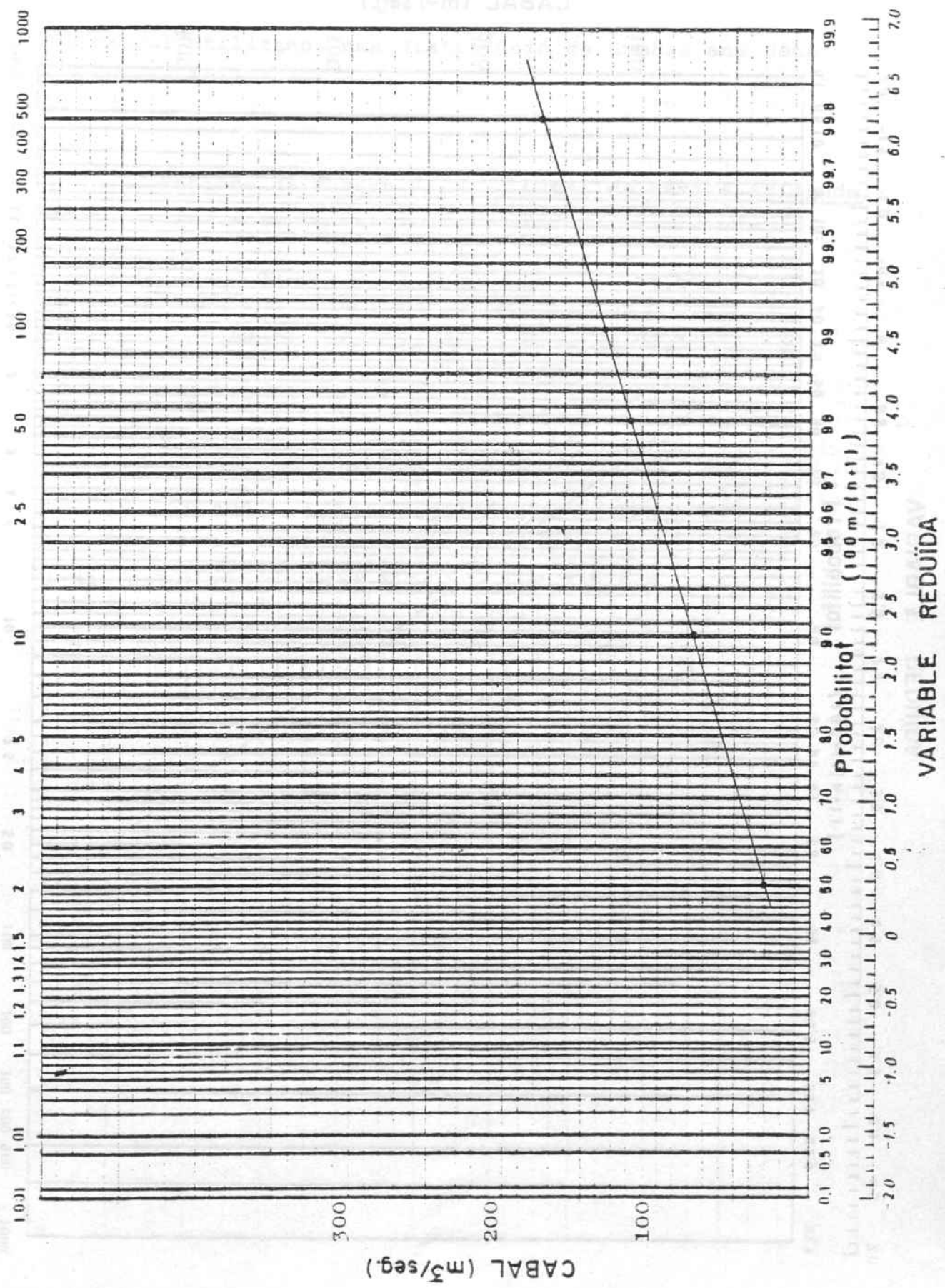
Amb aquests valors hem construït les rectes del paper de probabilitats de les figures 7.2.6-3 i 7.2.6-4.

### Riu Tenes

La sèrie de dades del riu Tenes que disposem és també curta com la del riu Mogent, els valors mesurats a l'estació de Parets són:

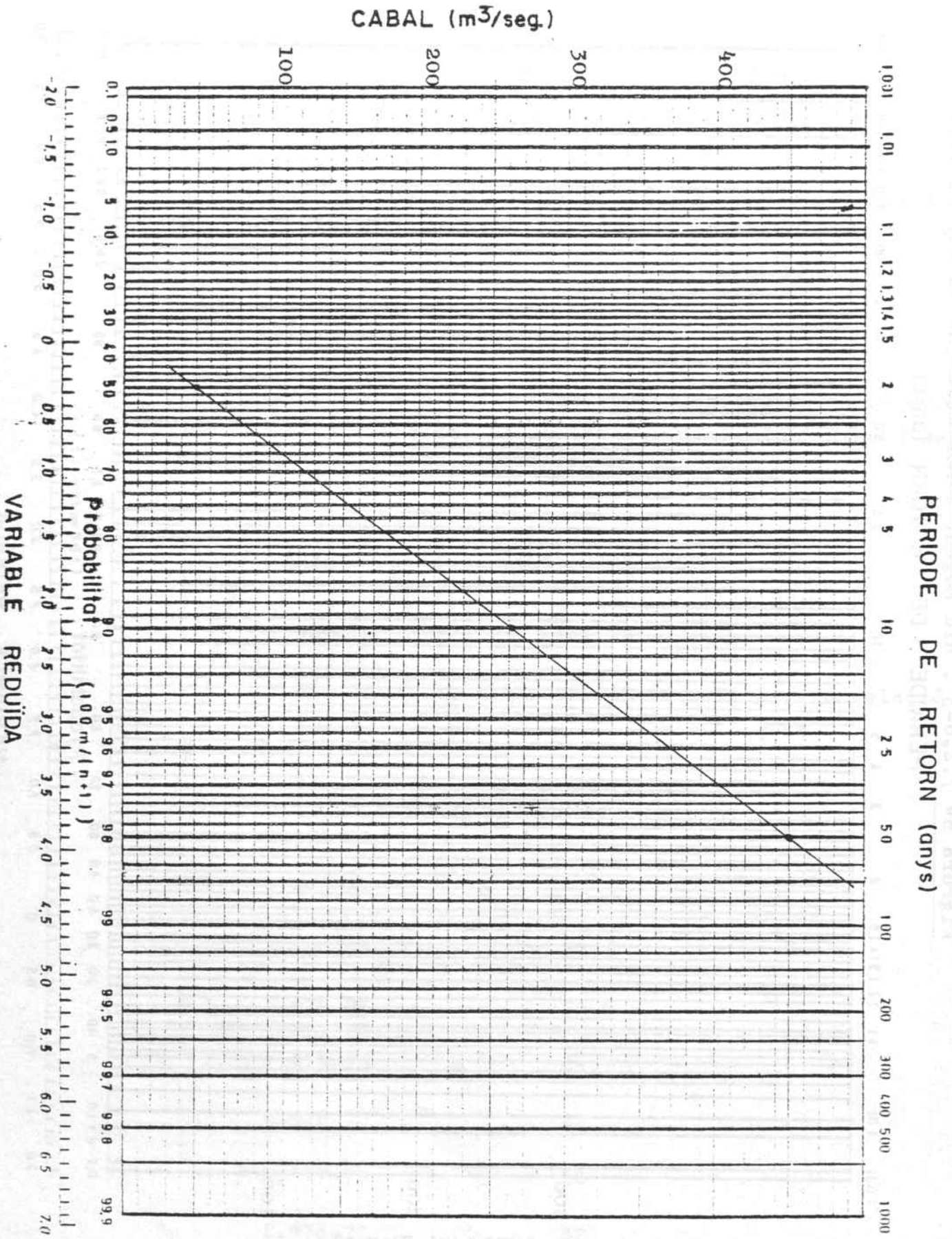
| <u>Anys</u> | <u>Cabal d'avinguda</u>                       |
|-------------|---|
| 1.968-69    | 41,15 m <sup>3</sup> /seg.                    |
| 1.969-70    | 13,75 (deduït per correlació amb riu Congost) |
| 1.970-71    | 104,0   |
| 1.971-72    | 54,6  |
| 1.972-73    | 4,6   |
| 1.973-74    | 14,6  |
| 1.974-75    | 56,0  |
| 1.975-76    | 84,7  |
| 1.976-77    | 22  |
| 1.977-78    | 12  |
| 1.978-79    | 27  |
| 1.979-80    | 26  |

Figura nº 7.2.6-3 • Riu Mogent a Montmeló (sense any 1970-71)  
PERIODE DE RETORN (anys)



(0.25/2m) JASAD

Figura nº 7.2.6-4. Riu Mogent a Montmeló ( amb 1' any 1970-71 )



El càlcul utilitzant una distribució de Gumbel ens dóna com a resultats:

| <u>Període de retorn</u> | <u>Cabal de màxima avinguda</u> |
|--------------------------|---------------------------------|
| 2                        | 34,6                            |
| 10                       | 92,3                            |
| 50                       | 142,9                           |
| 100                      | 164,3                           |
| 400                      | 208,0                           |

i ha estat representat a la fig. nº 7.2.6-5.

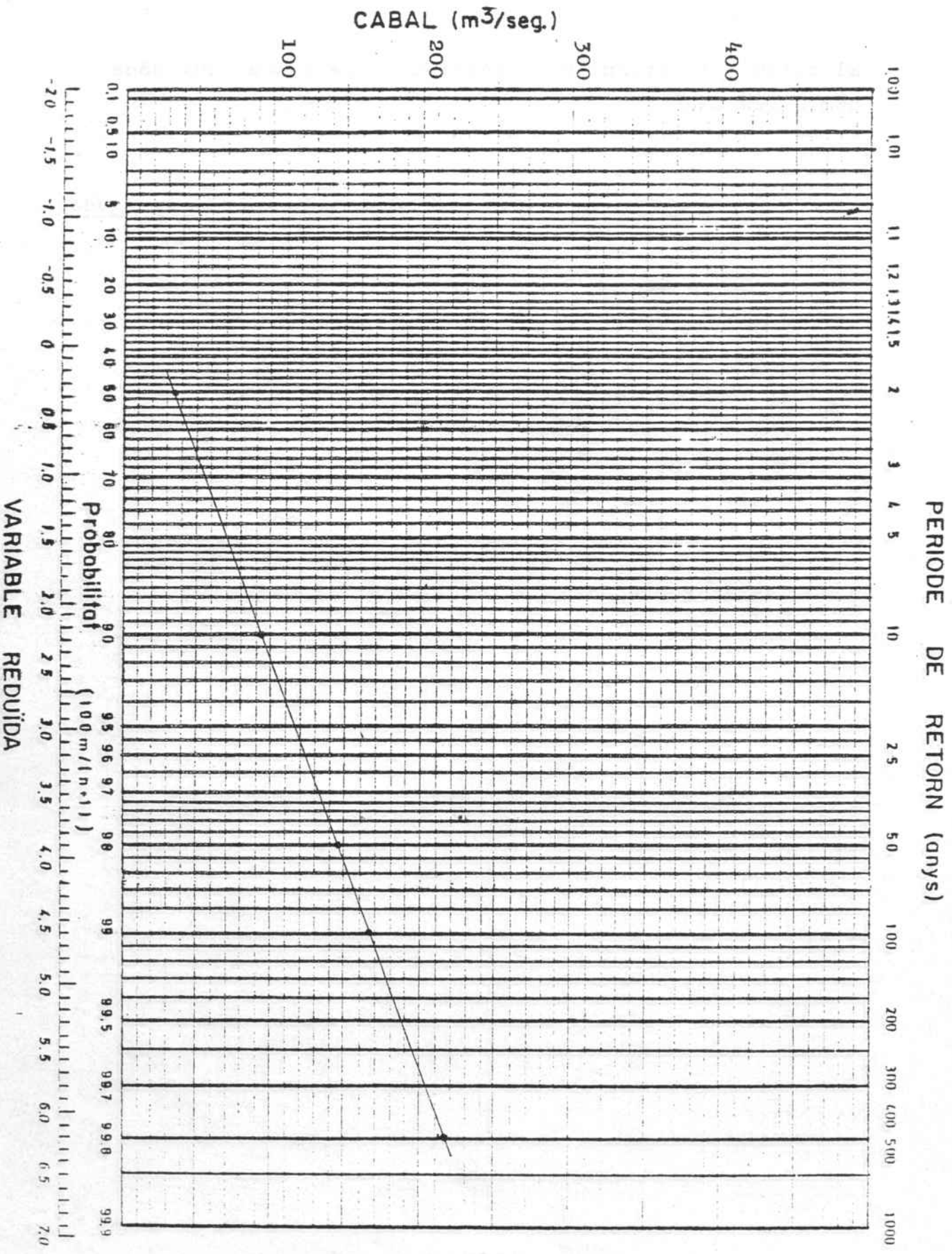


Figura nº 7.2.6-5 Riu Tenes a Parets

1970-71

### 7.2.7.- HIDROLOGIA SUBTERRÀNIA

La hidrologia d'aquest sector ha estat anteriorment estudiada amb força detall. Cal esmentar els estudis realitzats arran del plan REPO (Estudio de los recursos hidràulicos totales del Pirineo Oriental) que ha donat lloc aalgunes publicacions de mol interès sobre l'aqüífer al.luvial del Besòs i els miocens (CAPO-SGOP 1.971 a i b) i de la mateixa manera s'han realitzat alguns estudis per part dels alumnes del Curso Internacional de Hidrologia Subterrànea de Barcelona, que han incidit sobre algunes zones en concret (cubeta de la Llagosta, cubeta de Montornès...) i també els informes realitzats per diferents empreses particulars, sobretot GEOTECNIA GEÓLOGOS CONSULTORES, NIÑEROLA RECONOCIMIENTOS GEOFÍSICOS, i GENERAL DE AGUAS SCHOHL.

Les dades de les característiques hidràuliques dels aqüífers les hem obtingudes doncs, d'aquesta informació existent, a les quals hem afegit la informació que hem obtingut de la realització de l'inventari i mesura de nivells freàtics a més de 500 captacions (vegi's Mapa d'Informació Hidrogeològica i l'Annex d'inventari de pous), efectuat durant els mesos de juliol i agost de 1.981.

#### 7.2.7.1.- Principals unitats aqüíferes

Hem diferenciat quatre unitats aqüíferes en funció de llur litologia i comportament hidrogeològic.

##### Esquistos

En realitat no els hem considerat com a aqüífers

sinó com a unitats impermeable. Aquests materials es pot dir que pràcticament no presenten porositat i la circulació de l'aigua es veu forçada a efectuar-se aprofitant la fisuració de la roca que si bé en superfície degut a l'alteració i descompressió del material permet una certa infiltració, en profunditat esdevé pràcticament impermeable.

En un sondeig realitzat a la formació esquistosa sota el Turó del Pollo (Santa Coloma de Gramanet), varem efectuar quatre assaigs de permeabilitat a nivell variable pel mètode de Gilg-Gavard. Els valors més alts mesurats van donar una permeabilitat de:

$$K = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ mt/ dia}$$

Es tracta, doncs, com hem dit, d'una formació quasi impermeable.

### Granit

D'entrada cal diferenciar el comportament hidrogeològic del granit fresc sense alterar del granit descomposat. En el primer cas es tracta d'una roca pràcticament impermeable on les úniques circulacions s'efectuen aprofitant les fractures. Ens trobariem doncs davant un cas semblant a l'esmentat per als esquistos però amb una densitat de fracturació molt més laxa , pertant menys permeable.

Quan el granit s'ha alterat ("sauló" al país), adquireix una certa permeabilitat per porositat que en qualsevol cas no és gaire important ja que molts dels porcs són ocupats pels productes de meteorització argilosos tot dificultant el pas de l'aigua. Aquesta permeabilitat dependrà en gran mesura del grau d'alteració de la roca, que en no ser unifor-

me tampoc no ho serà aquella, i també de la profunditat de l'alteració, ja que a mesura que anem acostant-nos al substrat inalterat més reduïda serà la permeabilitat.

Com a ordre de magnitud, podríem suggerir uns valors de permeabilitat de:

$$K = 10^{-1} \text{ a } 10^{-3} \text{ mt/dia}$$

On els valors més elevats correspondrien a les parts més superficials, mentre que els més baixos els trobaríem a les proximitats de la roca fresca.

#### Arcoses, conglomerats i llims

Hem considerat conjuntament els materials miocènics amb les argiles, llims i a voltes graves del quaternari antic. El motiu d'aquesta unió és perquè la distribució piezomètrica és homogènia dins aquests materials (vegi's Mapa hidrogeològic). Estrictament les argiles i llims carbonatats no constitueixen un veritable aqüífer degut al poc gruix, distribució irregular i baixa permeabilitat, però alguns pous que atravessen aquests materials permeten la mesura del nivell d'aigua i per això els considerem. Els llims, sorres i graves de la terrassa alta dels rius del sector tenen una reduïda extensió, i excepte a la vall del Congost (aflorament a l'Oest de la carretera de Montmeló a Granollers) no solen contenir recursos hídrics.

Dins els terrenys miocènics, els únics nivells mínimament productius són les intercalacions sorrenques i conglomeràtiques entre els nivells arcòsics i argilosos. En efecte, com hem dit, molt sovint es tracta de sorres força netes o conglomerats de matriu sorrenca que transmeten amb certa facilitat l'aigua, però la potència d'aquests nivells

rarament sobrepassa els 2 o 3 mt. de gruix, i es troben confinats per estrats molt permeables limitant de forma important la productivitat de les possibles captacions.

C.A.P.O. - S.G.O.P. (1.971 b) diferencien diversos nivells aquífers dins el Miocè: graves intercalades a les margues basals, sorres mitges, conglomerats intercalats a les argiles intermitges i els conglomerats superiors. Per al sector que considerem, l'aquífer correspon als conglomerats intercalats a les argiles intermitges i l'esmentada publicació donava les següents característiques hidrogeològiques (per al Vallès Oriental i Occidental):

| nombre de pous<br>amb dades | transmissivitat (m <sup>2</sup> /dia) |        | porositat<br>eficaç (%) |
|-----------------------------|---------------------------------------|--------|-------------------------|
|                             | mitja                                 | màxima |                         |
| 40                          | 5                                     | 30     | 1 a 2                   |

i uns valors de la permeabilitat que solen oscil·lar entre

$$K = 0,2 \text{ a } 0,8 \text{ mt/ dia}$$

En un assaig de permeabilitat a nivell variable pel mètode de Gilg-Gavard realitzat al terme de Mollet a les proximitats de la carretera de Granollers a Sabadell (fora del sector), les permeabilitats obtingudes per a sorres argiloses i conglomerats variava entre:

$$K = 0,06 \text{ a } 0,2 \text{ mt/dia}$$

Veiem doncs que si bé les permeabilitats són quelcom superiors a les obtingudes a les altres formacions ja descrites, l'aparició d'aquests nivells de forma esporàdica en profunditat pot implicar un encariment important a l'hora de la

construcció de la captació i en el consum energètic. De la mateixa manera el poc gruix dels nivells limitarà força el cabal que hom pot obtenir.

### Sorres i graves al.luvials

Aquesta formació constitueix sense cap mena de dubtes l'aqüífer principal i el més productiu del sector. La composició granulomètrica d'aquests materials sol estar exclosa de fraccions importants d'elements fins, tot tractant-se, en general, de sorres i graves netes. Amb tot, la distribució espacial experimenta algunes variacions apareixent un predomini de sorres a les valls del riu Mogent, Riera Seca i Riera del Cagañell, mentre que a les del Congost, Tenes i Besòs, es troben importants nivells de graves que a la part basal poden arribar a esdevenir grans blocs de fins 30-40 cm. de diàmetre. També poden aparèixer intercalats entre els nivells més grollers, grans bossades de llims i argiles que no hem pogut delimitar cartogràficament, però que provoquen canvis en les característiques hidrogeològiques de la formació.

Un aspecte que crida l'atenció en la distribució d'aquests sediments, és l'existència de diversos estrets que, com aquell qui diu, individualitzen diferents fraccions de l'aqüífer. Són fàcilment destacables l'estret de Montmeló-Montornès, on les amples valls del Mogent i sobretot del Congost s'estrenyen de sobte en llur confluència, com també (fora del sector estudiat), els estrets de Montaca, o de la Roca. Per aquest motiu considerarem de forma separada l'al.luvial de cada curs superficial.

CAPO - SGOP (1.971 a) donen els següents valors per a diferents aqüífers al.luvials de la conca:

| Unitat (*) | gruix mig (m) | permeabilit. mitja (m/dia) | porositat eficaç mitja | volum sedi ments (Hm <sup>3</sup> ) | embassament (Hm <sup>3</sup> ) |
|------------|---------------|----------------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| Congost    | 3             | 150                        | 12                     | 14,7                                | 0,5                            |
| Mogent     | 4             | 250                        | 10                     | 10,5                                | 0,5                            |
| Tenes      | 4             | 200                        | 10                     | 10,8                                | 0,5                            |
| Besòs      | 10            | 200                        | 15                     | 144,6                               | 10,0                           |

(\*) Trams considerats:

Congost: des de Montmeló a la Garriga

Mogent: des de Montmeló a l'estret de la Roca

Tenes: des de la desembocadura fins Lliçà d'Amunt

Besòs: des de l'estret de Montmeló a l'estret de Montcada

Nosaltres amb les dades que hem recopilat dels diferents informes de les empreses consultades, hem obtingut els resultats que s'expressen a la taula nº 7.2.7-1, i que corresponen a diferents assaigs de bombeig. Les variacions dels resultats són grans (entre quatre i sis vegades el valor més petit) i depenen del cabal d'exploració i del gruix saturat de l'aqüífer (càlcul de la Transmissivitat). Com que l'ordre de la magnitud és el mateix que els valors obtinguts per CAPO-SGOP (1.971 a) utilitzarem aquests darrers per haver estat elaborats a partir de més assaigs.

Les característiques geomètriques dels aqüífers al·luvials les hem pogudes determinar amb força precisió mercès als mapes d'isobates del substrat de la zona al·luvial i el mapa de gruixos del quaternari al·luvial. A partir de diversos perfils I - I' a



XI- XI' del mapa d'isòbates, hem planimetrat diverses seccions dels aqüífers tot obtenint els volums totals de sediments per sota la cota del riu i el volum d'aigua corresponent a la piezometria actual. Els perfils de les diferents seccions els indiquem a les figures 7.2.7.-1 , 7.2.7-2 i 7.2.7-3 i els diferents volums a la taula 7.2.7-2.

Els resultats mostren clarament uns valors superiors als 6 Hm<sup>3</sup> sense comptar amb el riu Mogent del qual no disposem d'un perfil fiable a l'alçada de Vilanova del Vallès i per tant no hem pogut cubicar-lo. Aquest volum es veurà afectat per les oscil·lacions dels nivells freàtics que són segons les dades que disposem de l'ordre de 2,5 mt. als rius Congost i Mogent, 2 mt. al T<sub>1</sub>nes i 4 mt. al Besòs, aquesta variació donarà lloc a augment o disminució importants del volum emmagatzemat i del cabal d'aigua que hi circula, com ja especificarem més endavant.

#### 7.2.7.2- Funcionament hidrogeològic

El funcionament de les tres unitats que hem considerat com explotables, és diferent entre sí, i mantenen una dinàmica pròpia específica de cada una.

##### Granit

El material granític alterat és altament permeable en superfície, motiu pel qual la major part de les vegades no presenta circulacions superficials llevat, és clar, dels grans ruixats. No obstant com ja havíem dit, la permeabilitat devalla ràpidament en profunditat i a mesura que ens acostem a la roca inalterada. Aquesta baixa permeabilitat interior crea un efecte de retenció obligant a desplaçar molt lentament l'aigua emmagatzemada, la qual sol sortir a l'exterior a través de petites fonts o brolladors de poc cabal i

| Unitat <sup>(1)</sup>                       | Volum de sediments<br>( Hm <sup>3</sup> ) | Capacitat actual útil <sup>(2)</sup><br>(Hm <sup>3</sup> )<br>porositat eficaç |                 |
|---|---|--|-----------------|
|   |   | <u>me=0,2</u>  | <u>me=0,1</u>   |
| Congost                                     | 19,68                                     | 1,96   | 1.176 (me=0,12) |
| Mogent                                      | ---                                       | ---  | ---             |
| Tenes                                       | 24,167                                    | 1,347  | 0,674           |
| Congost-Mogent<br>(estret de Montmeló) 6112 |   | 0,560  | 0,285           |
| Besós                                       | 52  | 4,54   | 3,41 (me=0,15)  |
| ↳ Riera Seca                                | 7,35                                      | 0,26   | 0,13            |
| Cagatell                                    | 4,34                                      |  | 0,285           |

(1) Només l'àrea que es troba dins el sector estudiat.

(2) Hem utilitzat els valors referits al volum ocupat per l'aigua, en funció del nivell freàtic de Juliol - Agost de 1981, el qual és molt pròxim al valor de la mitjana anual.

Taula nº 7.2.7-2

Volum de sediments i capacitat útil dels aqüífers al.luvials.

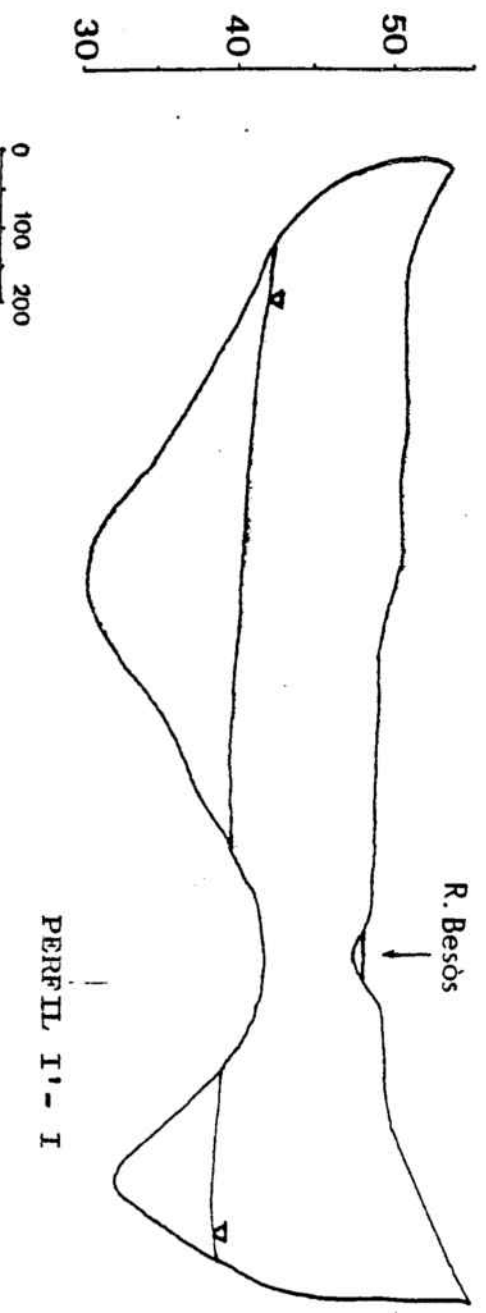
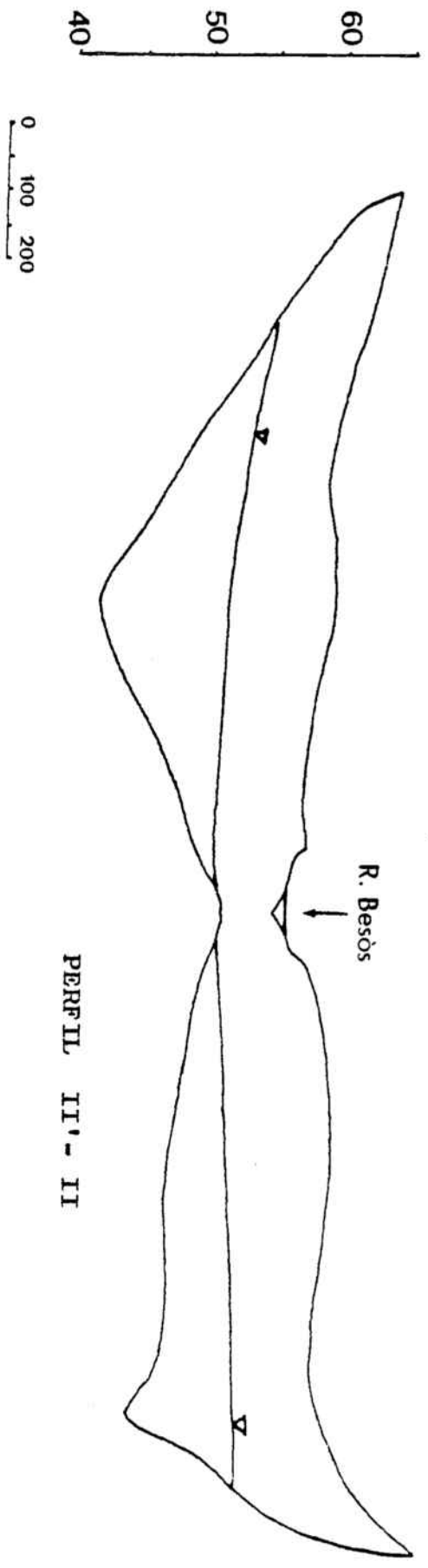
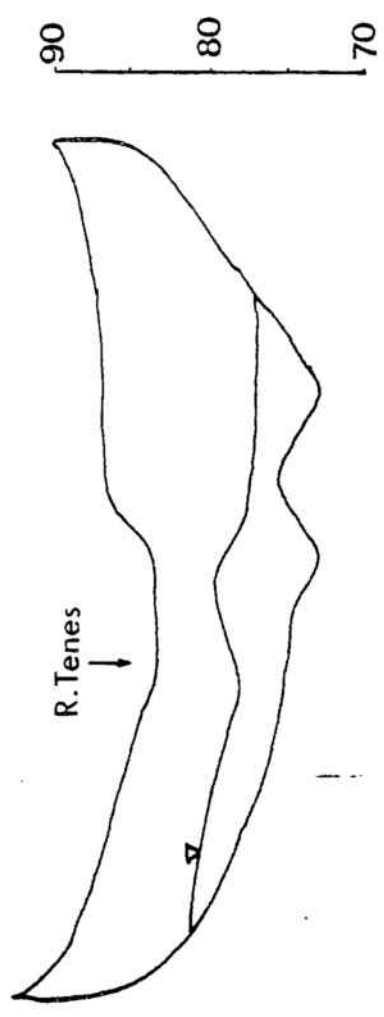
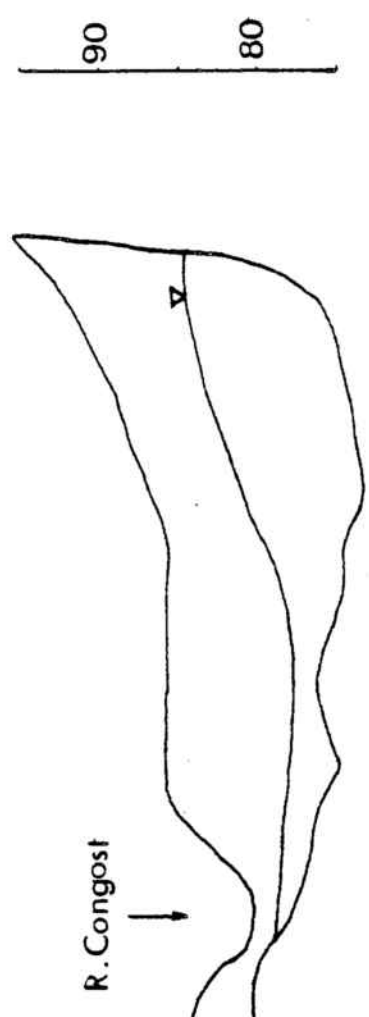


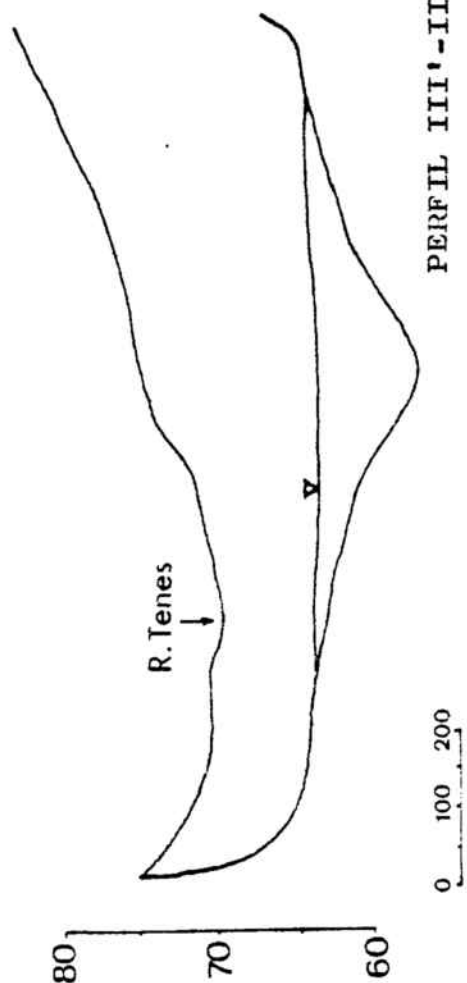
Figura nº 7.2.7 - 1



PERFIL IV'-IV



PERFIL V'-V



PERFIL IV'-IV

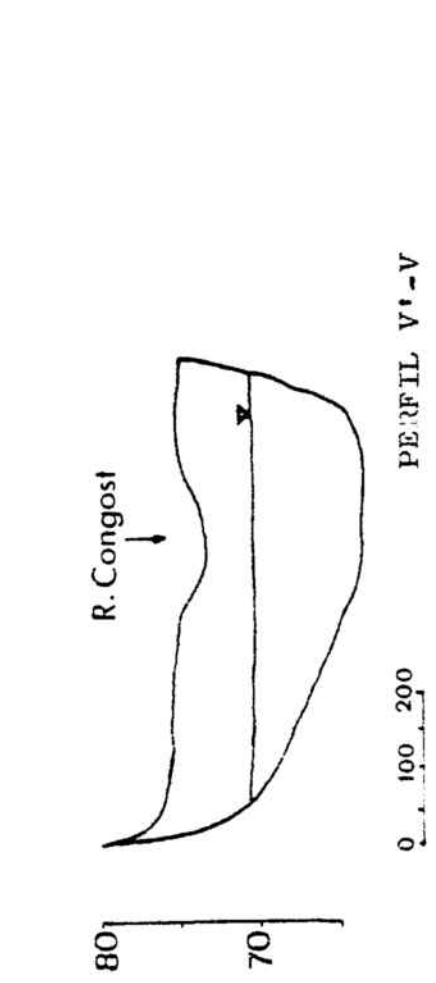


Figura nº 7.2.7 - 2

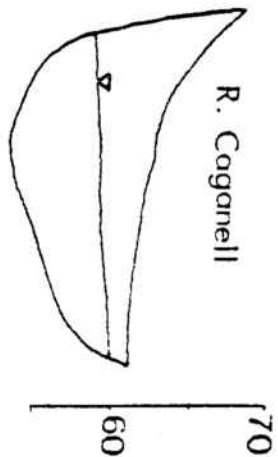
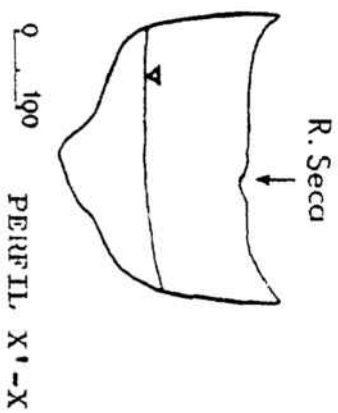
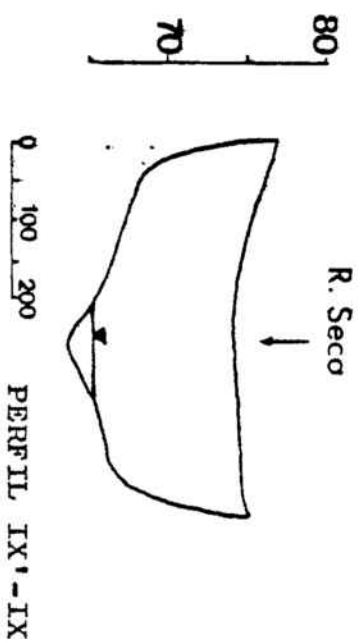
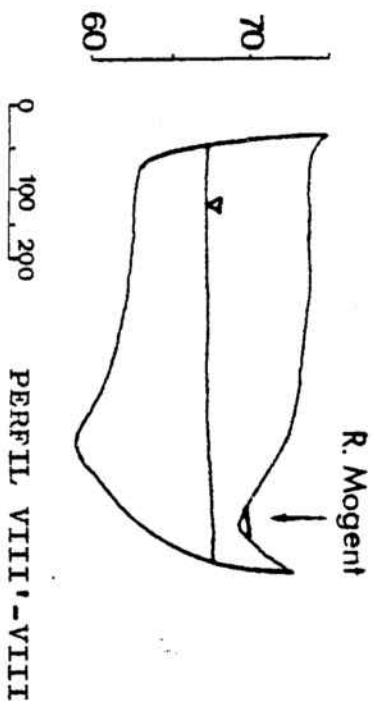
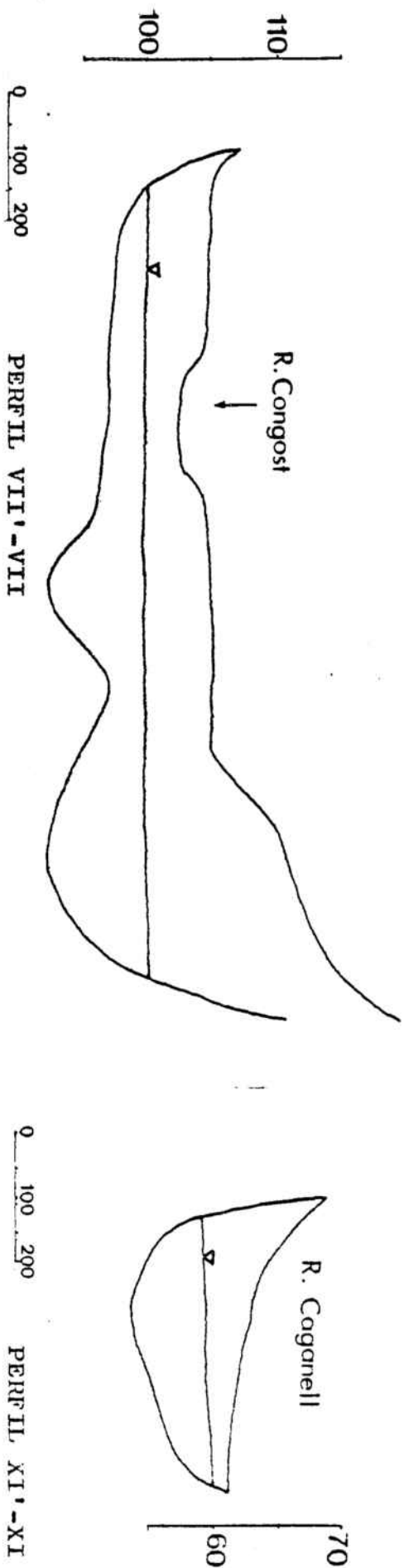


Figura nº 7.2.7 - 3

gran persistència enfront les èpoques de secada, motivat precisament pel retard de la retenció (figura nº 7.2.7-4).

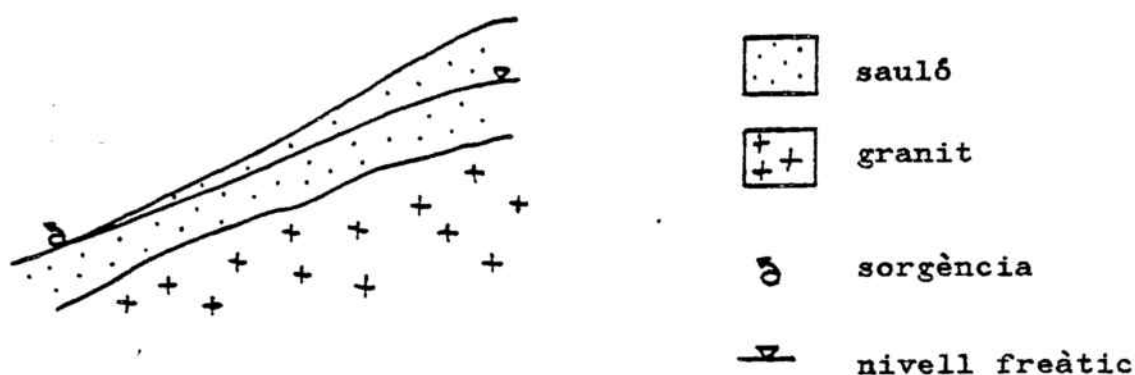


Figura nº 7.2.7-4

La superfície piezomètrica segueix més o menys paral·lelament la superfície de la roca inalterada i la del terreny; Això explica els forts gradients que observa la piezometria, no explicables per una gran circulació de cabal sinó per la forta inclinació del substrat inalterat.

Un efecte característic és la formació d'una represa subterrània motivada per l'aforament de dics de roques filonianes,

molt més resistents a l'erosió i per tant menys permeables (figura nº 7.2.7-5).

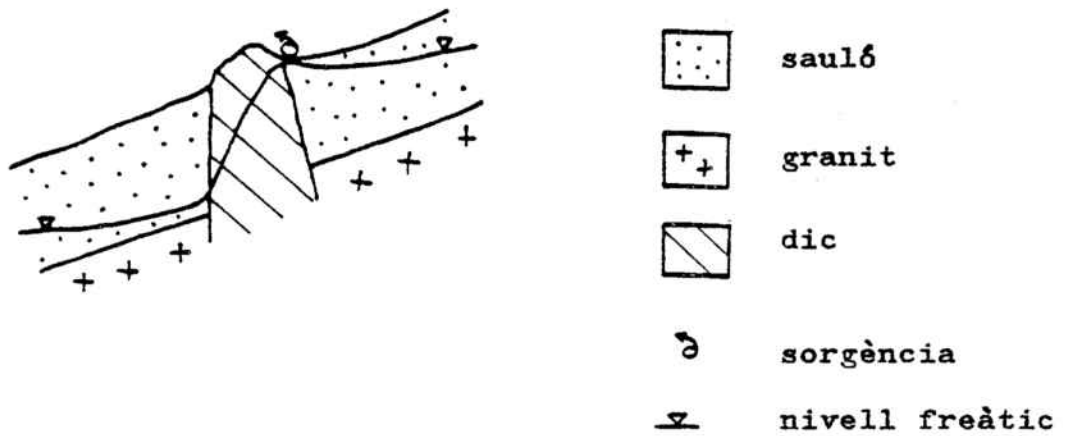


Figura nº 7.2.7 - 5

Si l'ascens del nivell freàtic és suficient, podrà assolir la superfície del terreny i donar lloc a un brollador. Aquest fenomen molt conegut per pouaires locals fa que sovint es localitzin captacions en aquests indrets.

El granit sense alterar és molt impermeable, i l'única circulació que s'efectua es fa aprofitant les fisures que tenen una mínima obertura. En general però, el volum circulant és

molt petit i només en comptades ocasions s'obtenen cabals interessants d'explotar.

### Arcoses, conglomerats i llims (Miocè)

Al mapa hidrogeològic que hem confeccionat a partir de la mesura de nivells piezomètrics, aparentment dóna la sensació de trobar-nos en la continuació de l'aqüífer al.luvial però amb més gradient hidràulic. De tota manera, la realitat és molt més complexa, i no té res a veure amb el funcionament de l'aqüífer al.luvial que tractarem més endavant. En efecte, el possible model de funcionament d'aquest aquífer estaria probablement constituït per unes zones de recàrrega amb flux subterrani en direcció avall, unes zones de flux lateral i zones de descàrrega amb flux ascendent. El primer model d'aquest tipus va ser plantejat per HUBBERT (1.940), on suposant un aquífer homogeni i isòtrop (figura nº 7.2.7-6) s'experimentaria un desplaçament des de les àrees elevades (interfluvis) a les zones deprimides (valls).

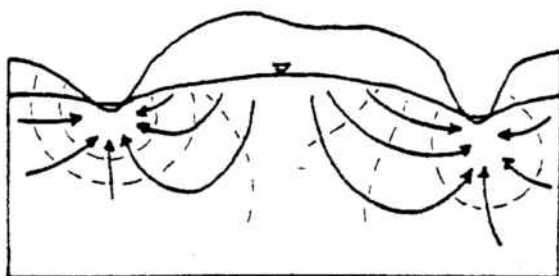


Figura nº 7.2.7-6

Model de flux d'Hubbert per a un aquífer homogeni i isòtrop.

TOTH (1.963) realitza el tractament matemàtic d'aquest sistema de flux, i al mateix temps distingeix tres tipus de circulació de l'aigua subterrània: local intermig i regional (vegi's figura nº 7.2.7-7), en funció si la descàrrega es produeix al fons de vall més pròxima a la recàrrega o si ho fa més allunyat. A petites conques podria funcionar el model d'Hubbert però a les grans conques hauria de produir-se un sistema regional de flux.

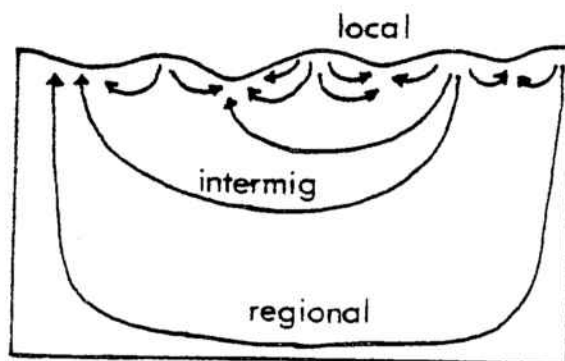


Figura nº 7.2.7-7

Model de sistema de flux de Toth en un aqüífer homogeni i isòtrop.

Si bé aquests dos models contemplen el cas d'un aqüífer homogeni i isòtrop, les intercalacions sorrenques i conglomeràtiques enmig de les arcoses i lutites que es localitzen a la

depressió del Vallès, confereixen un grau d'heterogeneïtat molt gran al sistema. Aquestes intercalacions són molt més permeables que el material que les envolta, i actuen com a zones de circulació preferent distorsionant el sistema de flux que s'hauria generat segons els models dels autors esmentats. Precisament FREEZE i WITHERSPOON (1.967) (citats a FREEZE i CHERRY (1.979)) fan ressaltar la influència dels canvis de permeabilitat per mitjà d'algunes figures on es representa una capa de permeabilitat molt més gran que als terrenys per sobre d'ella, (figura 7.2.7-8). La capa més permeable actua de conducte principal amb flux horitzontal (en aquest exemple), i està essent alimentat des de dalt. Com més gran és la permeabilitat i el flux que circula, més gran serà l'àrea de descàrrega.

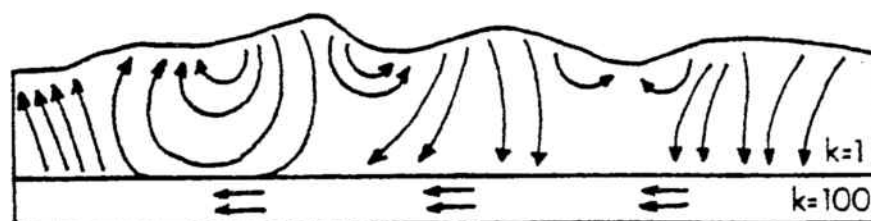


Figura nº 7.2.7-8

Sistema de flux amb capes de diferent permeabilitat segons FREEZE i WITHERSPOON 1.967. (citats a FREEZE i CHERRY 1.979)

Finalment TOTH (1.972) resumeix les propietats i manifestacions de l'existència d'un moviment regional i que nosaltres n'esmentarem algunes:

- Àrees de flux descendent, lateral i ascendent
- Nivells piezomètrics que davallen , romanen constants o augmenten en profunditzar ds pous a les tres àrees respectives
- Existència de pous artesiàns a àrees de descàrrega sense la presència d'estrats confinants
- Baixa mineralització a les àrees de recàrrega o als sistemes de flux curt i som (locals) i altes concentracions a les àrees de descàrrega als sistemes llargs i profunds.

Treballs realitzats a la conca terciària del riu Tajo, admeten sistemes similars de circulació, encara que LLAMAS i LÓPEZ VERA (1.975) tendeixen a suposar que degut a la gran anisotropia entre la permeabilitat vertical (molt més petita) i l'horitzontal, consideren que es tracta de sistemes locals. SASTRE (1976) apunta la possibilitat de l'existència de sistemes regionals per criteris de qualitat de les aigües.

A l'informe realitzat per CAP-SGOP (1.971 b) sobre ds aqüífers miocens no es dóna cap referència específica del sistema de circulació però s'esmenta l'existència de dos pous sorgents a les proximitats de Sant Quirze de Terrassa. Nosaltres mateixos hem inventariat un pou (nº 59) que ha arribar a sobreeixir pel brocal (70 cm. d'alçada) un parell de vegades pel cap baix. El mateix pou i el nº 58, no s'han ressentit aparentment de l'obertura del desmunt per al pas de l'autopista d'enllaç Montmeló-El Papiol. D'altra banda, per mètodes geoquímics

s'ha trobat que l'edat de les aigües disminueix a mesura que s'aprofondeix (J. ALBERT comunicació oral). Aquests fets ens fan pensar en la possible existència d'un sistema de flux semblant als que s'han descrit amb probables circulacions regionals. De tota manera en aquest treball no hem trobat proves feafents que permetessin corroborar aquesta hipòtesi.

La manca d'irregularitats que caldria esperar a la superfície piezomètrica degut al flux ascendent o descendent, pot explicar-se fàcilment donada la poca fondària dels pous inventariats, amb profunditats que oscil·len entre 10 i 20 mt. i no permeten grans variacions en el nivell freàtic. Un altre element que contribueix a dissimular les possibles irregularitats, és el fet de tractar-se la major part dels pous, de pous excavats amb entrada d'aigua contínua al llarg de tota la profunditat, el que permet d'obtenir un nivell intermig entre el potencial pròxim a la superfície i el de més profunditat.

#### Sorres i graves al·luvials

Es tracta d'un aqüífer lliure, amb un funcionament en principi força senzill. La recàrrega es produeix per:

- Infiltració de l'aigua de pluja
- Infiltració dels rius
- Infiltració d'excedents de rec
- Aportacions laterals d'altres unitats hidrogeològiques (granit i aqüífers miocens)

La descàrrega és produïda per:

- Extraccions de les captacions

- Sortides als rius en èpoques d'alt nivell freàtic en algun tram molt concret (àrea de Mollet)
- Evapotranspiració
- Sortides subterrànies a d'altres unitats hidrogeològiques

El problema rau en donar el pes a cada un d'aquests components. En efecte, és difícil de saber el percentatge d'infiltració per pluja o dels rius o per altres motius. CAPOSGOP (1.971 a) proposen uns valors del 30% de la recàrrega produïda per la pluja i més del 50% per infiltració dels cursos superficials a la cubeta de la Llagosta (entre Montmeló i Montcada). Nosaltres hem trobat que els aportos subterranis dels aqüífers al.luvials a l'entrada del sector estudiat, són suficients per a abastar la demanda a les valls del Congost, Tenes i Riera Seca, no cal en aquests casos doncs, justificar infiltració a partir dels rius. No passa el mateix en canvi amb el balanç que realitzem entre els aportos d'aquests rius més el Mogent en llur desembocadura i el cabal subterrani que passa pel riu Besòs (perfil II - II'). En efecte, com justificarem al següent apartat, el cabal que circula per l'al.luvial d'aquests rius no és suficient per a justificar el cabal que travessa la secció II-II' del riu Besòs i les extraccions que es produeixen entremig, ja que existeix un superàvit de més de 12.000 m<sup>3</sup>/dia. No hem trobat cap explicació convincent que donés raó d'aquest superàvit en el flux subterrani i per tant hauríem d'admetre la possibilitat d'infiltració a partir dels rius en aquest trajecte. La manca d'infiltració als altres trams, tant del Congost, Tenes, com del Besòs a partir d'aquesta secció pensem que poden ser explicats per la impermeabilització del llit degut a l'alta càrrega contaminant que transporten els rius. El que no s'explicaria, si això és així, el perquè s'infiltra en aquest punt concret un volum tant important.

La realització de gràfiques per veure la relació entre evolució de nivells freàtics, pluviometria i cabals d'avinguda (figures nº 7.2.7-9 i 7.2.7.-10) no aporten massa llum al problema. És cert que coincideixen algunes puntes d'avinguda amb increments del nivell freàtic i pot fer pensar que lògicament en ocupar les aigües superficials més superfície i remoure els fangs del llit, la infiltració ha d'esser més gran. També cal pensar però que les avingudes són fruit de fortes pluges que hauran infiltrat directament grans quantitats d'aigua. Si comparem l'evolució dels nivells del pou nº 99 amb el piezòmetre nº 539, tot tenint en compte que el primer es troba a 200 mt. dels rius Tenes i Besòs i el segon arran del riu Besòs, s'observa que l'erosió d'ambdós és força paral·lela (figura nº 7.2.7-11). El gradient hidràulic al pou nº 99 no és superior a 0,005 (vegi's mapa hidrogeològic). Aplicant la Llei de Darcy,

$$V = K \cdot i$$

V= velocitat

K= permeabilitat ( 200 m/dia)

i: gradient hidràulic (0,005)

tindrem una velocitat de circulació de les aigües subterrànies de  $V = 1 \text{ mt/dia}$ , és adir, l'aigua infiltrada pels rius trigaria un promig de 6 mesos per a recórrer la distància de 200 mt. que els separa del pou nº 99 mentre que podrien fer-ho en uns pocs dies per arribar piezòmetre nº 539. Aquest desfassament de temps no existeix i ambdós nivells augmenten al mateix temps i amb la mateixa magnitud. Per tant, sense negar la possibilitat d'infiltració dels rius, el percentatge d'infiltració de la pluja entenem que ha d'esser superior a l'indicat en l'informe CAPO SGOP (1.971 a).

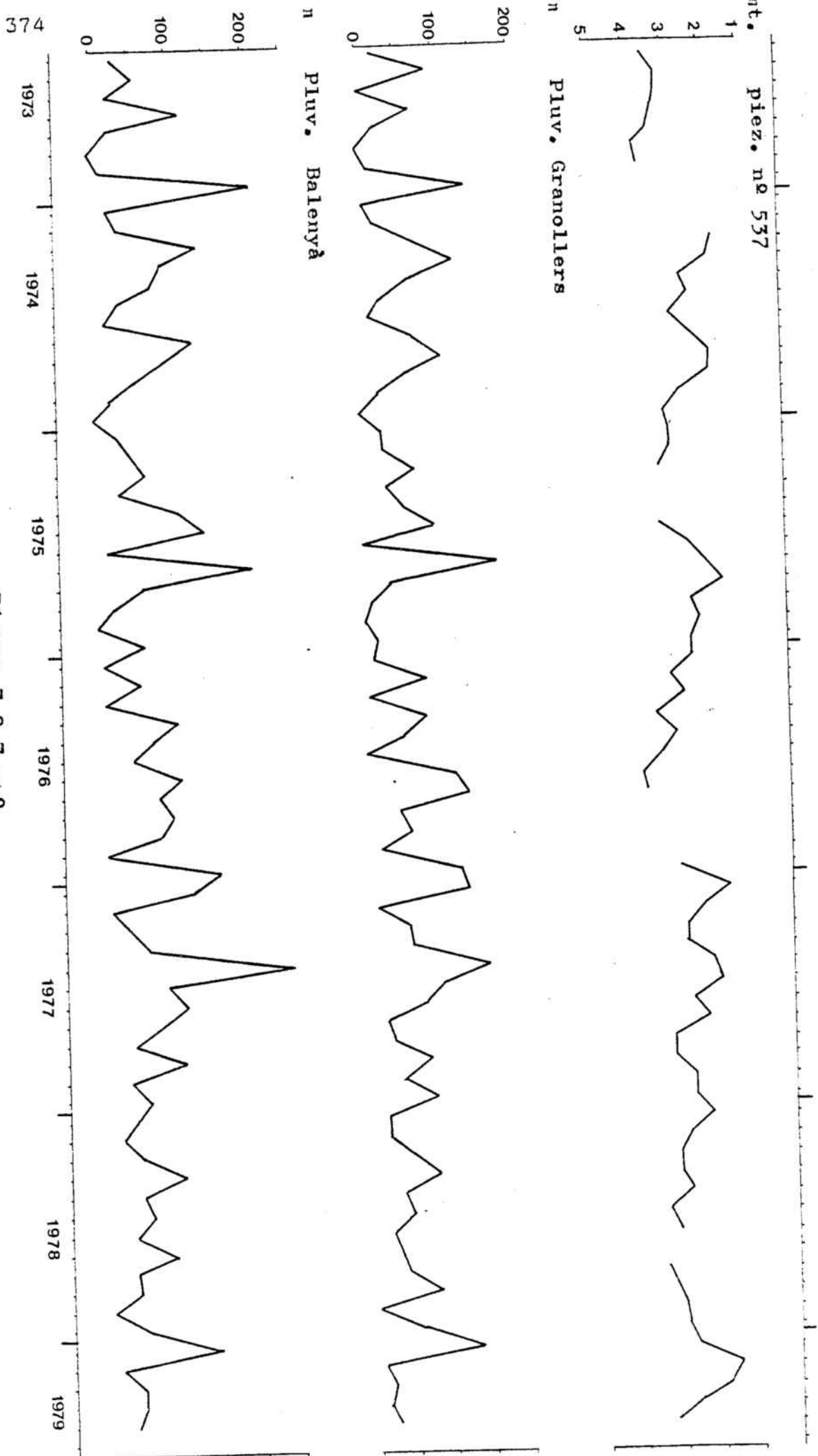


Figura 7.2.7 - 9

374

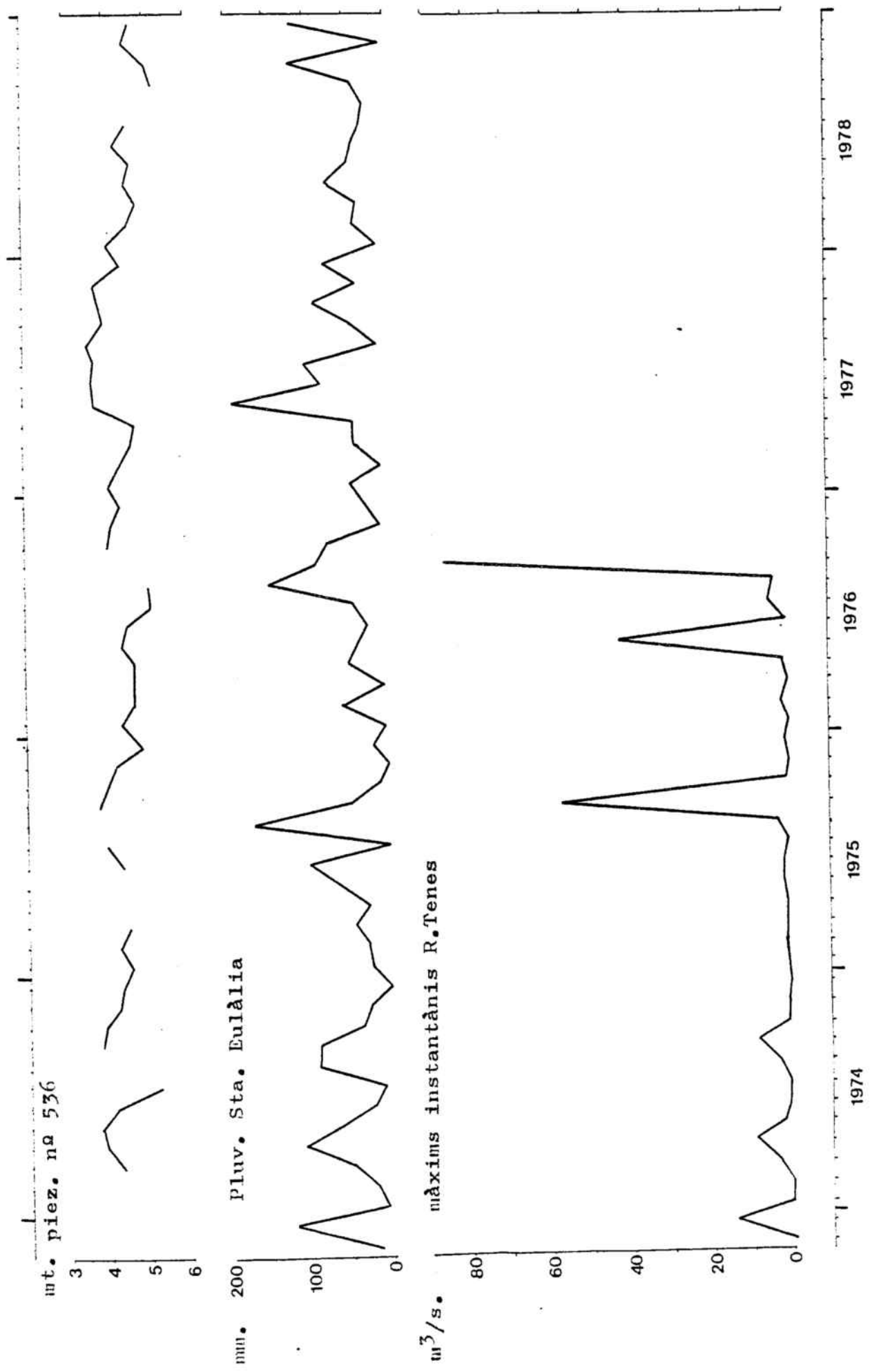


Figura 7.2.7 - 10

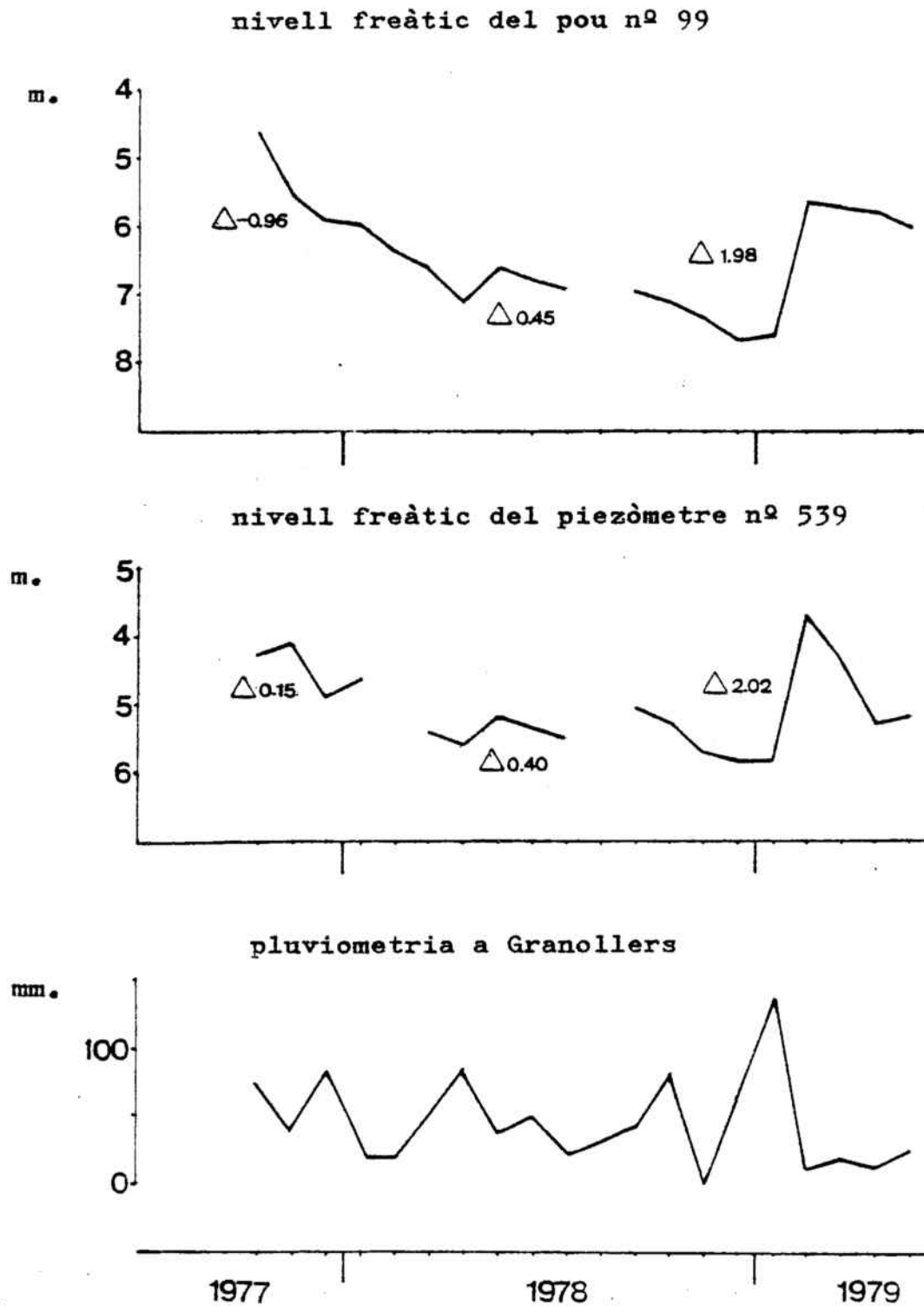


Figura n<sup>o</sup> 7.2.7 - 11

Comparança entre l'evolució dels nivells freàtics  
corresponents al pou n<sup>o</sup> 99 i al piezòmetre n<sup>o</sup> 539.

Un altra aspecte a considerar és que les pèrdues de l'aqüífer al.luvial per aportacions a d'altres aquífers, només poden realitzar-se en el sentit d'alimentar la resta d'aqüífer al.luvial del Besòs en direcció a Montacada, i entenem que si s'acompleix el model de Toth per a la circulació dels aquífers miocens no pot haver-hi aportació cap aquests aquífers perquè és precisament als fons de les valls on es produeix el flux ascendent de descàrrega, i per tant no hi hauria un potencial que permetés la infiltració.

Finalment volem fer alguns comentaris sobre la distribució piezomètrica de la superfície freàtica. Hi ha algunes irregularitats en la distribució de les línies equipotencials. Apareixen a la part nord de la vall del riu Tenes i també en la seva confluència amb el riu Besòs, algunes entrades de les corbes que no poden ser explicades per l'existència de bombes (vegi's mapa hidrogeològic). Si sobreposem el mapa de la topografia del substrat de la zona al.luvial, observarem que en ambdós casos existeix un solc colgat que creiem que ha de tractar-se d'una zona de més permeabilitat, ja que moltes vegades els sondatges de més gruix de gravessolen acabar amb la presència de blocs abans d'arribar al contacte amb el substrat. Això justificaria la separació de les línies.

Existeixen també zones on es produeix un apretament de les equipotencials, com al final de la Riera Seca o a la vall del riu Congost. Un cop d'ull al mapa de la topografia del substrat ens fa adonar que existeix un canvi bruscat de topografia produint-se un resalt que obligaria a incrementar el valor del gradient. No obstant a la vall del Congost, degut a existir molt poc gruix de graves, és possible que les extraccions d'àrids i llur posterior rebliment hagin pogut afectar la permeabilitat de l'aqüífer reduint-la sensiblement, i de fet alguns propietaris de pous ens han comunicat la davallada brusca del rendiment d'algunes captacions al moment de

produir-se els esmentats rebliments. Totes les zones de gran densitat d'equipotencials d'aquesta vall corresponen també a antigues zones d'extracció.

### 7.2.7.3.- Recursos potencials i balanç hídric

Els recursos globals per alimentar el sector estudiat provenen fonamentalment dels aqüífers al·luvials i de l'aigua del riu Ter. Donades les baixes transmissivitats que presenten els aqüífers granítics i miocens, que en tot cas poden resoldre el problema d'abastament de consums baixos però no l'abastament a polígons industrials o a poblacions amb alts valors de demanda, no considerarem aquests aqüífers en la valoració dels recursos i realització del balanç hídric.

L'equació del balanç hídric la podriem establir com:

$$\text{Entrades} = \text{sortides} \pm \text{reserva}$$

|                  |  |
|------------------|--|
| Entrades         | Infiltració pluja                                  |
|                  | Infiltració rius                                   |
|                  | Excedents de regatges                              |
|                  | Aports laterals subterranis                        |
| Sortides         | Extraccions  |
|                  | Aports a d'altres conques                          |
|                  | Evapotranspiració                                  |
| $\Delta$ Reserva | es tradueix en ascens o descens del nivell freàtic |

Nosaltres hem realitzat un balanç hídric corresponent a la situació dels mesos de Juliol - Agost de 1.981, data que varem realitzar l'inventari de pous. Aquest balanç l'hem efectuat per conques aïllades i amb les consideracions següents:

- No hi ha aportats de pluja
- No hi ha pèrdues per evapotranspiració perquè pels nivells freàtics a més de 3 mt. de la superfície

S'ha procedit a avaluar el cabal que passa per una secció de l'aqüífer a partir de les característiques geomètriques de la secció saturada (planimetrada a partir de les figures 7.2.7.-1, 7.2.7.2 i 7.2.7-3), el gradient hidràulic i la permeabilitat, igualment hem fet el mateix procés en una altra secció aigües avall del mateix aquífer tenint en compte les extraccions i possibles recàrregues que s'hagin pogut produir entremig. El resultat ha estat el següent:

#### Riu Besòs

Entre perfils II - II' i I - I'

Aports: 11.433 m<sup>3</sup>/ dia (secció II-II') del Besòs  
 √ 1.000 m<sup>3</sup>/ dia Riera Caganell (secció XI - IX')  
 √ 1.000 m<sup>3</sup>/ dia Riera de Martorelles (suposat)

Total.... 13.433 m<sup>3</sup>/ dia

S'ha aplicat l'expressió:  $Q = S.k.i$

Q: cabal en m<sup>3</sup>/ dia  
 S: secció saturada en m<sup>2</sup>  
 k: permeabilitat en m/ dia  
 i: gradient hidràulic

Amb  $k = 200$        $i = 0,00625$        $S = 4.500 \text{ m}^2$  per al Besòs  
                   $k = 75$        $i = 0,0082$        $S = 1.585 \text{ m}^2$  per al Caganell

SORTIDES

Supterranies  $5265 \text{ m}^3/\text{dia}$  (secció I-I') riu Besòs

Amb  $k = 200 \text{ m}/\text{dia}$        $i = 0,00833$        $S = 6.860 \text{ m}^2$

| Extraccions                     | $\text{m}^3/\text{dia}$ |
|---------------------------------|-------------------------|
| Pou Temeria<br>(no inventariat) | 2.000                   |
| Pou nº 173                      |                         |
| 371                             | 800                     |
| 404                             |                         |
| 487                             |                         |
| 488                             | 100                     |
| 489                             |                         |
| 171                             | 200                     |
| 172                             |                         |
| 490                             | 40                      |
| 494                             | 200                     |
| 495                             |                         |
| 32                              | 10                      |
| 33                              | 10                      |
| 40                              |                         |
| 41                              | 200                     |
| 42                              |                         |
| 20                              | 500                     |
| 21                              |                         |

|                  |    |       |
|------------------|----|-------|
| Pou nº           | 45 | 5     |
| Graus Sant Fost  |    | 60    |
| (no inventariat) |    |       |
| Pou nº           | 28 | 4     |
|                  | 43 | 500   |
|                  | 26 | 325   |
|                  | 27 |       |
| Aigües Sant Fost |    | 500   |
| Aigües Mollet    |    | 2.000 |
| (no inventariat) |    |       |

Total extraccions ..... 7.454 m<sup>3</sup>/dia

Total sortides : 13.079 m<sup>3</sup>/dia (molt semblant a les entrades).

### Riu Tenes

Entre perfils IV - IV i III - III'

### Aports:

SUBTERRANIS

5.016 m<sup>3</sup>/dia Riu Tenes (secció IV - IV')

Amb  $k = 200$  m/dia  $i = 0,0114$   $S = 2.200$  m<sup>2</sup>

### Sortides:

SUBTERRANIES

2.062 m<sup>3</sup>/dia Riu Tenes (secció III-III')

Amb  $k = 200$  m/dia  $i = 0,00625$   $S = 1.650$  m<sup>2</sup>

| Extraccions                    | m <sup>3</sup> /dia |
|--------------------------------|---------------------|
| Pou n <sup>o</sup> 279         | 10                  |
| 272                            | 1.250               |
| 274                            | 30                  |
| 275                            | 300                 |
| 276                            |                     |
| 258                            | 200                 |
| 259                            |                     |
| 261                            | 20                  |
| Fca. Pover<br>(no inventariat) | 120                 |
| Pou n <sup>o</sup> 78          |                     |
| 79                             | 1.200               |
| 80                             |                     |

Total sortides ... 5.192 m<sup>3</sup>/dia essent doncs de la mateixa magnitud que les entrades

### Riu Congost

Entre perfils VII - VII' i V - V'

### Aports:

#### SUBTERRANIS

6.212 m<sup>3</sup>/dia Congost (secció VII-VII')

Amb k = 150 i : 0,0083 S = 4.970 m<sup>2</sup>

Sortides:

## SUBTERRANIES

2.684 m<sup>3</sup>/dia Congost (secció V - V')Amb k = 150 m/dia i = 0,0069 S = 2.595 m<sup>2</sup>

| Extraccions            | m <sup>3</sup> /dia |
|------------------------|---------------------|
| Pou n <sup>o</sup> 137 | 350 (regadiu)       |
| 138                    |                     |
| 140*                   | 3.000 (regadiu)     |
| a 150                  |                     |
| 515                    | 10                  |
| 516                    | 25                  |
| 517                    |                     |
| 104                    | 15                  |
| 105                    | 200                 |
| 106                    | 90 (regadiu)        |
| 159                    | 10                  |
| 160                    |                     |
| 158                    | 100                 |
| 124                    | 80                  |
| 126                    |                     |
| 118                    | 150 (regadiu)       |
| 130                    | 800 (regadiu)       |

Total sortides .... 7.514 m<sup>3</sup>/dia

\* Els pous n<sup>o</sup> 140 a 150 reguen una extensió de 35 Ha., i hem suposat una dotació de 90 m<sup>3</sup>/dia Ha, d'acord amb les dades proporcionades pels usuaris.

Existeix doncs un dèficit d'aportacions valorat en 1.302 m<sup>3</sup>/dia. Aquest dèficit entenem que correspon a les infiltracions a l'aqüífer per excedents de rec. El percentatge d'aquests excedents respecte el volum total d'aigües per a regar és

$$\frac{1.302}{4.390} = 29,6\%$$

percentatge d'infiltració perfectament admissible i que concorda amb el percentatge donat per CAPO-SGOP (1.971 a).

### Riera Seca

Entre perfils X - X- i IX - IX'

### Aportacions:

#### SUBTERRANIES

1.019 m<sup>3</sup>/dia Riera Seca (secció X - X')

Amb  $k = 100$        $i = 0,0095$        $S = 1.070 \text{ m}^2$

### Sortides:

#### SUBTERRANIES

126 m<sup>3</sup>/dia Riera Seca (secció IX - IX')

Amb  $k = 100$        $i = 0,0109$        $S = 115 \text{ m}^2$

| Extraccions            | m <sup>3</sup> /dia |
|------------------------|---------------------|
| Pou n <sup>o</sup> 372 | 450                 |
| 373                    |                     |
| 412                    | 225 (regadiu)       |
| 374                    | 50 (regadiu)        |
| 361                    | 10                  |
| a 370                  |                     |

|            |               |
|------------|---------------|
| Pou nº 400 | 90 (regadiu)  |
| 401        | 135 (regadiu) |

Total sortides .... 1.086 m<sup>3</sup>/dia, és a dir amb un dèficit d'aportacions de 67 m<sup>3</sup>/dia, que pot correspondre a la reinfiltració d'aigües de rec (14% respecte el total d'aigües de regadiu).

### Riu Besòs

Entre els perfils III - III', V - V', VIII - VIII', IX - IX' i el II - II'

### Aports:

#### SUBTERRANIS

3.043 m<sup>3</sup>/dia Mogent (secció VIII-VIII')

Amb  $k = 250$  m/dia .  $i = 0,0043$   $S = 2.830$  m<sup>2</sup>

2.684 m<sup>3</sup>/dia Congost

2.062 m<sup>3</sup>/dia Tenes

126 m<sup>3</sup>/dia Riera Seca

Total aportacions .... 7.915 m<sup>3</sup>/dia

### Sortides:

#### SUBTERRANIES

11.433 m<sup>3</sup>/dia Besòs (secció II - II')

| Extraccions        | m <sup>3</sup> /dia |
|--------------------|---------------------|
| Pou nº 501         | 900                 |
| 502                |                     |
| 503                | 600                 |
| 504                |                     |
| 505                |                     |
| 507                | 500                 |
| 552                |                     |
| 508                | 50                  |
| 509                | 150                 |
| 510                |                     |
| 511                | 50                  |
| 518                | 10                  |
| 519                |                     |
| 520                | 700                 |
| 521                |                     |
| 522                | 100                 |
| 523                |                     |
| 524                |                     |
| 525                | 1.000               |
| 526                |                     |
| 527                | 100                 |
| 528                | 600                 |
| 529                | 10                  |
| 88                 | 660                 |
| Fca. Farhispania   | 70                  |
| Màximo Mor         | 300                 |
| Quinn Ibèrica      | 40                  |
| (fora d'inventari) |                     |

|                     |         |
|---------------------|---------|
| Pou nº 87           | 200     |
| Regadiu Martorelles | 3.000 * |

Total sortides ... 20.473 m<sup>3</sup>/dia

\* Extensió de 49 Ha., on hem suposat una dotació de 90 m<sup>3</sup>/dia Ha a la qual hem deduït un 30% d'infiltració.

El balanç dona un excés molt gran de sortides avaluat en 12.558 m<sup>3</sup>/dia, per al qual no hem trobat una explicació a no ser que es produeixi una forta infiltració provinent dels rius, hipòtesi que faltaria comprovar amb aforaments de cabals, però que es constata una infiltració clara a les èpoques d'estiatge, com veurem més endavant, també geoquímicament sembla haver una relació aigües superficials-subterrànies.

El resum dels balanços parcials de totes les conques l'hem indicat a la taula nº 7.27-3. Per a obtenir el balanç anual, utilitzarem les dades proporcionades per la CAPO referides a les variacions de nivells freàtics que s'han anat mesurant mensualment dels quals disposem dades des de 1.973 a 1.979.

El coneixement d'aquestes variacions és fonamental per al càlcul del cabal que circula en un moment donat per la secció d'un aqüífer. A les figures 7.2.7-12 a 7.2.7-18 (obtingudes per sobreposició dels mapes d'isopotencials i topografia del substrat per sota la zona al·luvial), hom pot comprendre fàcilment el perquè seria erroni considerar tota l'amplada de l'aqüífer per avaluar la secció per on circula l'aigua. A la Riera Seca, la situació els mesos de Juliol-Agost de 1981 era que l'aqüífer real s'havia reduït en gran mesura mentre que

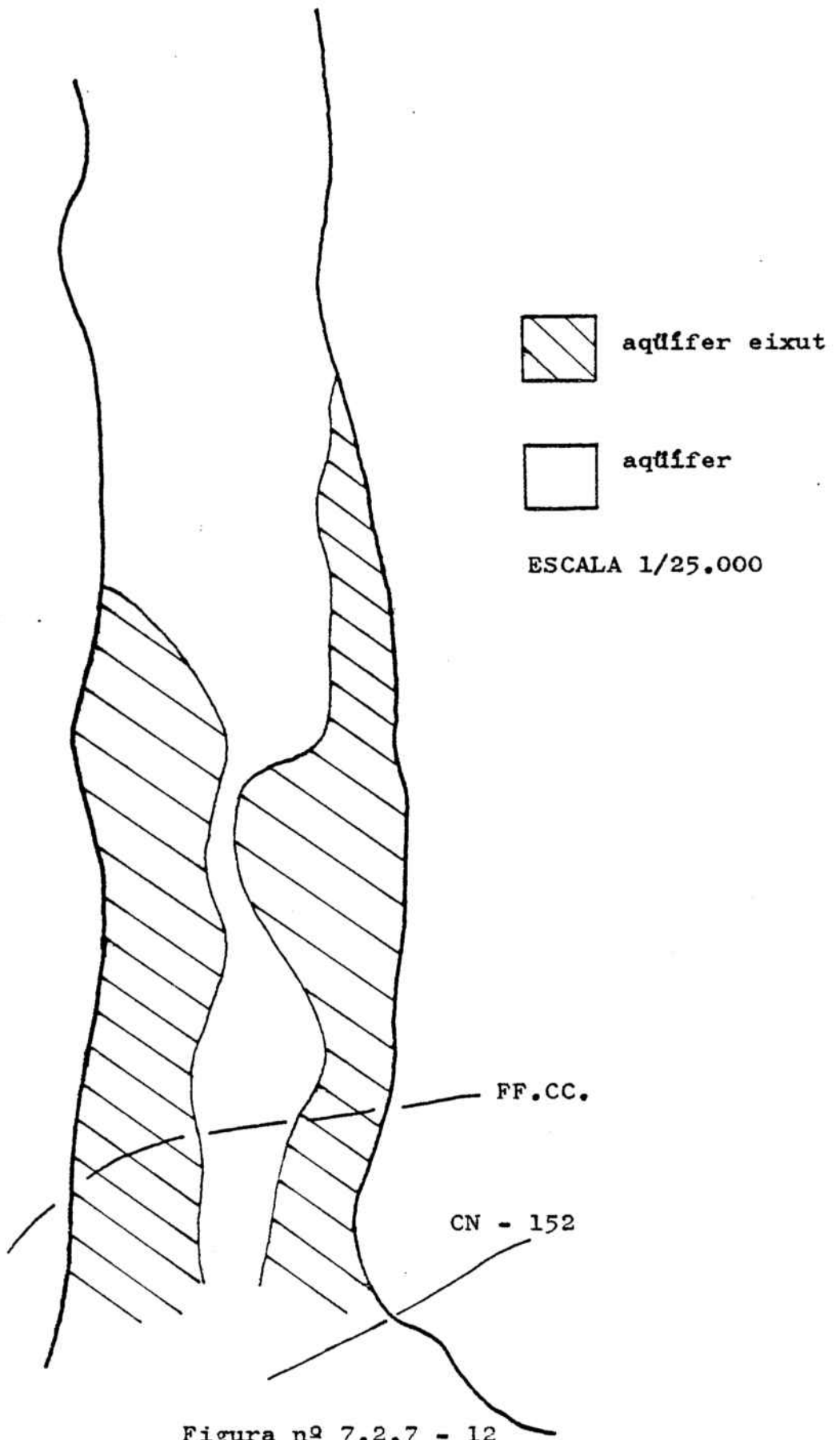




Figura nº 7.2.7 - 12

Area real ocupada per l'aqüifer al.luvial de la Rra. Seca el Juliol-Agost del 1981

 aqüífer eixut

 aqüífer

ESCALA 1/25.000

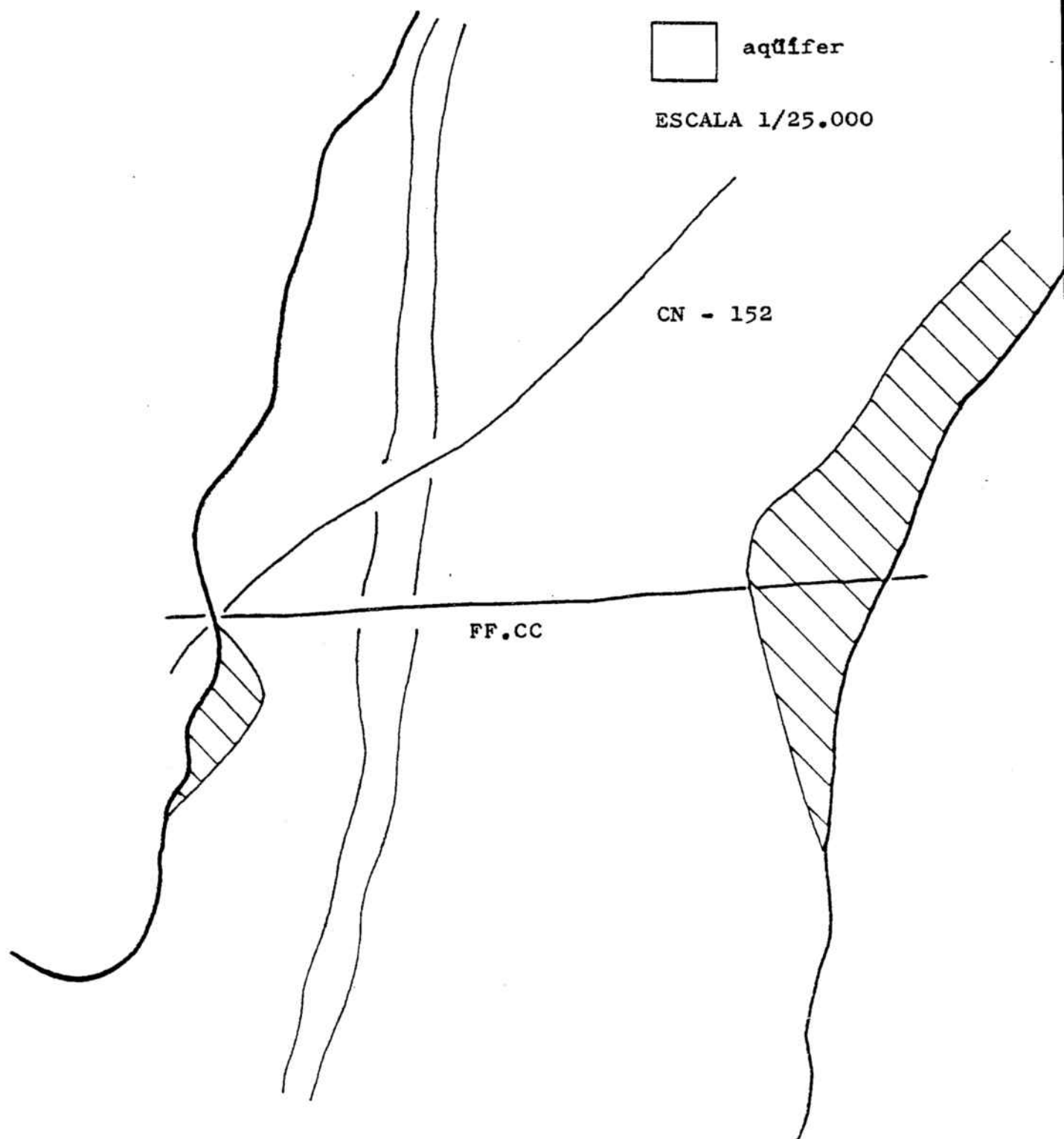


Figura nº 7.2.7 - 13

Àrees no funcionals de l'aqüífer al.luvial del Riu Tenes quan el nivell freàtic pugi 1 m. respecte Juliol-Agost del 1981.

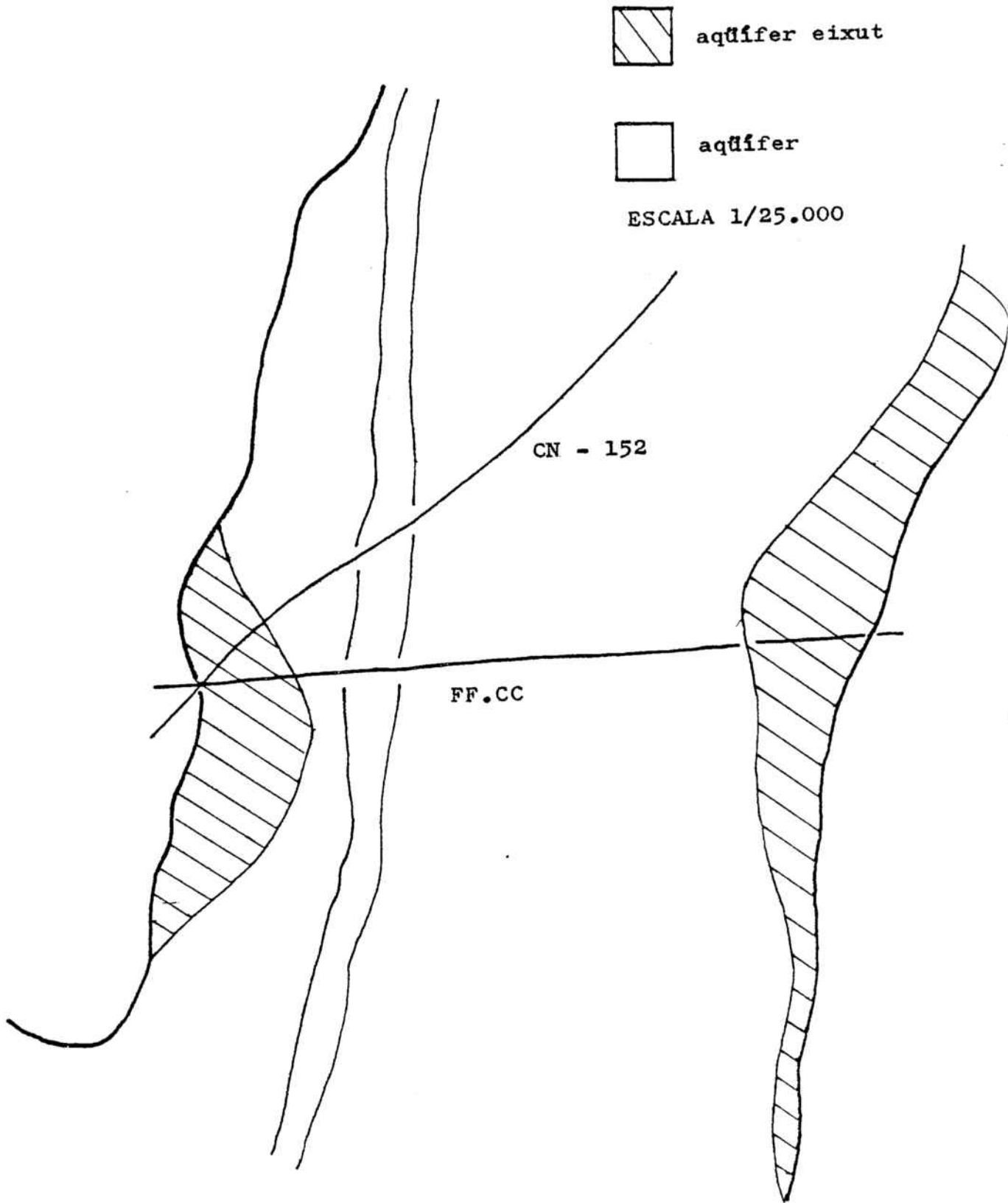



Figura nº 7.2.7 - 14  
Area real ocupada per l'aqüífer al.luvial del Riu Tenes el Juliol-Agost del 1981.

 aqüífer eixut

 aqüífer

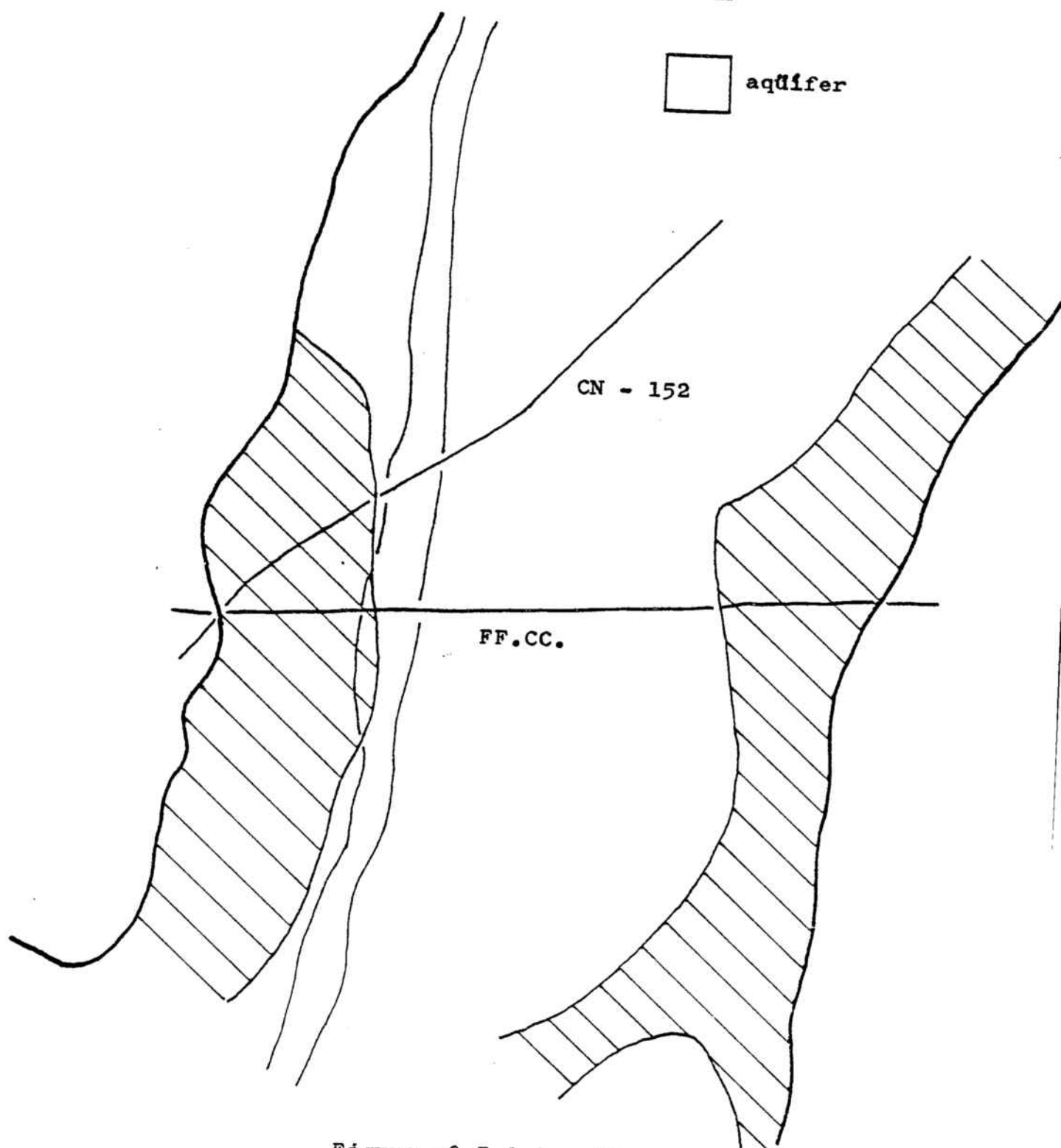


Figura nº 7.2.7 - 15

Àrees no funcionals de l'aqüífer al·luvial del Riu Tenes quan el nivell freàtic baixi 1 m. respecte Juliol-Agost del 1981.

MARTORELLES I  
SANT FOST DE CAMPSENTELLES

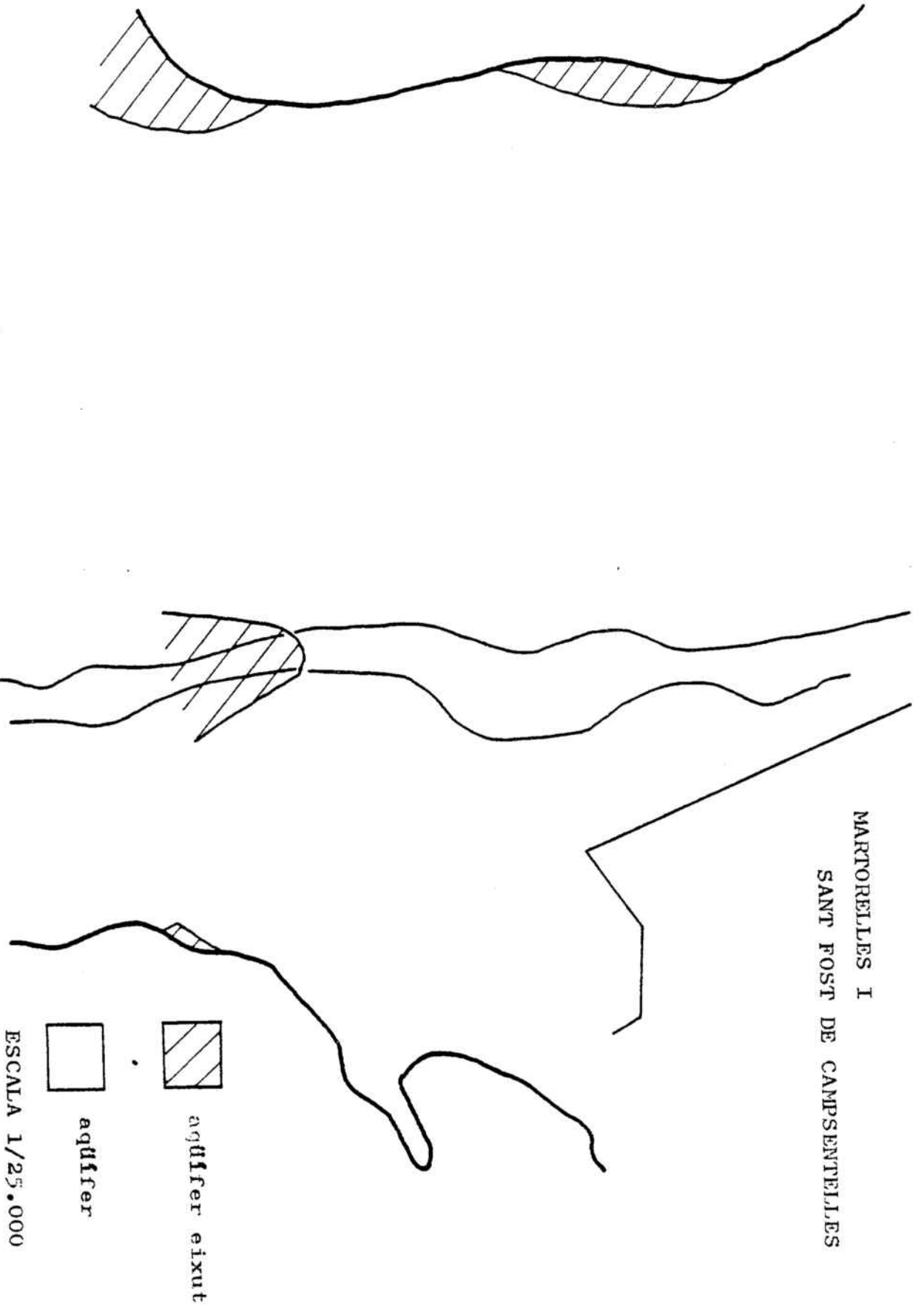


Figura nº 7.2.7 - 16

Àrees no funcionals de l'aqüífer al.livral del Riu Besòs quan el nivell freàtic pugi 1 m. respecte Juliol-Agost del 1981.

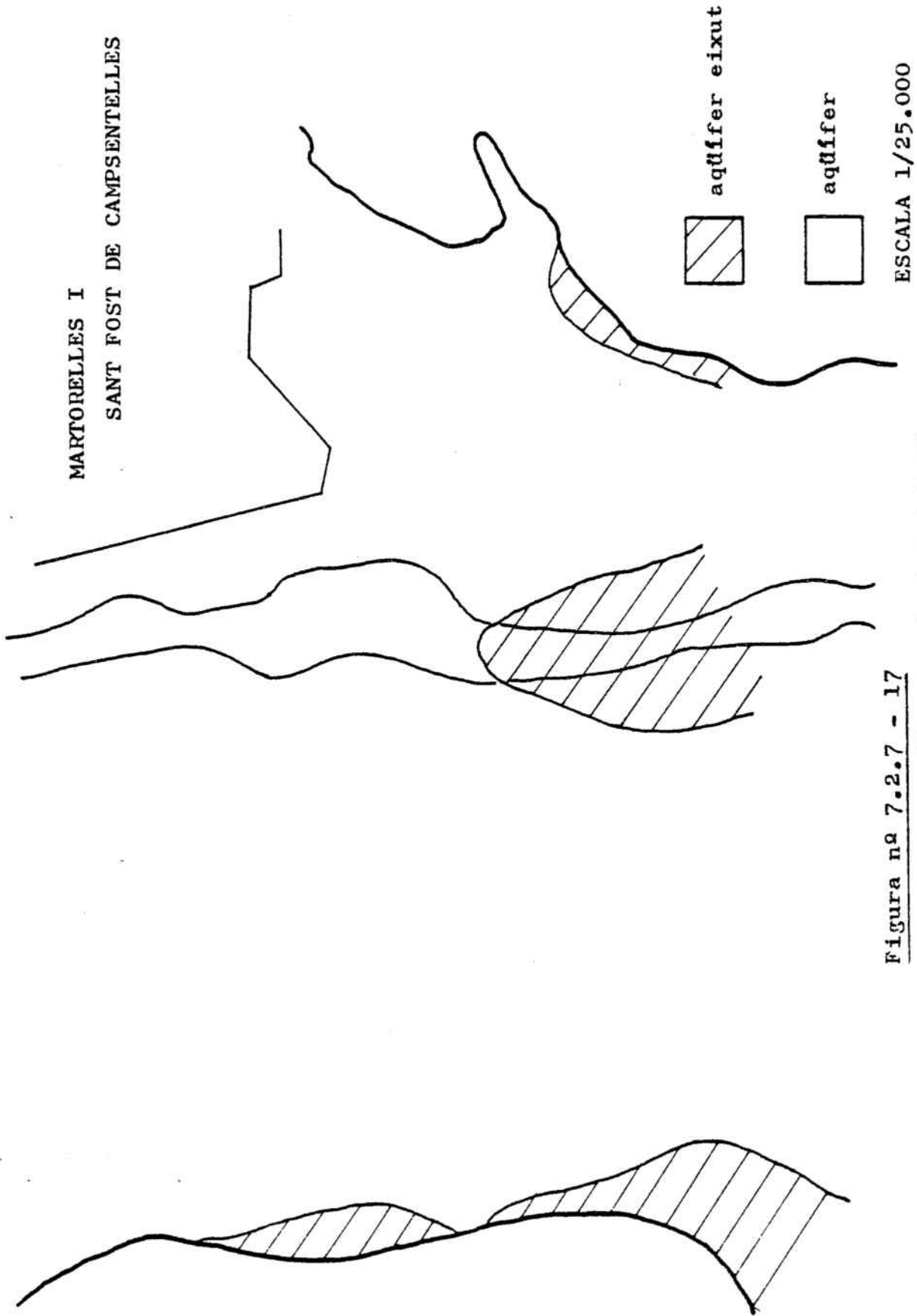


Figura nº 7.2.7 - 17  
 Area real ocupada per l'aqüífer al.luvial del Riu  
 Besòs el Juliol-Agost del 1981.

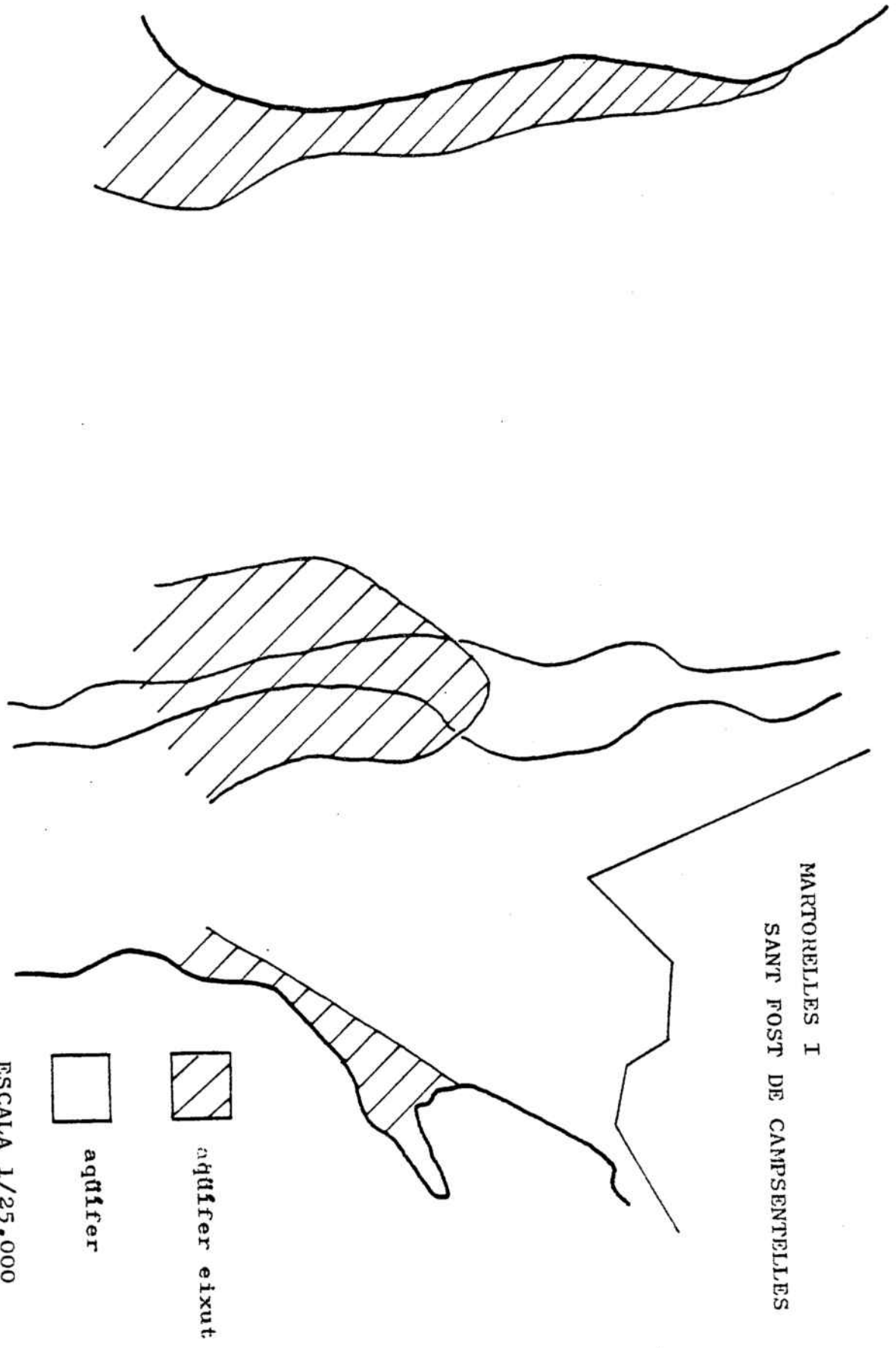


Figura nº 7.2.7 -18

Àrees no funcionals de l'aquífer al nivell del Rin Besòs quan el nivell freàtic baixi 1 m. respecte Juliol-Agost 1981

|                                | <u>BESÓS</u>             | <u>BESÓS</u>                                  | <u>TENES</u>         | <u>CONGOST</u>    | <u>RIERA SECA</u> |
|--------------------------------|--------------------------|---|----------------------|-------------------|-------------------|
| Tram considerat                | Secció II-II'<br>a I'-I' | III-III'<br>V-V', VII-VII'<br>IX-IX' a II-II' | III-III'<br>a IV-IV' | V-V a<br>VII-VII' | X-X' a<br>IX-IX'  |
| APORTS (m <sup>3</sup> /dia)   |                          |   |                      |                   |                   |
| - Subterrànies                 | 13.433                   | 7.915   | 5.016                | 4.970             | 1.019             |
| - Reinfiltració reqs           | -                        | -   | -                    | 1.302             | 67                |
| - Infiltració riu              | -                        | 12.558?                                       | -                    | -                 | -                 |
| SORTIDES (m <sup>3</sup> /dia) |                          |   |                      |                   |                   |
| - Subterrànies                 | 5.265                    | 11.433  | 5.192                | 2.684             | 126               |
| - Extraccions                  | 7.454                    | 9.040   | -                    | 5.674             | 960               |

Taula nº 7.2.7-3

Balanç per conques amb les dades corresponents als mesos de Juliol-Agost de 1.981.

|                              | <u>Besòs</u> | <u>Tenes</u> | <u>Congost</u> | <u>Mogent</u> |
|------------------------------|--------------|--------------|----------------|---------------|
| Secció<br>considerada        | II-II'       | IV-IV'       | VII-VII'       | VIII-VIII'    |
| Piezòmetre n <sup>o</sup>    | 539          | 536          | 537            | 514           |
| Cabal (m <sup>3</sup> /dia)  | 17.413       | 4.404        | 6.907          | 2.954         |
| Cabal (Hm <sup>3</sup> /any) | 6,356        | 1,61         | 2,52           | 1,085         |

Taula n<sup>o</sup> 7.2.7-4

Cabals mitjos anuals a partir de la mitjana ponderada, la variació dels nivells freàtics i llurs corresponents seccions d'aqüífer.

la major part de l'al.luvial era simplement un dipòsit de sorres eixutes. El riu Tenes també presentava una reducció de la seva secció, a l'alçada de la carretera N-152, igual que el riu Besòs a les proximitats de la confluència amb la Riera de Caldes, on no es podia parlar d'un aqüífer, sinó de dos aqüífers separats per un llindar que naturalment fa la funció de vora impermeable amb la corresponent pèrdua de rendiment del cabal d'explotació dels pous pròxims.

Degut a aquest efecte hem calculat les seccions que ocupa l'aqüífer per a cada interval de 0,25 mt. d'ascens del nivell freàtic, realitzant una planimetria de cada secció. A cada nivell correspondrà una secció i per tant un cabal. Per aquest procés hem calculat el cabal mig anual per la mitjana ponderada nivell freàtic-secció corresponent, els resultats dels quals s'expressen a la taula nº 7.2.7-4.

Als valors obtinguts a la taula esmentada caldria afegir 1,1 Hm<sup>3</sup>/ any que calculem corresponen a les aportacions de la Riera Seca, Caganell i Martorelles.

En funció d'això, i considerant constant durant tot l'any les extraccions, excepte les de regadiu que només les comptem durant 4 mesos, obtindríem el corresponent quadre de balanços hídrics anuals per conques (taula nº 7.2.7-5).

Davant d'aquestes xifres cal fer algunes consideracions:

- a) La conca del riu Tenes presenta una marcada sobreexplotació de l'aqüífer que es tradueix en el balanç negatiu. Les conques del Besòs i Congost també han presentat (sobretot la primera) alguns símptomes de sobreexplotació, arribant a quedar eixuts alguns pous durant les èpoques de secada. Això és degut, creiem, fonamentalment a la ma-

| Conca   | Besòs            | Tenes                | Congost            | Mogent                                  |
|---|------------------|----------------------|--------------------|---|
| Tram consi-<br>derat                            | II-II'<br>a I-I' | IV-IV'<br>a III-III' | VII-VII'<br>a V-V' | No es disposa<br>de suficients<br>dades |
| Aports<br>(Hm <sup>3</sup> /any)                | 7,456*           | 1,61                 | 2,62               |   |
| Extraccions<br>(Hm <sup>3</sup> /any)           | 2,72             | 1,89                 | 0,526              |   |
| Aports<br>Extraccions<br>(Hm <sup>3</sup> /any) | 4,736            | - 0,28               | 2,09               |   |

\* Considerant els aports de la Riera Seca, Cagatell i Martorelles.

Taula nº 7.2.7-5

Balanç hídric anual per conques tenint en compte les aportacions subterrànies i les extraccions.

la distribució de les explotacions (molt pròximes entre si) i a la morfologia de la base de l'aqüífer que en baixar el nivell freàtic deixa sense aigua algunes captacions mentre que les que atravessen completament els solcs més profunds es mantenen.

- b) Cal esmentar que l'abastament a Mollet i Martorelles per l'aigua del Ter és de l'ordre de  $2,34 \text{ Hm.}^3/\text{any}$ , xifra que d'haver-se d'obtenir dels recursos de la zona minvária en gran mesura els excedents.
- c) Els volums de recursos obtinguts corresponen a un promig anual i no tenen en consideració les èpoques de sequedat, per tant no es tracta d'un volum que es pugui extreure contínuament durant tot l'any. Els cabals mínims que hem deduït a partir de les dades de nivells freàtics que disposem (encara que sabem que hi ha hagut èpoques de més sequedat que no tenim registrades) són:

|  | <u>Besòs</u> | <u>Tenes</u> | <u>Congost</u> |
|--|--------------|--------------|----------------|
| Secció                                   | II-II'       | IV-IV'       | VII-VII'       |
| Aportació<br>( $\text{m}^3/\text{dia}$ ) | 11.428       | 3.026        | 4.970          |
| % respecte el<br>cabal mig               | 79           | 68           | 72             |

- És a dir, una tercera part dels recursos no tenen garantia de ser coberts en èpoques de secada.
- d) Finalment no tots els recursos poden ser explotables en un 100% per impossibilitat tècnica i perquè a més afectaria també greument als recursos que s'obtenen aigües avall de la conca.

### 7.2.8-HIDROGEOQUIMICA

L'estudi de la composició de les aigües i de llur evolució és una feina complexa on intervenen molts paràmetres, naturals i antròpics, el coneixement i control dels quals és indispensable per a una correcta interpretació. Cal diferenciar òbviament les aigües superficials de les subterrànies. Les superficials amb velocitats de circulació molt ràpides, gran facilitat de renovació i amb canvis de volum de circulació importants en qüestió d'unes poques hores, poden presentar modificacions en llur composició en un interval de temps molt curt. A més, l'accés directe que hi té l'home sobre elles, amb abocaments industrials i urbans, fa que la composició d'aquestes aigües sigui difícil de determinar per a que pugui ser considerada com a representativa del riu o encara que sigui d'un trajecte concret.

Les aigües subterrànies en canvi, tenen una gran inèrcia davant les modificacions del medi, i pertant llur composició és molt més estable amb el temps, si bé presenten l'inconvenient que, en no ser visibles directament, quan el canvi de composició es produeix, la localització i determinació del motiu d'aquest canvi és molt complicada.

Al sector que analitzem farem referència només a les aigües subterrànies, i les superficials seran esmentades per a aspectes molt concrets. De fet, existeixen diversos estudis sobre la composició i la contaminació de les aigües del riu Besòs. DIAZ(1965) fa un complet treball d'anàlisi de la composició de les aigües de tot el Besòs a 14 punts del traçat durant un any, tot prenent mostres d'aigua cada quinze dies i analitzant una vintena de paràmetres de cada una d'elles. DIAZ I QUERALT(1969) realitzen un estudi a nivell de la conca del Pirineu Oriental, que és acompanyat posteriorment amb l'informe del CAPO-SGOP(1970). Des de l'any 1974 es publiquen anualment les dades de les anàlisis

químiques realitzades a la xarxa oficial del M.O.P., amb dades publicades des de l'any hidrològic 1972/73 fins el 1979/80. El volum d'anàlisis que hom pot disposar és doncs, notable.

Malgrat tot, hom desconeix el volum i llocs d'abocament d'aigües residuals que permetin d'obtenir una determinada composició al riu, com tampoc no es poden fer comparances directes entre dues estacions de mostreig, no tan sols perquè es desconeix el tipus i volum d'abocaments que es produeixen entremig, sinó també perquè el defassament entre el temps de presa de la mostra a un punt i l'altre, no té res a veure amb el temps de recorregut que triga l'aigua d'un lloc a l'altre. Pertent doncs, s'obtenen anàlisis d'aigües que no són les mateixes. L'observació del comportament del riu, dels processos d'autodepuració que hi tenen lloc, les reaccions que es produeixen entre els components durant el recorregut i d'altres fenòmens, són impossibles de considerar amb aquesta informació. Amb això no volem dir que aquestes dades no tinguin cap utilitat, ans al contrari, ja que quan es disposa de gran quantitat, indiquen quins són els límits màxim i mínim en funció dels cabals, que es solen presentar als diferents components de les aigües. Però en qualsevol cas, degut a la manca d'informació addicional, hem optat per no considerar les aigües superficials.

Les aigües subterrànies del sector pel contrari, no tenen anàlisis de llur composició que hagin estat publicats, i les anàlisis que hem obtingut ho han estat de forma molt dispersa. Les dades ens les han fornides NIÑEROLA RECONOCIMIENTOS GEOFISICOS, AJUNTAMENT DE PARETS DEL VALLES, COMISARIA DE AGUAS DEL PIRINEO ORIENTAL (C.A.P.O), treballs d'alguns alumnes del Curso Internacional de Hidrologia Subterranea i alguns particulars. El nombre d'anàlisis que hem recopilat és reduït, aleshores, encara que l'evolució d'aquestes aigües és lenta, les afirmacions que realitzarem hauran d'ésser corroborades per anàlisis posteriors.

### 7.2.8.1.-Composició de les aigües subterrànies

Com acabem d'esmetar, es disposa de poques dades analítiques dels aqüífers, i encara menys de diverses anàlisis realitzades en una mateixa captació. Una excepció és però, el pou nº 297 del qual disposem 13 anàlisis, algunes de les quals les hem representat a la figura nº 7.2.8-1. Aquesta figura permet observar que llevat d'una mostra (la del 16 de Novembre 1978) la composició no experimenta variacions sensibles i es pot considerar força constant ( a més aquesta mostra no pertany a la mateixa campanya d'anàlisi que les altres i el laboratori d'anàlisi no és el mateix). Si es té en compte que aquest pou es troba enmig d'una zona industrial, i que treu un cabal important per a abastament de diverses empreses ( existeix doncs, una certa renovació de l'aigua) podria admetre's a més, que no es produeixen variacions estacionals, excepte el Nitrats segurament derivats d'activitats agrícoles.

#### Al.luvial del Besòs

L'al.luvial del Besòs colga un parell de solcs desplaçant-se quasi paral.lelament i que constitueixen a alguns llocs, aqüífers independents. Per aquest motiu hem considerat que existia la possibilitat de tenir composicions també diferents. Hem tractat per separat les anàlisis del marge dret i esquerre del riu. A més, dins el marge esquerre hem destriat les mostres d'aigües amunt de Martorelles, de les d'aigües avall.

Els paràmetres determinats de les anàlisis els resumim a la taula nº 7.2.8.1, i amb ells hem realitzat la construcció de sengles diagrames de Schoeller-Berkaloff i de Piper (figures nº 7.2.8-2 a 7.2.8-6). La classi -

ficació en funció dels ions dominants (CUSTODIO i LLAMAS 1976):

. marge dret :

Bicarbonatades-clorurades càlciques  
Bicarbonatades càlciques

. marge esquerre abans de Martorelles :

Bicarbonatades-clorurades càlciques  
Bicarbonatades-sulfatades càlciques

. marge esquerre després de Martorelles :

Bicarbonatades càlciques  
Bicarbonatades-sulfatades càlciques

Malgrat l'aparent uniformitat, cal dir que els valors de la conductivitat són diferents. Mentre que les del marge dret oscil·la entre 1450 i 1750  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Al marge esquerre van de 1100 a 1200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  sota Martorelles i de 1200 a 1300 aigües amunt.

Dos aspectes sobresurten, d'una banda l'extremada duresa de les aigües, amb valors en general per damunt dels 500 ppm de  $\text{CaCO}_3$ , i els forts continguts en Nitrats, sobretot al marge dret on s'han trobat uns mínims de 50 ppm i un màxim de 175 ppm.

El contingut en Bicarbonats en calci i magnesi són força constants, es tracta segurament doncs, d'elements que ja estaven de forma natural dins l'aigua. Els clorurs i sodi oscil·len dintre d'uns límits amples sobretot al marge dret. Es conegut que les aigües residuals urbanes transporten un alt contingut en NaCl. Aquestes variacions de la composició pertent, podrien ser fruit de l'activitat urbanística i industrial.

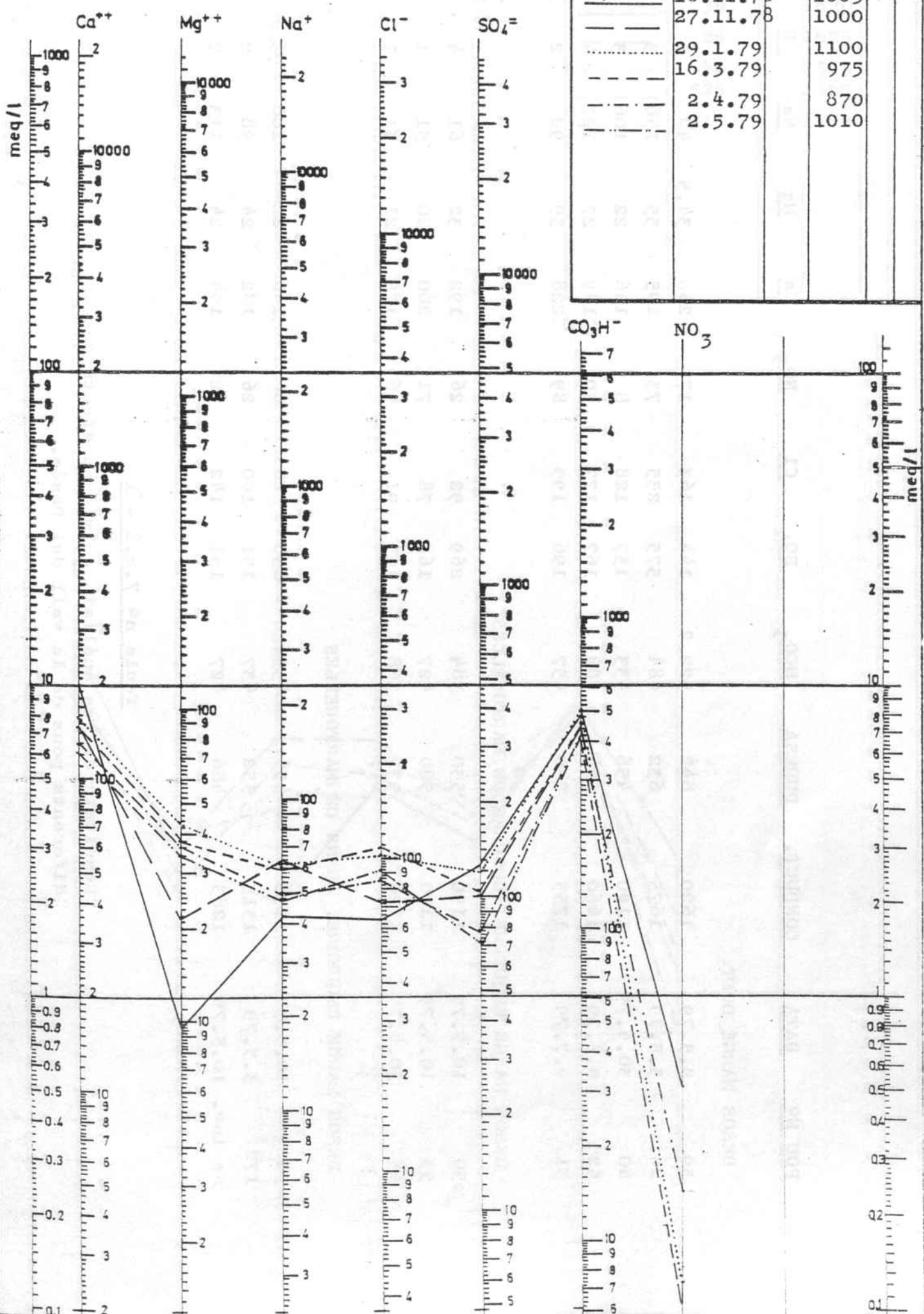
#### Al·luvial Tenes

Els resultats de les anàlisis es resumeixen a les taules nº 7.2.3-2 a 7.2.3-4, i algunes s'han expressat als corresponents diagrames de Schoeller-Berkaloff i de Piper (figures nº 7.2.3-7

Observacions: Figura nº 7.2.8 -1

Lloc pou nº 297 Data

| Descripció | data<br>Toponímia | R <sub>s</sub><br>ppm | C<br>µS/cm | Dt | pH |
|------------|-------------------|-----------------------|------------|----|----|
| ————       | 16.11.78          |                       | 1003       |    |    |
| -----      | 27.11.78          |                       | 1000       |    |    |
| .....      | 29.1.79           |                       | 1100       |    |    |
| -----      | 16.3.79           |                       | 975        |    |    |
| -----      | 2.4.79            |                       | 870        |    |    |
| -----      | 2.5.79            |                       | 1010       |    |    |



| <u>POU N<sup>o</sup></u>                     | <u>DATA</u> | <u>CONDUCT.</u> | <u>DURESA</u> | <u>HCO<sub>3</sub></u> | <u>SO<sub>4</sub></u> | <u>Cl</u> | <u>NO<sub>3</sub></u> | <u>Ca</u> | <u>Mg</u> | <u>Na</u> | <u>K</u> |
|--|-------------|-----------------|---------------|------------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| BESOS MARGE DRET                             |             |                 |               |                        |                       |           |                       |           |           |           |          |
| 39   | 9.5.79      | 1620            | 842           | 522.2                  | 144                   | 163       | 175                   | 280       | 34.5      | 47        | 3        |
| 26   | 3.5.79      | 1675            | 632           | 484                    | 575                   | 235       | 73                    | 195       | 35        | 156       | 3        |
| 40   | 30.4.79     | 1190            | 456           | 433                    | 137                   | 128       | 8                     | 146       | 22        | 106       | 3        |
| 525  | 9.5.79      | 1460            | 584           | 488                    | 167                   | 177       | 50                    | 189       | 27        | 127       | 4        |
| 31   | 9.7.79      | 1755            | 730           | 457                    | 196                   | 199       | 89                    | 228       | 39        | 92        | 2        |
| BESOS MARGE ESQUERRE. DESPRES DE MARTORELLES |             |                 |               |                        |                       |           |                       |           |           |           |          |
| 50   | 10.5.79     | 1190            | 530           | 384                    | 269                   | 92        | 26                    | 192       | 32        | 61        | 4        |
| 53   | 10.5.79     | 1100            | 580           | 427                    | 168                   | 78        | 71                    | 200       | 20        | 51        | 1        |
| 45   | 30.4.79     | 1120            | 532           | 368                    | 165                   | 91        | 56                    | 179       | 21        | 51        | 1        |
| BESOS MARGE ESQUERRE. ABANS DE MARTORELLES   |             |                 |               |                        |                       |           |                       |           |           |           |          |
| 54   | 10.5.79     | 1190            | 456           | 433                    | 138                   | 128       | 8                     | 146       | 22        | 106       | 3        |
| 172  | 3.5.79      | 1315            | 552           | 437                    | 151                   | 160       | 26                    | 182       | 24        | 98        | 2        |
| no inv.                                      | 10.5.79     | 1285            | 486           | 427                    | 151                   | 142       | 32                    | 154       | 24        | 113       | 2        |
| resultats en ppm                             |             |                 |               |                        |                       |           |                       |           |           |           |          |

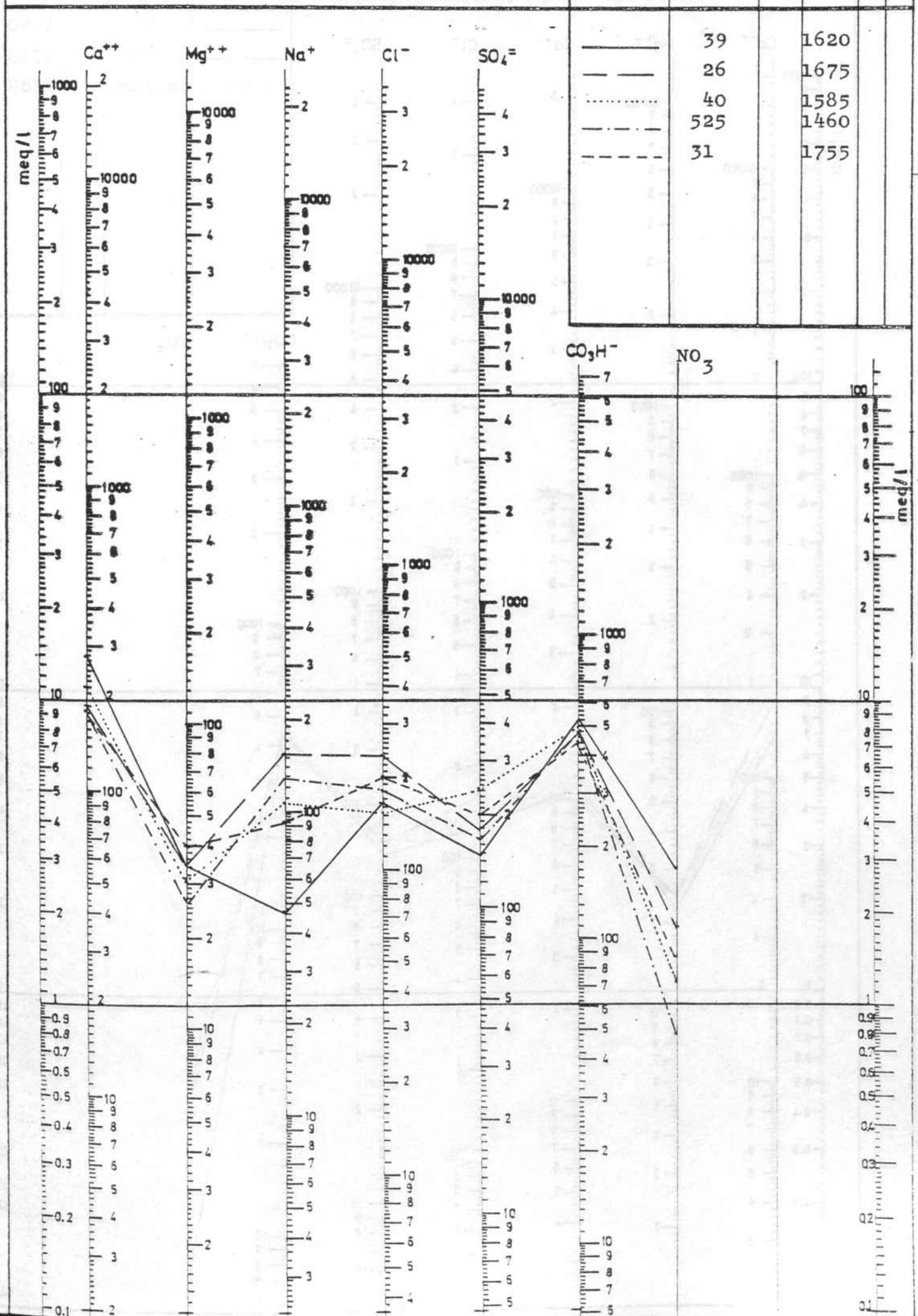
Taula n<sup>o</sup> 7.2.8 - 1

Resultats de les anàlisis químiques efectuades a  
diferents pous de la vall del Besòs.

Observacions: Figura nº 7.2.8-2

Lloc al.luvial Besòs Data marge dret

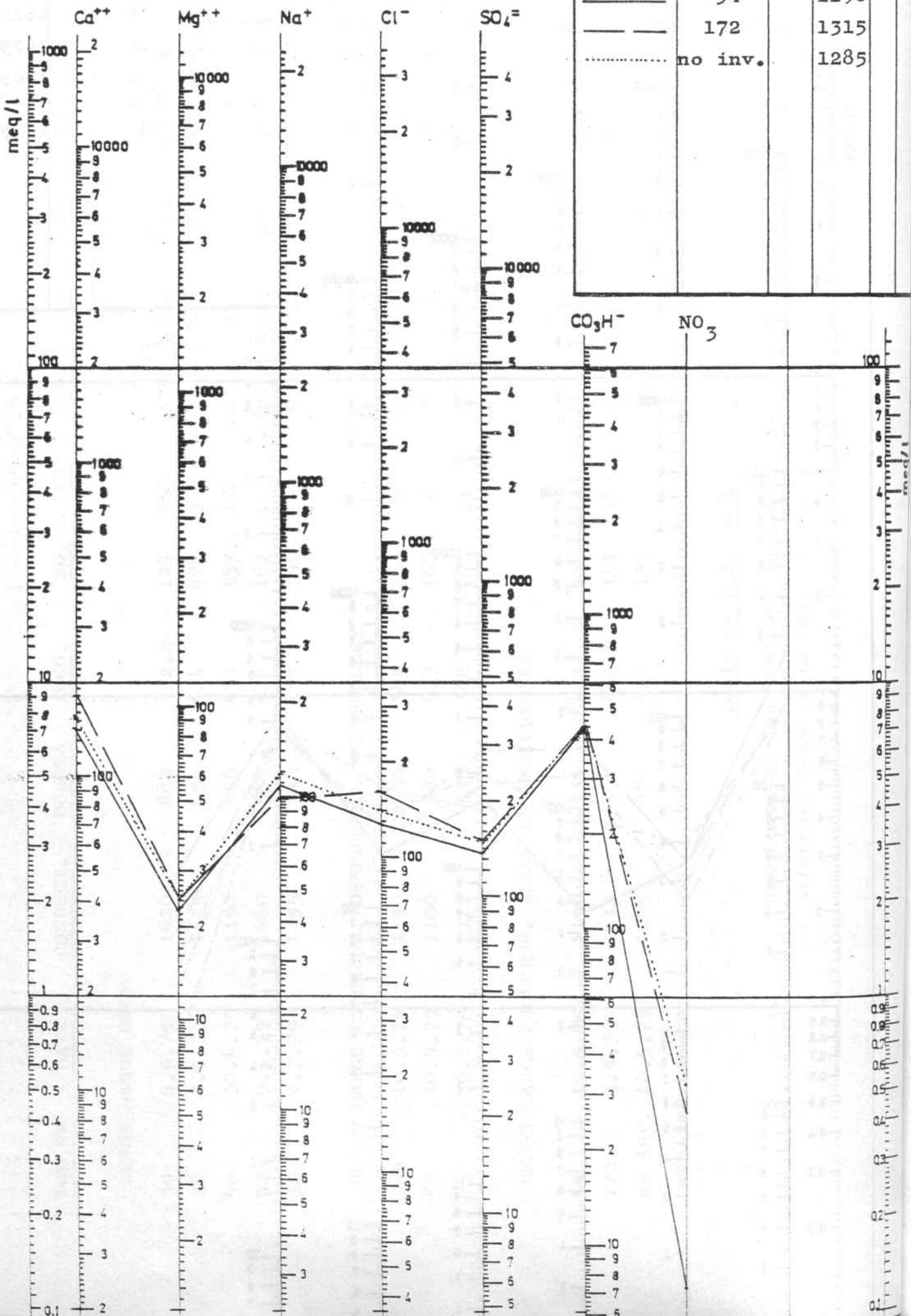
| Descripció | Toponímia | R <sub>s</sub><br>ppm | C<br>µS/cm | Dt | pH |
|------------|-----------|-----------------------|------------|----|----|
| —————      | 39        |                       | 1620       |    |    |
| —————      | 26        |                       | 1675       |    |    |
| .....      | 40        |                       | 1585       |    |    |
| -----      | 525       |                       | 1460       |    |    |
| -----      | 31        |                       | 1755       |    |    |



Observacions: Figura nº 7.2.8-3

Lloc Besòs (m.e.) Data abans Martorelles

| Descripció | Toponímia | R <sub>s</sub><br>ppm | C<br>µS/cm | Dt<br>pH |
|------------|-----------|-----------------------|------------|----------|
| ————       | 54        |                       | 1190       |          |
| -----      | 172       |                       | 1315       |          |
| .....      | no inv.   |                       | 1285       |          |



Observacions: Figura nº 7.2.8-4

Lloc Besòs (m.e.) Data després Martorelles

| Descripció | Toponímia | R <sub>s</sub><br>ppm | C<br>µS/cm | Dt | pH |
|------------|-----------|-----------------------|------------|----|----|
| —          | 50        |                       | 1190       |    |    |
| —          | 53        |                       | 1100       |    |    |
| ⋯          | 45        |                       | 1120       |    |    |

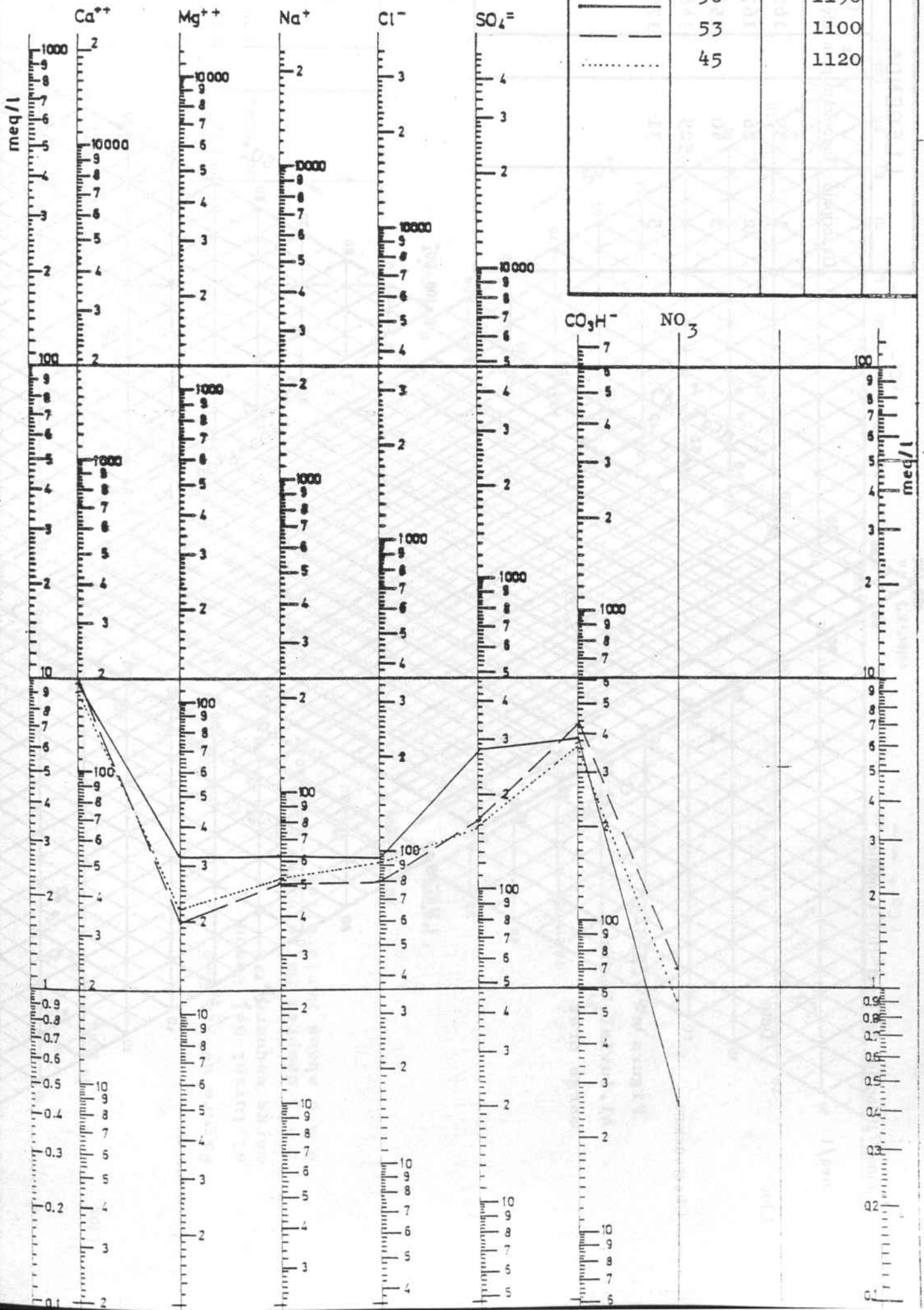


Diagrama triangular de Piper-Hill-Langelier

$r = \text{meq/l}$

Lloc

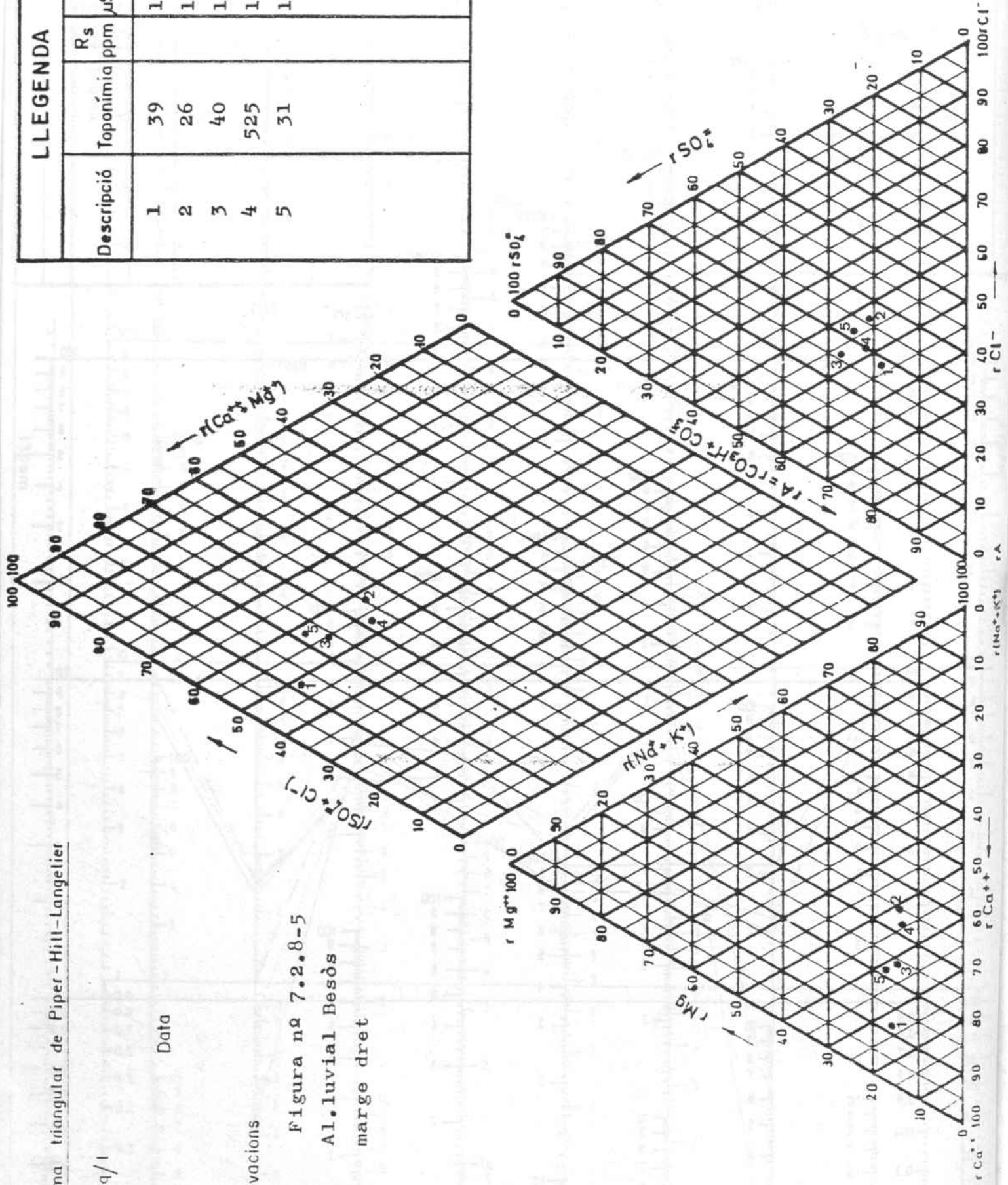
Data

Observacions

Figura nº 7.2.8-5

Al.luvial Besòs  
marge dret

| LLEGENDA   |               |       |      |       |
|------------|---------------|-------|------|-------|
| Descripció | Toponímia ppm | $R_s$ | C    | Dt pH |
| 1          | 39            |       | 1620 |       |
| 2          | 26            |       | 1675 |       |
| 3          | 40            |       | 1585 |       |
| 4          | 525           |       | 1460 |       |
| 5          | 31            |       | 1755 |       |



r = meq/l

Lloc Data

Observacions

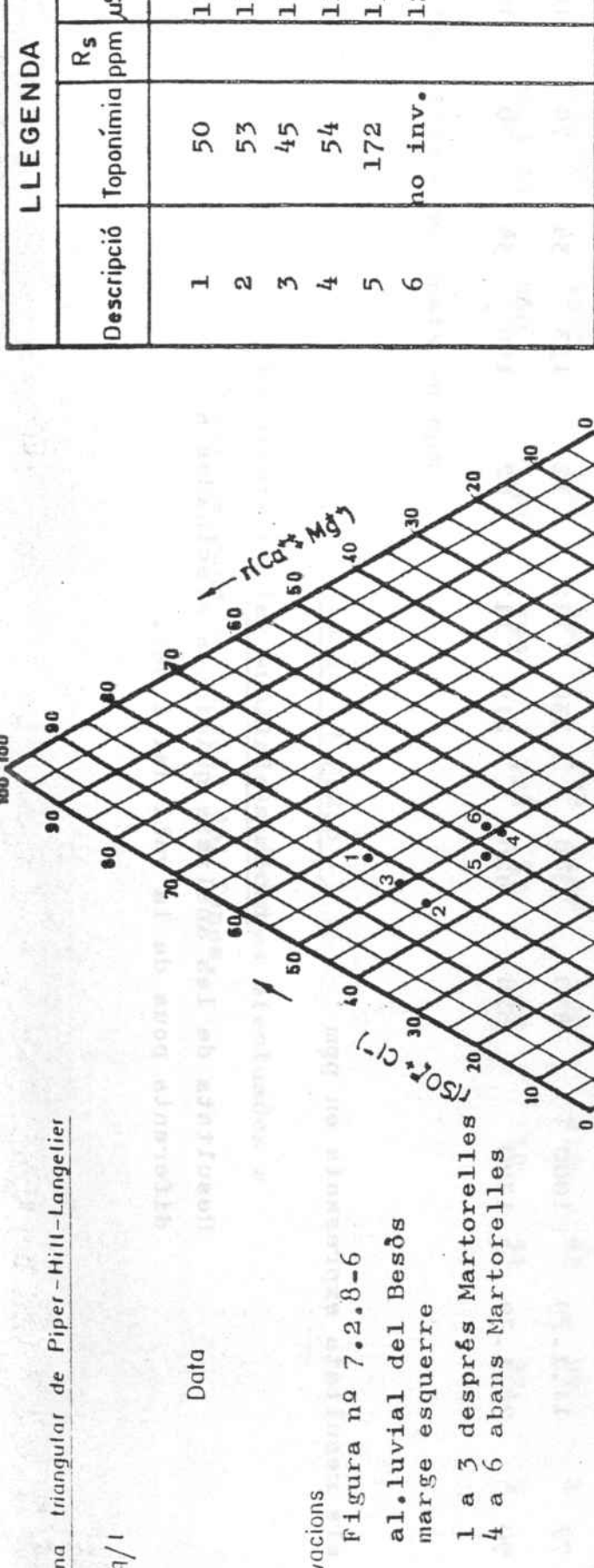
Figura nº 7.2.8-6

al.luvial del Besòs

marge esquerre

1 a 3 després Martorelles

4 a 6 abans Martorelles



| LLEGENDA   |           |                |      |    |    |
|------------|-----------|----------------|------|----|----|
| Descripció | Toponímia | R <sub>s</sub> | C    | Dt | pH |
| 1          | 50        |                | 1190 |    |    |
| 2          | 53        |                | 1100 |    |    |
| 3          | 45        |                | 1120 |    |    |
| 4          | 54        |                | 1190 |    |    |
| 5          | 172       |                | 1315 |    |    |
| 6          | no inv.   |                | 1285 |    |    |

| <u>POU NO</u> | <u>DATA</u> | <u>CONDUCT.</u> | <u>DURESA</u> | <u>HCO<sub>3</sub></u> | <u>SO<sub>4</sub></u> | <u>Cl</u> | <u>NO<sub>3</sub></u> | <u>Ca</u> | <u>Mg</u> | <u>Na</u> | <u>K</u> |
|---------------|-------------|-----------------|---------------|------------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 78            | 12.5.80     | 1111            | 554           | 443                    | 127                   | 120       | 33                    | 162       | 36        | 67        | 3        |
| 281           | 16.11.78    | 613             | 274           | 199                    | 104                   | 54        | 21                    | 75        | 21        | 41        | 6        |
| 267           | 16.11.78    | 775             | 408           | 337                    | 90                    | 78        | 9                     | 117       | 28        | 37        | 6        |
| 259           | 13.12.78    | 1095            | 584           | 453                    | 125                   | 106       | 18                    | 221       | 8         | 38        | 5        |
| 272           | 13.12.78    | 1003            | 528           | 476                    | 119                   | 85        | 25                    | 191       | 12        | 58        | 8        |
| 272           | 21.2.79     | 1110            | 586           | 495                    | 132                   | 98        | 41                    | 189       | 28        | 59        | 6        |
| 276           | 14.12.78    | 1185            | 544           | 463                    | 117                   | 139       | 21                    | 174       | 13        | 58        | 8        |
| 264           | 28.12.78    | 815             | 352           | 278                    | 102                   | 92        | 17                    | 91        | 30        | 60        | 8        |
| 77            | 11.1.79     | 1000            | 470           | 388                    | 136                   | 112       | 12                    | 133       | 34        | 70        | 10       |
| 90            | 24.1.79     | 1320            | 628           | 426                    | 219                   | 113       | 62                    | 196       | 34        | 70        | 10       |

els resultats expressats en ppm

taula nº 7.2.8 - 2

Resultats de les anàlisis químiques efectuades a  
diferents pous de la vall del Tenes.

| <u>POU</u> N <sup>o</sup> | <u>DATA</u> | <u>CONDUCT.</u> | <u>DURESA</u> | <u>CO<sub>2</sub>H</u> | <u>SO<sub>4</sub></u> | <u>Cl</u> | <u>NO<sub>3</sub></u> | <u>Ca</u> | <u>Mg</u> | <u>Na</u> | <u>K</u> |
|---------------------------|-------------|-----------------|---------------|------------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 528                       | 21.8.70     | 989             | 376           | 350                    | 125                   | 99        | 5                     | 90        | 37        | 82        | 5        |
| 528                       | 22.8.70     | 1012            | 432           | 430                    | 123                   | 92        | 6                     | 112       | 37        | 80        | 4        |
| 93                        | 18.5.79     | 1370            | 540           | 445                    | 137                   | 194       | 22                    | 162       | 33        | 116       | 5        |
| 262                       | 18.5.79     | 1105            | 568           | 468                    | 118                   | 98        | 37                    | 180       | 29        | 48        | 2        |
| 290                       | 21.5.79     | 1305            | 646           | 583                    | 137                   | 116       | 28                    | 186       | 42        | 77        | 1        |
| 299 <sup>f</sup>          | 21.5.79     | 1260            | 632           | 468                    | 161                   | 102       | 70                    | 204       | 30        | 54        | 3        |
| 92                        | 21.5.79     | 1485            | 604           | 466                    | 102                   | 254       | 2                     | 169       | 44        | 109       | 10       |
| 527                       | 9.5.79      | 1350            | 610           | 479                    | 131                   | 167       | 27                    | 204       | 24        | 82        | 2        |
| 99                        | 3.5.79      | 1585            | 708           | 490                    | 178                   | 187       | 92                    | 212       | 43        | 99        | 2        |
| 76                        | 24.9.70     | 860             | 490           | 399                    | 128                   | 49        | 19                    | 112       | 51        | 32        | 3        |

els resultats expressats en ppm

taula n<sup>o</sup> 7.2.8 -3

Resultats de les anàlisis químiques efectuades a  
diferents pous de la vall del Tenes.

| <u>POU N<sup>o</sup></u> | <u>DATA</u> | <u>CONDUCT.</u> | <u>DURESA</u> | <u>CO<sub>2</sub>H</u> | <u>SO<sub>4</sub></u> | <u>Cl</u> | <u>NO<sub>3</sub></u> | <u>Ca</u> | <u>Mg</u> | <u>Na</u> | <u>K</u> |
|--------------------------|-------------|-----------------|---------------|------------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 297                      | 16.11.78    | 1003            | 546           | 475                    | 127                   | 64        | 30                    | 203       | 9         | 42        | 6        |
| 297                      | 27.11.78    | 1000            | 497           | 488                    | 100                   | 71        | 1                     | 148       | 22        | 64        | 4        |
| 297                      | 29.1.79     | 1100            | 580           | 512                    | 119                   | 102       | 7                     | 159       | 45        | 62        | 4        |
| 297                      | 16.3.79     | 975             | 520           | 466                    | 104                   | 108       | 6                     | 146       | 38        | 61        | 2        |
| 297                      | 2.4.79      | 870             | 468           | 429                    | 77                    | 85        | 14                    | 126       | 37        | 48        | 2        |
| 297                      | 2.5.79      | 1010            | 472           | 439                    | 71                    | 91        | 10                    | 133       | 34        | 49        | 3        |
| 297                      | 8.6.79      | 1105            | 534           | 451                    | 92                    | 128       | 13                    | 161       | 32        | 51        | 2        |
| 297                      | 12.7.79     | 1065            | 538           | 463                    | 117                   | 92        | 11                    | 150       | 40        | 50        | 2        |
| 297                      | 30.7.79     | 1270            | 556           | 470                    | 120                   | 106       | 18                    | 164       | 35        | 53        | 2        |
| 297                      | 1.10.79     | 1170            | 584           | 478                    | 105                   | 123       | 23                    | 157       | 47        | 58        | 2        |
| 297                      | 30.10.79    | 1075            | 542           | 482                    | 111                   | 93        | 16                    | 160       | 34        | 49        | 2        |
| 297                      | 3.12.79     | 1130            | 592           | 469                    | 123                   | 99        | 24                    | 166       | 43        | 50        | 2        |
| 297                      | 18.1.80     | 1155            | 592           | 464                    | 118                   | 139       | 22                    | 160       | 47        | 59        | 2        |

els resultats expressats en ppm

taula n<sup>o</sup> 7.2.8 - 4

Resultats de les anàlisis químiques efectuades al  
pou n<sup>o</sup> 297 de la vall del Tenes.

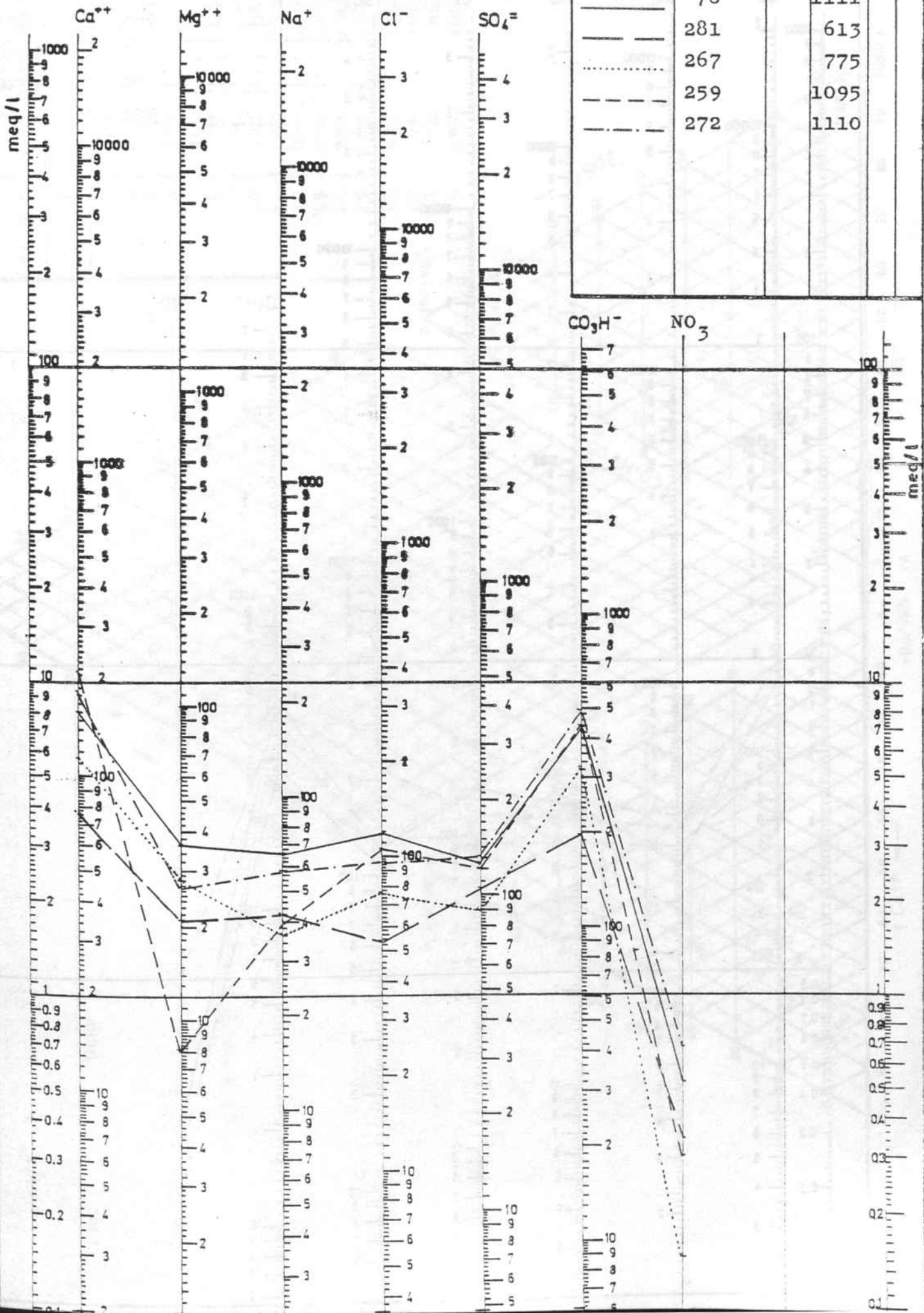
DIAGRAMA LOGARITMIC DE SCHOELLER-BERKALOFF

LLEGENDA

Observacions: Figura nº 7.2.8 -7

Lloc al.luvial Tenes Data

| Descripció | Toponímia | R <sub>S</sub><br>ppm | C<br>µS/cm | Dt | pH |
|------------|-----------|-----------------------|------------|----|----|
| —          | 78        |                       | 1111       |    |    |
| — — —      | 281       |                       | 613        |    |    |
| .....      | 267       |                       | 775        |    |    |
| - - - -    | 259       |                       | 1095       |    |    |
| - - - -    | 272       |                       | 1110       |    |    |



Lloc al·luvial Tenes Data

| Descripció | Toponímia | R <sub>s</sub><br>ppm | C<br>µS/cm | Dt | pH |
|------------|-----------|-----------------------|------------|----|----|
| —          | 276       |                       | 1185       |    |    |
| —          | 264       |                       | 815        |    |    |
| ·····      | 77        |                       | 1000       |    |    |
| - - - -    | 90        |                       | 1320       |    |    |
| - · - ·    | 528       |                       | 989        |    |    |

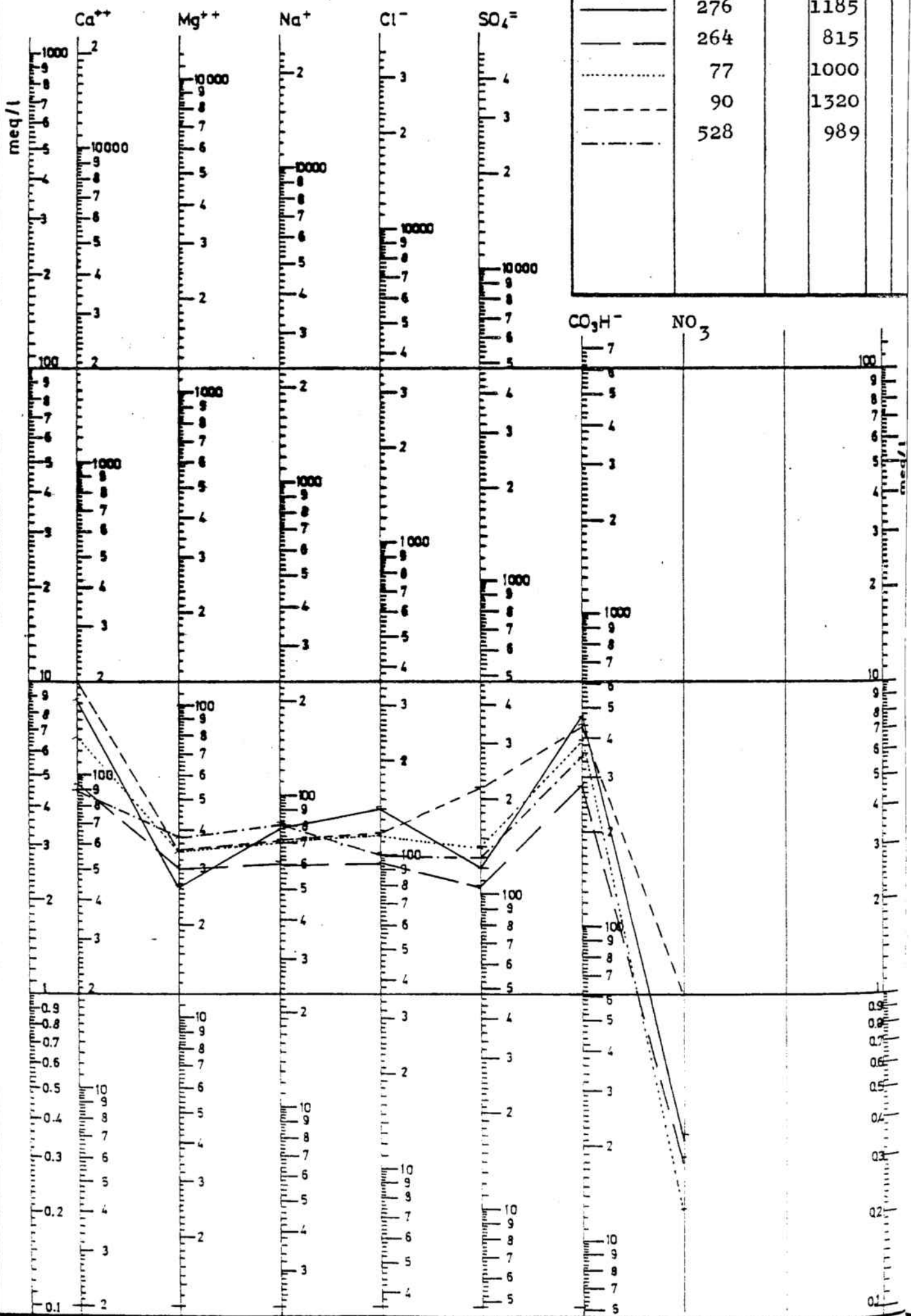
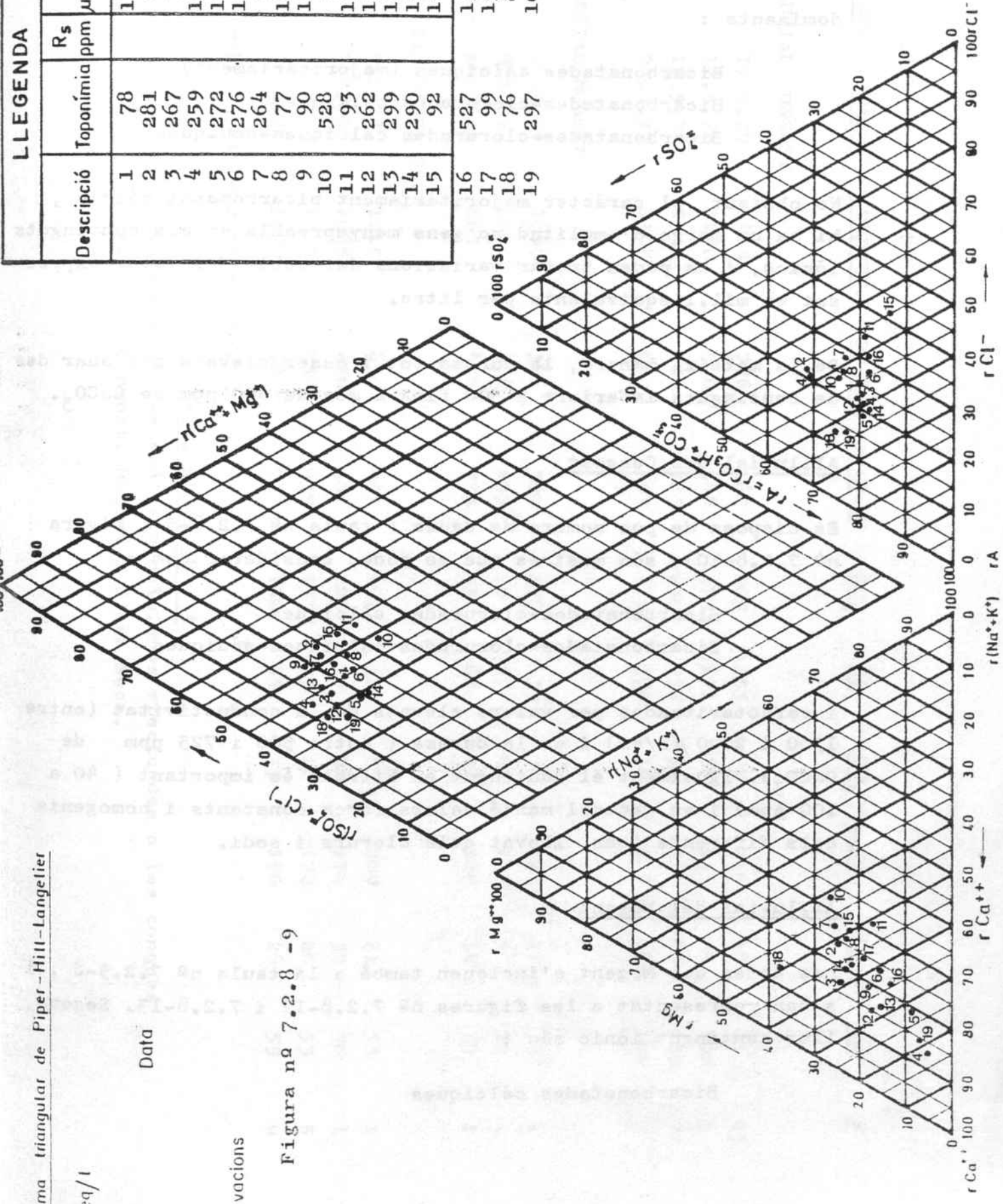


Diagrama triangular de Piper-Hill-Langelier

r = meq/l

Lloc Data Observacions

Figura nº 7.2.8 -9



| LLEGENDA   |           |        |      |       |
|------------|-----------|--------|------|-------|
| Descripció | Toponímia | Rs ppm | C    | Dt pH |
| 1          | 78        |        | 1111 |       |
| 2          | 281       |        | 613  |       |
| 3          | 267       |        | 775  |       |
| 4          | 259       |        | 1095 |       |
| 5          | 272       |        | 1003 |       |
| 6          | 276       |        | 1185 |       |
| 7          | 264       |        | 815  |       |
| 8          | 77        |        | 1000 |       |
| 9          | 90        |        | 1320 |       |
| 10         | 528       |        | 989  |       |
| 11         | 93        |        | 1370 |       |
| 12         | 262       |        | 1105 |       |
| 13         | 299       |        | 1260 |       |
| 14         | 290       |        | 1305 |       |
| 15         | 92        |        | 1485 |       |
| 16         | 527       |        | 1350 |       |
| 17         | 99        |        | 1585 |       |
| 18         | 76        |        | 860  |       |
| 19         | 297       |        | 1003 |       |

i 7.2.8-9. La classificació de les aigües en funció dels ions dominants :

Bicarbonatades càlciques (majoritàriament)  
 Bicarbonatades-clorurades càlciques  
 Bicarbonatades-clorurades càlciques-sòdiques

No obstant el caràcter majoritàriament bicarbonatat càlcic , hi ha un marge d'amplitud no gens menyspreable en els continguts iònics, i es poden trobar variacions del doble del valor expressat en mil.liequivalents per litre.

De la mateixa manera, la duresa tot i ésser elevada pot anar des de continguts inferiors a 300 fins a més de 600 ppm de  $\text{CaCO}_3$ .

#### Al.luvial del Congost

Es disposa de poc nombre de dades ( taula nº 7.2.8-5 i figura nº 7.2.8-10), són mostres que es poden considerar com :

Bicarbonatades-clorurades càlciques  
 Bicarbonatades-clorurades càlciques-sòdiques

i caracteritzades per valors elevats de la conductivitat (entre 1300 i 2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) i de la duresa ( entre 500 i 725 ppm de  $\text{CaCO}_3$ ). Igualment el contingut en Nitrats és important ( 40 a 100 ppm) i en general manté valors força constants i homogenis dels diferents ions, llevat dels clorurs i sodi.

#### Al.luvial del Mogent

Les dades del Mogent s'inclouen també a la taula nº 7.2.5-8 , i s'han representat a les figures nº 7.2.8-12 i 7.2.8-13. Segons llur contingut iònic són :

Bicarbonatades càlciques

| <u>POU N<sup>o</sup></u> | <u>DATA</u> | <u>CONDUCT.</u> | <u>DURESA</u> | <u>CO<sub>2</sub> II</u> | <u>SO<sub>4</sub></u> | <u>Cl</u> | <u>NO<sub>3</sub></u> | <u>Ca</u> | <u>Mg</u> | <u>Na</u> | <u>K</u> |
|--------------------------|-------------|-----------------|---------------|--------------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| AL.LUVIAL CONGOST        |             |                 |               |                          |                       |           |                       |           |           |           |          |
| 113                      | 17.5.79     | 1415            | 726           | 462                      | 205                   | 155       | 72                    | 216       | 45        | 61        | 45       |
| 133                      | 17.5.79     | 1280            | 520           | 346                      | 173                   | 171       | 37                    | 143       | 39        | 100       | 5        |
| 105                      | 16.5.79     | 1990            | 724           | 583                      | 230                   | 255       | 91                    | 211       | 48        | 192       | 7        |
| 135                      | 27.4.77     | 1305            | 640           | 393                      | 179                   | 170       | 108                   | 183       | 44        | 104       | 7        |
| AL.LUVIAL MOGENT         |             |                 |               |                          |                       |           |                       |           |           |           |          |
| 511                      | 16.5.79     | 1040            | 386           | 300                      | 100                   | 130       | 36                    | 127       | 17        | 92        | 1        |
| 476                      | 9.5.79      | 820             | 374           | 293                      | 79                    | 57        | 48                    | 135       | 9         | 32        | 1        |
| no inv.                  | 18.5.79     | 885             | 430           | 333                      | 93                    | 68        | 42                    | 149       | 14        | 35        | 1        |
| AL.LUVIAL RIERA SECA     |             |                 |               |                          |                       |           |                       |           |           |           |          |
| 377                      | 9.5.79      | 1215            | 650           | 451                      | 162                   | 126       | 59                    | 209       | 21        | 53        | 1        |
| 409                      | 3.5.79      | 1085            | 570           | 501                      | 123                   | 79        | 28                    | 174       | 32        | 50        | 1        |
| 372                      | 21.2.79     | 1035            | 536           | 459                      | 138                   | 79        | 28                    | 172       | 26        | 53        | 5        |
| 371                      | 21.2.79     | 1070            | 580           | 517                      | 130                   | 95        | 15                    | 190       | 26        | 59        | 6        |

els resultats expressats en ppm.

taula n<sup>o</sup> 7.2.8 - 5

Resultats de les anàlisis químiques efectuades a les conques  
dels rius Congost, Mogent i Riera Seca.

Lloc

Data

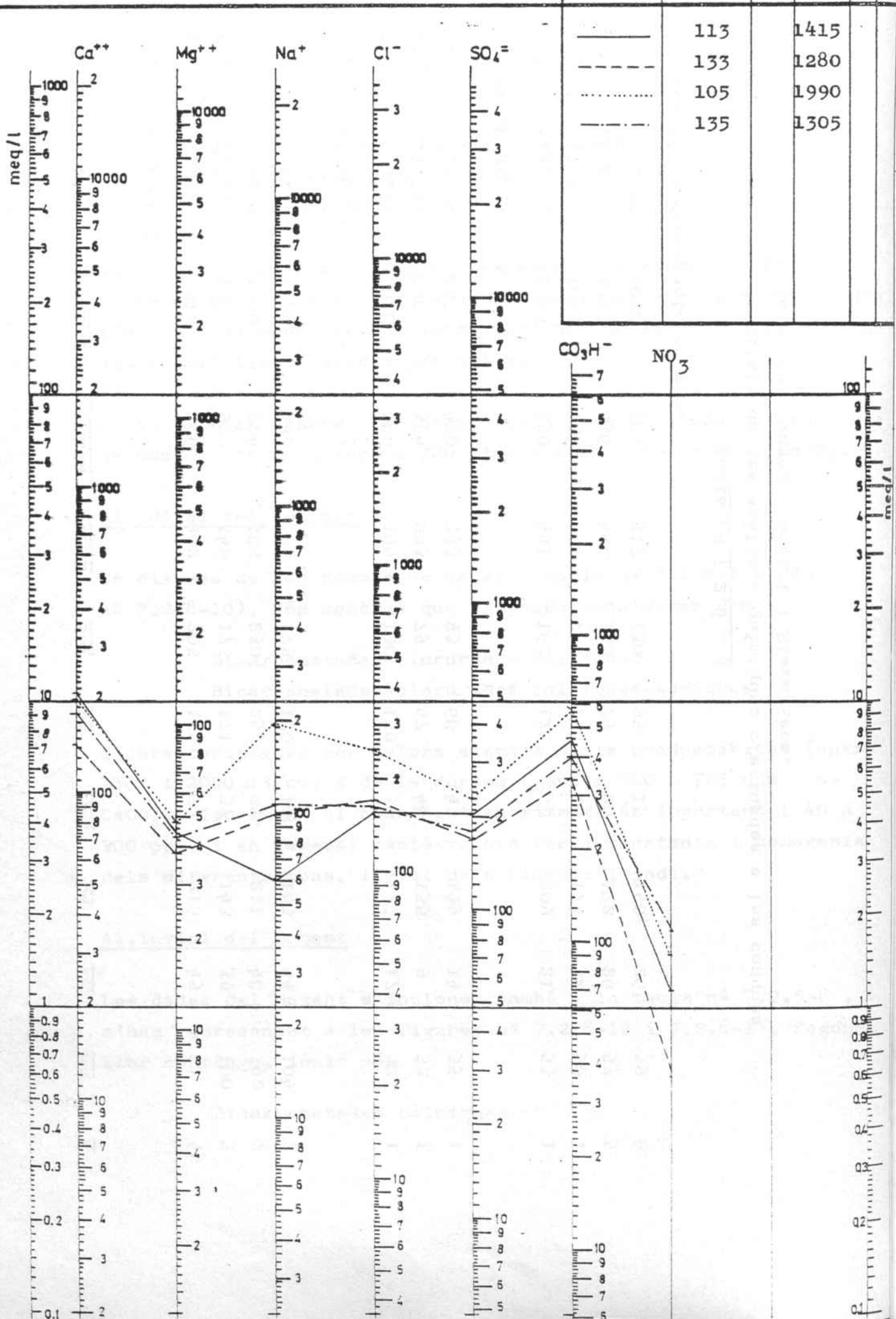
Descripció

Toponímia

R<sub>s</sub>

C

Dt pH



| Descripció | Toponímia | R <sub>s</sub> ppm | C μS/cm | Dt | pH |
|------------|-----------|--------------------|---------|----|----|
| ————       | 113       |                    | 1415    |    |    |
| -----      | 133       |                    | 1280    |    |    |
| .....      | 105       |                    | 1990    |    |    |
| - . - . -  | 135       |                    | 1305    |    |    |

Es caracteritzen per tenir, en comparança amb les aigües que hem trobat fins ara, una conductivitat baixa ( entre 800 i 1000 S/cm) i a l'ensem una duresa més moderada ( entre 370 i 430 ppm de  $\text{CaCO}_3$ ). Cal notat la influència dels camps de regadius, donant un elevat contingut en Nitrats.

### Al.luvial Riera Seca

Presenta unes aigües de qualitat força constant (vegi's taula nº 7.2.8.-5 i figures nº 7.2.8-14 i 7.2.8-15). Pel contingut iònic es tracta de :

#### Bicarbonatades càlciques

La mineralització es troba compresa entre 1000 i 1200 S/cm, amb una duresa elevada (superior a 500 ppm de  $\text{CaCO}_3$ ). La concentració dels ions és molt constant a totes les mostres excepte el contingut en Nitrats que augmenta en direcció aigües avall en atravessar la zona de regadius fins assolir valors pròxims a les 60 ppm de  $\text{NO}_3$ .

### Aqüífers miocens

Si es té en compte la gran superfície d'aflorament d'aquests materials, el nombre de dades disponible és clarament insuficient. Les mostres obtingudes presenten una gran variabilitat en llurs continguts, que es tradueix en conductivitats que oscil·len entre 850 i 1600 S/cm. Les dades de les anàlisis venen indicades a la taula nº 7.2.8-6 i les figures 7.2.8-16 i 7.2.8-17. En conjunt es tracta d'aigües :

Bicarbonatades càlciques

Bicarbonatades-sulfatades càlciques

De tota manera, sembla haver una tendència a trobar molt més mineralitzades les aigües dels pous localitzats a llocs pròxims als fons de les valls ( pous nº 323, 145, 422 i 406) on a més les du-

Diagrama triangular de Piper-Hill-Langelier

r = meq/l

Lloc

Data

Observacions

Figura nº 7.2.8 -11

| LLEGENDA   |               |                      |         |
|------------|---------------|----------------------|---------|
| Descripció | Toponímia ppm | R <sub>s</sub> µS/cm | C Dt pH |
| 1          | 113           | 1415                 |         |
| 2          | 133           | 1280                 |         |
| 3          | 105           | 1990                 |         |
| 4          | 135           | 1305                 |         |

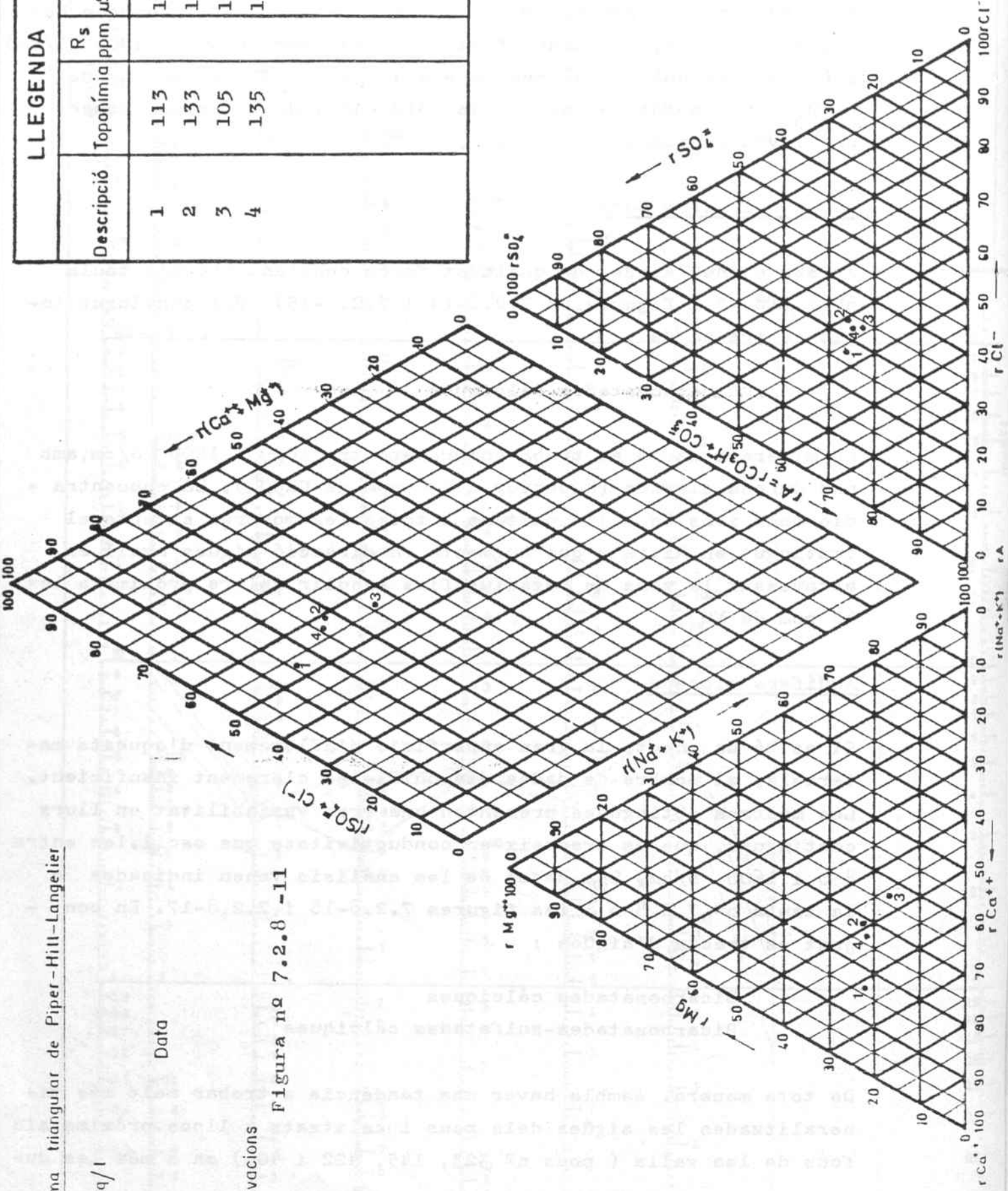


Diagrama triangular de Piper-Hill-Langelier

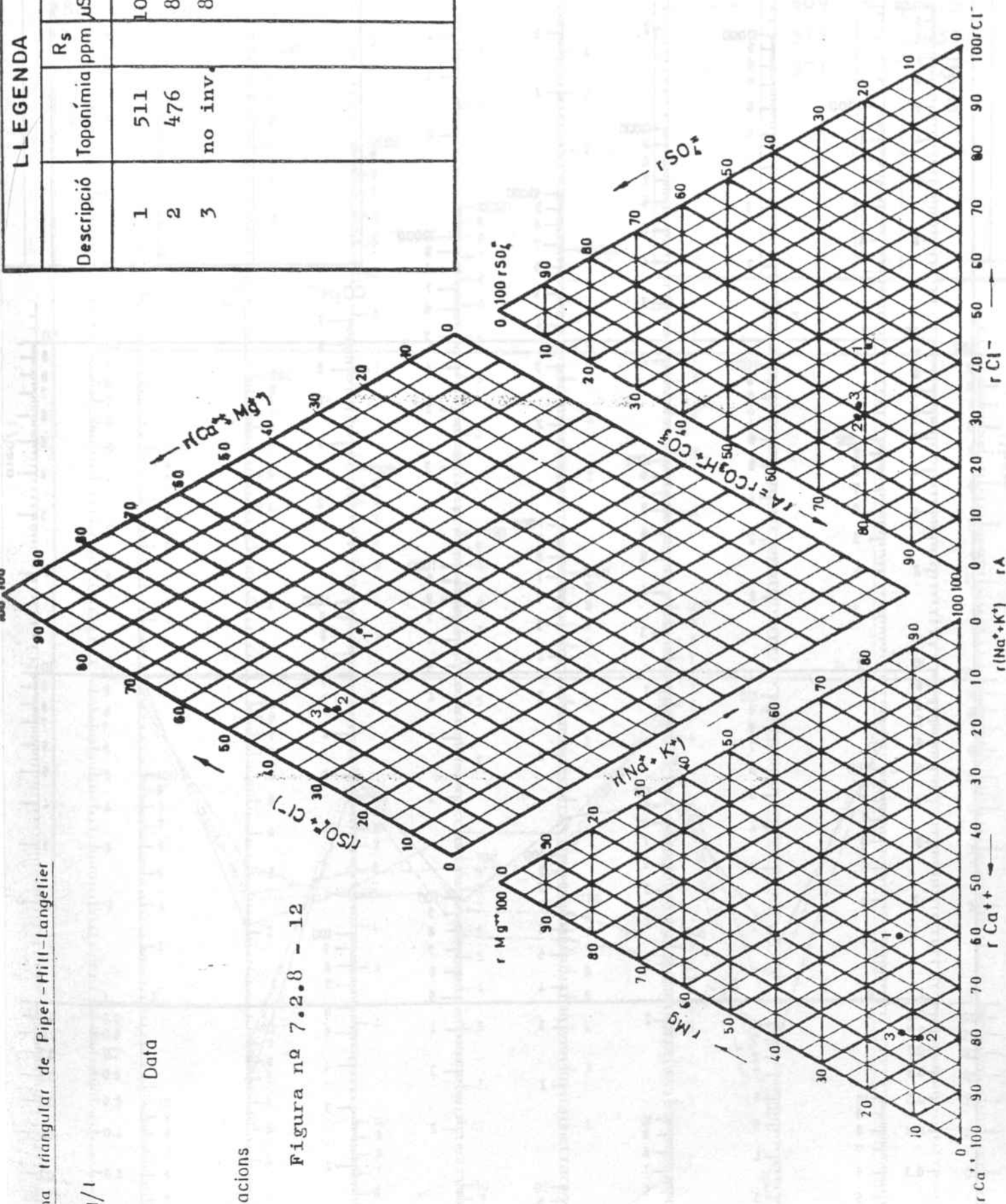
r = meq/l

Lloc Data

Observacions

Figura nº 7.2.8 - 12

| LLEGENDA   |           |                    |         |       |
|------------|-----------|--------------------|---------|-------|
| Descripció | Toponímia | R <sub>s</sub> ppm | C μS/cm | Dt pH |
| 1          | 511       |                    | 1040    |       |
| 2          | 476       |                    | 820     |       |
| 3          | no inv.   |                    | 885     |       |





Lloc

Data

Descripció

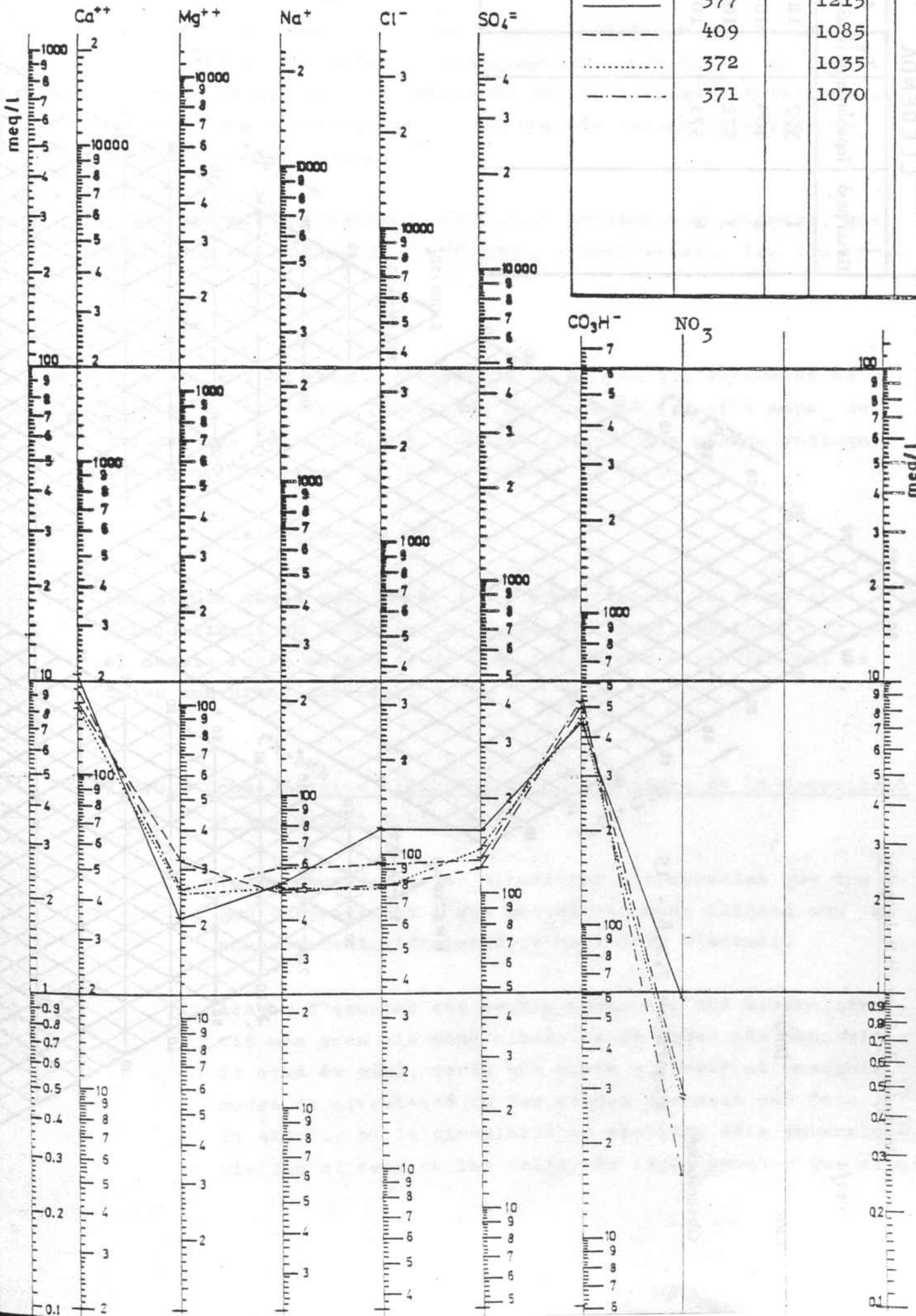
Toponímia

R<sub>s</sub>  
ppm

C  
µS/cm

Dt

pH



|           |     |  |      |  |  |
|-----------|-----|--|------|--|--|
| ————      | 377 |  | 1215 |  |  |
| -----     | 409 |  | 1085 |  |  |
| .....     | 372 |  | 1035 |  |  |
| - . - . - | 371 |  | 1070 |  |  |

Diagrama triangular de Piper-Hill-Langelier

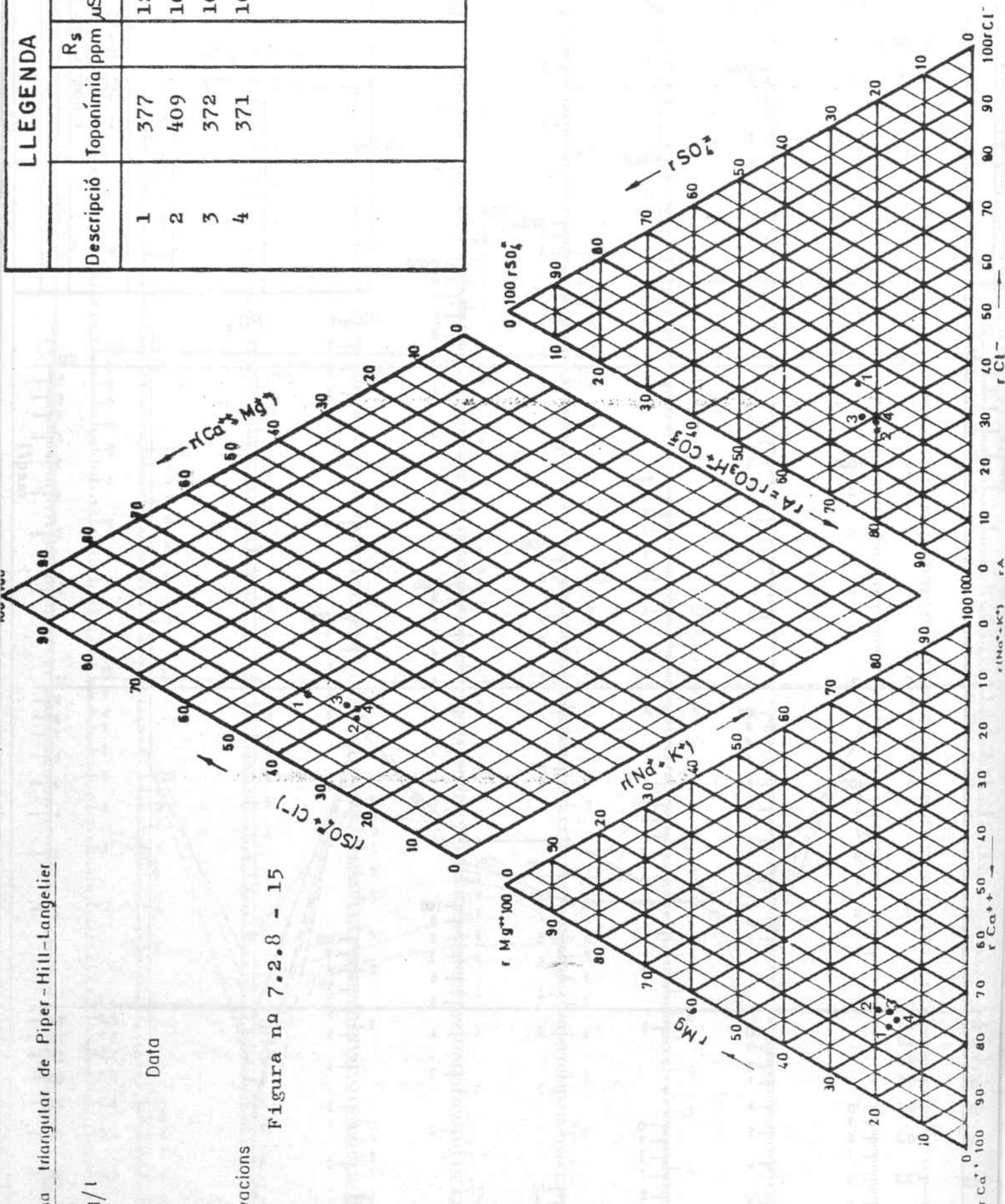
r = meq/l

Lloc Data

Observacions

Figura nº 7.2.8 - 15

| LLEGENDA   |           |                |      |       |
|------------|-----------|----------------|------|-------|
| Descripció | Toponímia | R <sub>s</sub> | C    | Dt pH |
| 1          | 377       |                | 1215 |       |
| 2          | 409       |                | 1085 |       |
| 3          | 372       |                | 1035 |       |
| 4          | 371       |                | 1070 |       |



reses són realment molt altes ( entre 600 i 900 ppm de  $\text{CaCO}_3$ ) i les aigües són en general bicarbonatades-sulfatades. En canvi, els pous localitzats als voltants de les carenes o interfluvis, observen una mineralització i duresa més baixes, tractant-se d'aigües bicarbonatades.

Totes les aigües destaquen per l'alt contingut en Nitrats, que ofereixen uns mínims de 60-70 ppm , podent assolir les 160 ppm.

### Equistos

Es disposa d'un parell d'anàlisis en un pou que atravessa es - quistos i una font sota el pont de Montmeló ( vegi's mapa de situació de la informació hidrogeològica). Les aigües obtingu - des en ambdós casos són ( veure taula nº 7.2.8.-6)

#### Bicarbonatades càlciques

Són aigües també molt dures i que presenten un valor notable del contingut en Nitrats, que no és fàcilment explicable ja que el massís rocós es poblat de bosc (si bé per sobre la font es troba una urbanització ).

### 7.2.8.2 Conseqüències hidrogeològiques deduïdes de la composició de les aigües subterrànies.

Volem aturar-nos per a comentar dos aspectes que tro - bem interessants i que van estretament lligats amb el comportament hidrogeològic de l'àrea d'estudi.

Acabem d'esmetar que sembla deduir-se una mineralitza - ció més gran als pous miocènics de zones més deprimides . Si això és així, seria una prova a afegir al possible model de circulació de les aigües proposat per Toth . En efecte, si la circulació es realitza dels interflu - vis cap al fons de les valls, és lògic suposar que sigui

| <u>POU N<sup>o</sup></u> | <u>DATA</u> | <u>CONDUCT.</u> | <u>DURESA</u> | <u>HCO<sub>3</sub></u> | <u>SO<sub>4</sub></u> | <u>Cl</u> | <u>NO<sub>3</sub></u> | <u>Ca</u> | <u>Mg</u> | <u>Na</u> | <u>K</u> |
|--------------------------|-------------|-----------------|---------------|------------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| AQUIFER MIOCENIC         |             |                 |               |                        |                       |           |                       |           |           |           |          |
| 323                      | 27.4.77     | 1565            | 890           | 549                    | 268                   | 233       | 13                    | 252       | 53        | 120       | 2        |
| 329                      | 27.6.79     | 865             | 476           | 339                    | 88                    | 61        | 75                    | 129       | 37        | 24        | 0.25     |
| 352                      | 21.5.79     | 1080            | 446           | 366                    | 156                   | 77        | 77                    | 130       | 30        | 85        | 1        |
| 145                      | 16.5.79     | 1540            | 754           | 357                    | 338                   | 121       | 102                   | 227       | 46        | 51        | 6        |
| 406                      | 16.7.79     | 1255            | 630           | 372                    | 180                   | 109       | 128                   | 193       | 36        | 54        | 10       |
| 422                      | 16.7.79     | 1605            | 836           | 445                    | 253                   | 146       | 166                   | 250       | 51        | 65        | 1        |
| 432                      | 9.5.79      | 1170            | 618           | 402                    | 179                   | 98        | 76                    | 175       | 44        | 44        | -        |
| 405                      | 3.5.79      | 950             | 528           | 380                    | 116                   | 65        | 73                    | 151       | 36        | 26        | -        |
| 195                      | 17.5.79     | 975             | 534           | 429                    | 95                    | 60        | 58                    | 152       | 37        | 25        | 0.35     |
| ESQUISTOS                |             |                 |               |                        |                       |           |                       |           |           |           |          |
| Font                     | 9.5.79      | 1095            | 504           | 405                    | 97                    | 94        | 40                    | 173       | 17        | 45        | 1.5      |
| 458                      | 10.5.79     | 1190            | 580           | 439                    | 133                   | 149       | 20                    | 161       | 43        | 67        | 1        |

els resultats expressats en ppm

Taula n<sup>o</sup> 7.2.8 - 6

Resultats de les anàlisis químiques efectuades a diferents punts en terrenys miocènics i paleozoics

Observacions:

Figura nº 7.2.8-16

Lloc

Data

| Descripció | Toponímia | R <sub>s</sub><br>ppm | C<br>µS/cm | Dt | pH |
|------------|-----------|-----------------------|------------|----|----|
| —          | 323       |                       | 1565       |    |    |
| —          | 329       |                       | 865        |    |    |
| ⋯          | 352       |                       | 1080       |    |    |
| - - -      | 145       |                       | 1540       |    |    |
| - · - ·    | 406       |                       | 1255       |    |    |
| - - -      | 422       |                       | 1605       |    |    |
| + + + + +  | 432       |                       | 1170       |    |    |

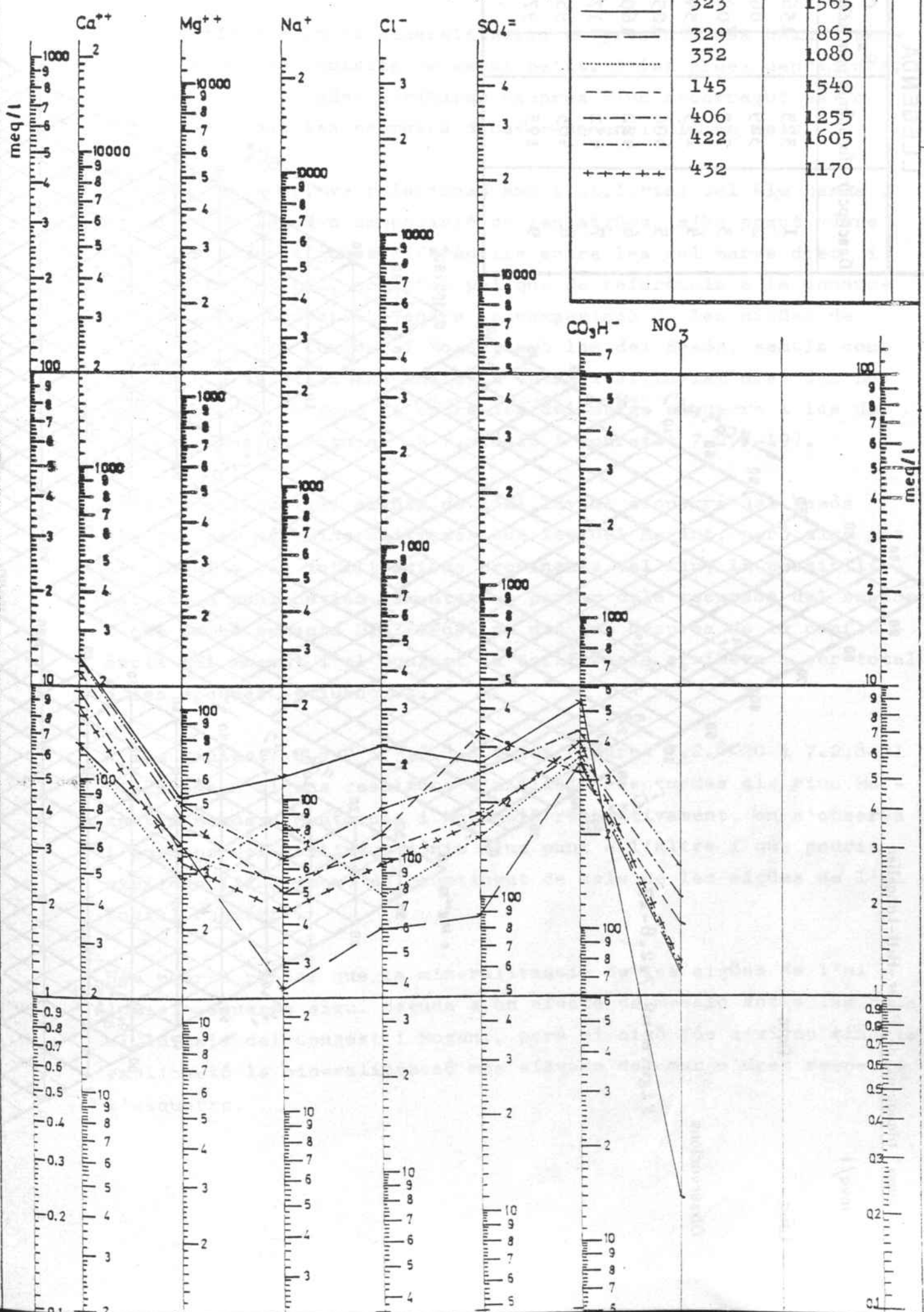


Diagrama triangular de Piper-Hill-Langelier

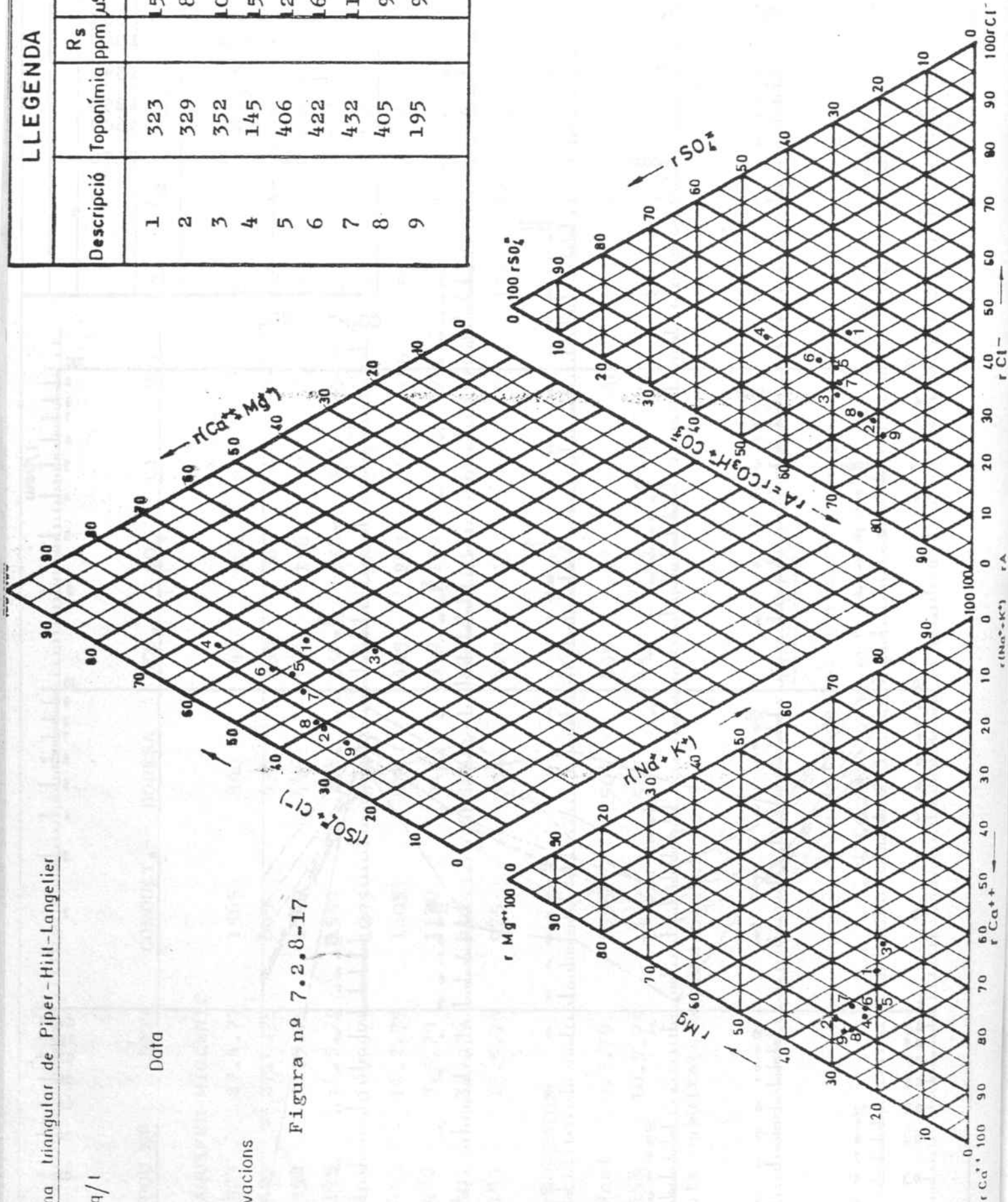
r = meq/l

Lloc Data

Observacions

Figura nº 7.2.8-17

| LLEGENDA   |           |                    |         |       |
|------------|-----------|--------------------|---------|-------|
| Descripció | Toponímia | R <sub>s</sub> ppm | C μS/cm | Dt pH |
| 1          | 323       |                    | 1565    |       |
| 2          | 329       |                    | 865     |       |
| 3          | 352       |                    | 1080    |       |
| 4          | 145       |                    | 1540    |       |
| 5          | 406       |                    | 1255    |       |
| 6          | 422       |                    | 1605    |       |
| 7          | 432       |                    | 1170    |       |
| 8          | 405       |                    | 950     |       |
| 9          | 195       |                    | 975     |       |



als interfluvis on la mineralització es presenti més baixa, perquè el temps de contacte ha estat petit. A les àrees deprimides, les valls, les aigües arribaran després d'un recorregut més o menys llarg que les permetrà d'haver-se enriquit en sals.

Un segon aspecte, va relacionat amb l'al.luvial del Riu Besòs, En comentar la seva composició de les aigües, s'ha pogut veure que existeixen algunes diferències entre les del marge dret i l'esquerre del riu, sobretot pel que fa referència a la conductivitat. Una comparança entre la composició de les aigües de l'al.luvial del Congost i Mogent amb les del Besòs, sembla confirmar que existeix una analogia entre l'al.luvial dret del Besòs i les del Congost, i entre les del marge esquerre i les del Mogent ( vegi's figures nº 7.2.8-18 i sobretot 7.2.8-19).

Bé és cert, que les aigües de l'al.luvial esquerre del Besòs són quelcom més mineralitzades que les del Mogent, però això pot ser degut a les infiltracions provinents del riu, la possibilitat de la qual havíem esmentat en parlar dels recursos del sector i que també esmenta DIAZ(1965) on diu que després de la confluència del Mogent i el Congost la infiltració arribava a ser total a les èpoques estiuenques.

A les taules 7.2.8-7 i 7.2.8-8 i les figures 7.2.8-20 i 7.2.8-21 s'expressen alguns resultats d'anàlisis efectuades als rius Mogent i Besòs a Montornès i Montmeló respectivament, on s'observa l'augment del contingut iònic d'un punt a l'altre i que podria explicar l'increment del contingut de sals de les aigües de l'al.luvial esquerre.

Hom podria raonar que la mineralització de les aigües de l'al.luvial esquerre sigui deguda a un efecte de mescla entre les dels al.luvials del Congost i Mogent, però si això fós així no tindria explicació la mineralització més elevada del marge dret respecte l'esquerre.





Diagrama triangular de Piper-Hill-Langelier

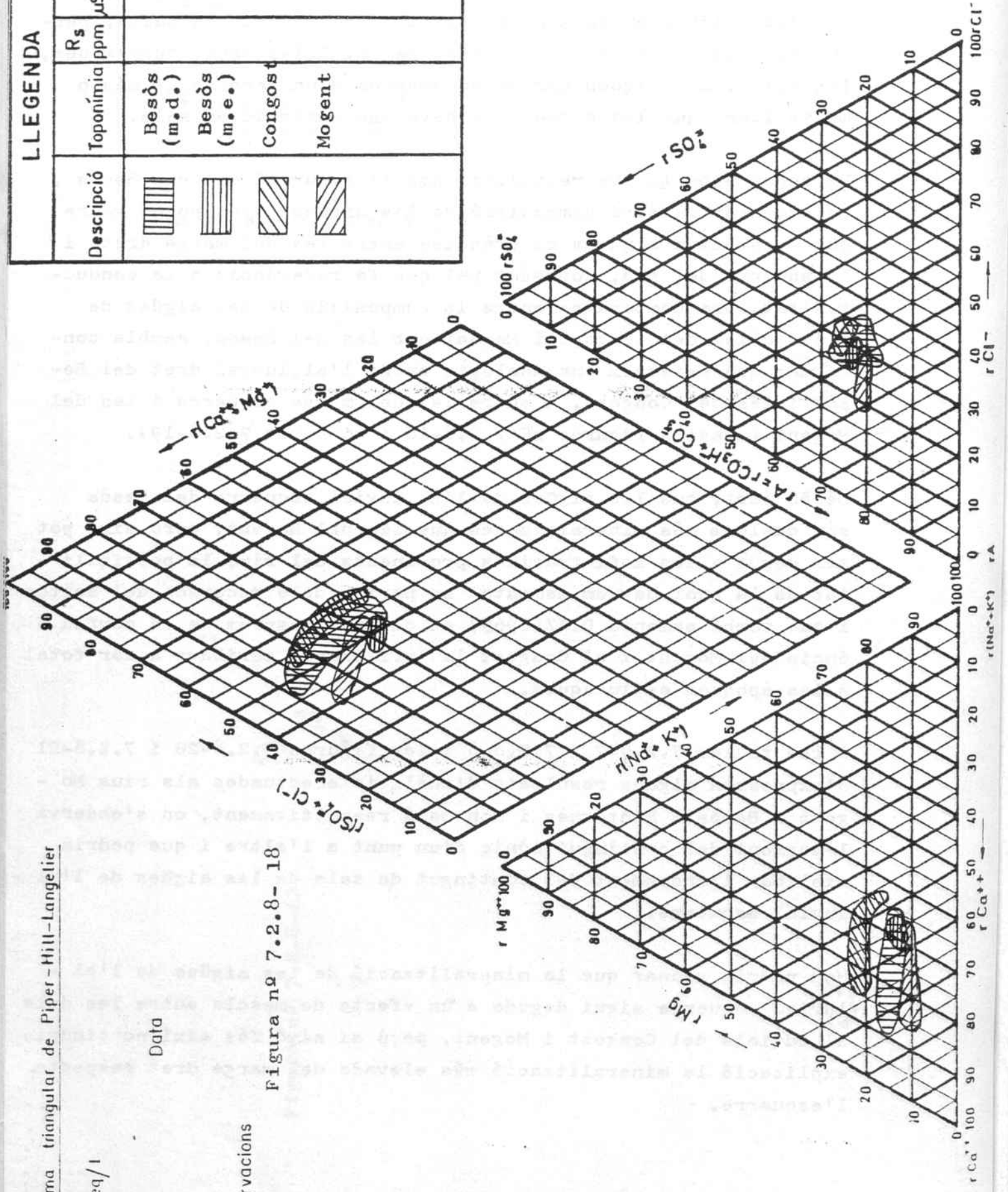
r = meq/l

Lloc \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

Observacions \_\_\_\_\_

Figura nº 7.2.8- 18

| LLEGENDA  |              |                    |   |
|---|--------------|--------------------|---|
| Descripció  | Toponímia    | R <sub>s</sub> ppm | C |
|  | Besòs (m.d.) |                    |   |
|  | Besòs (m.e.) |                    |   |
|  | Congost      |                    |   |
|  | Mogent       |                    |   |



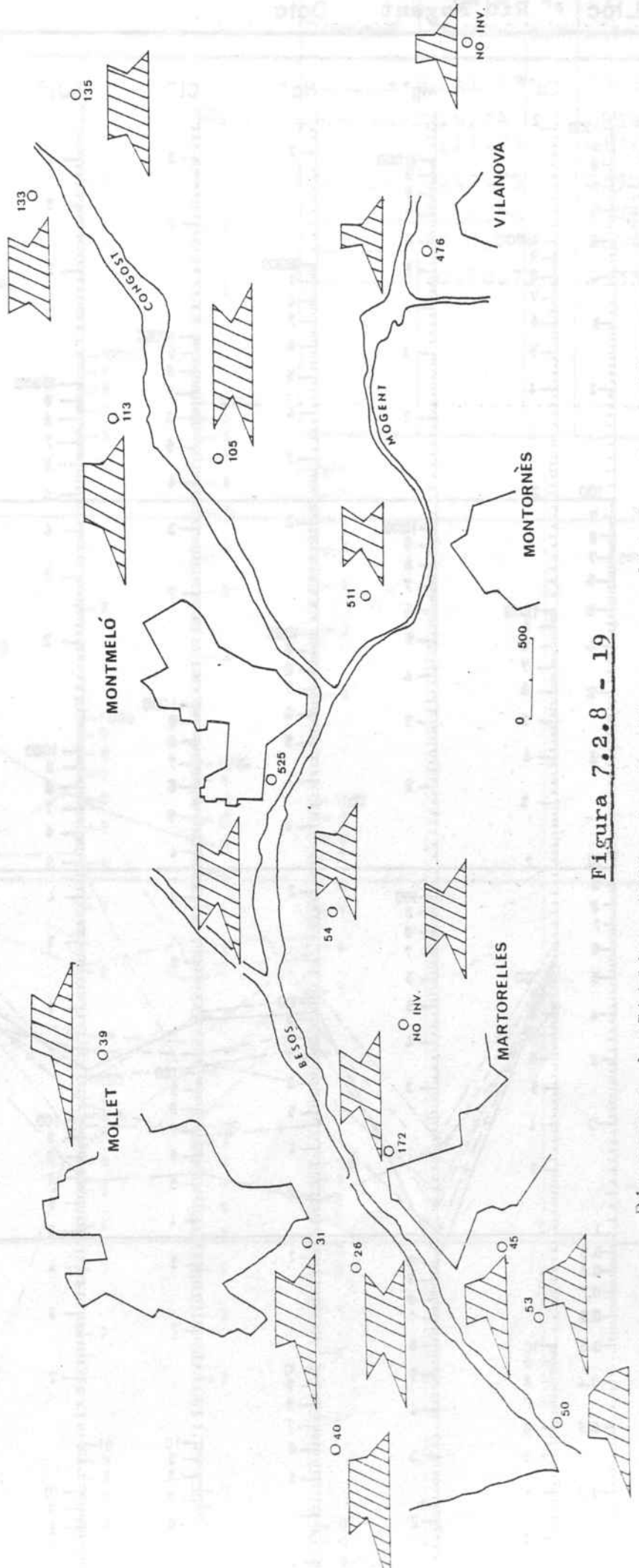


Figura 7.2.8 - 19

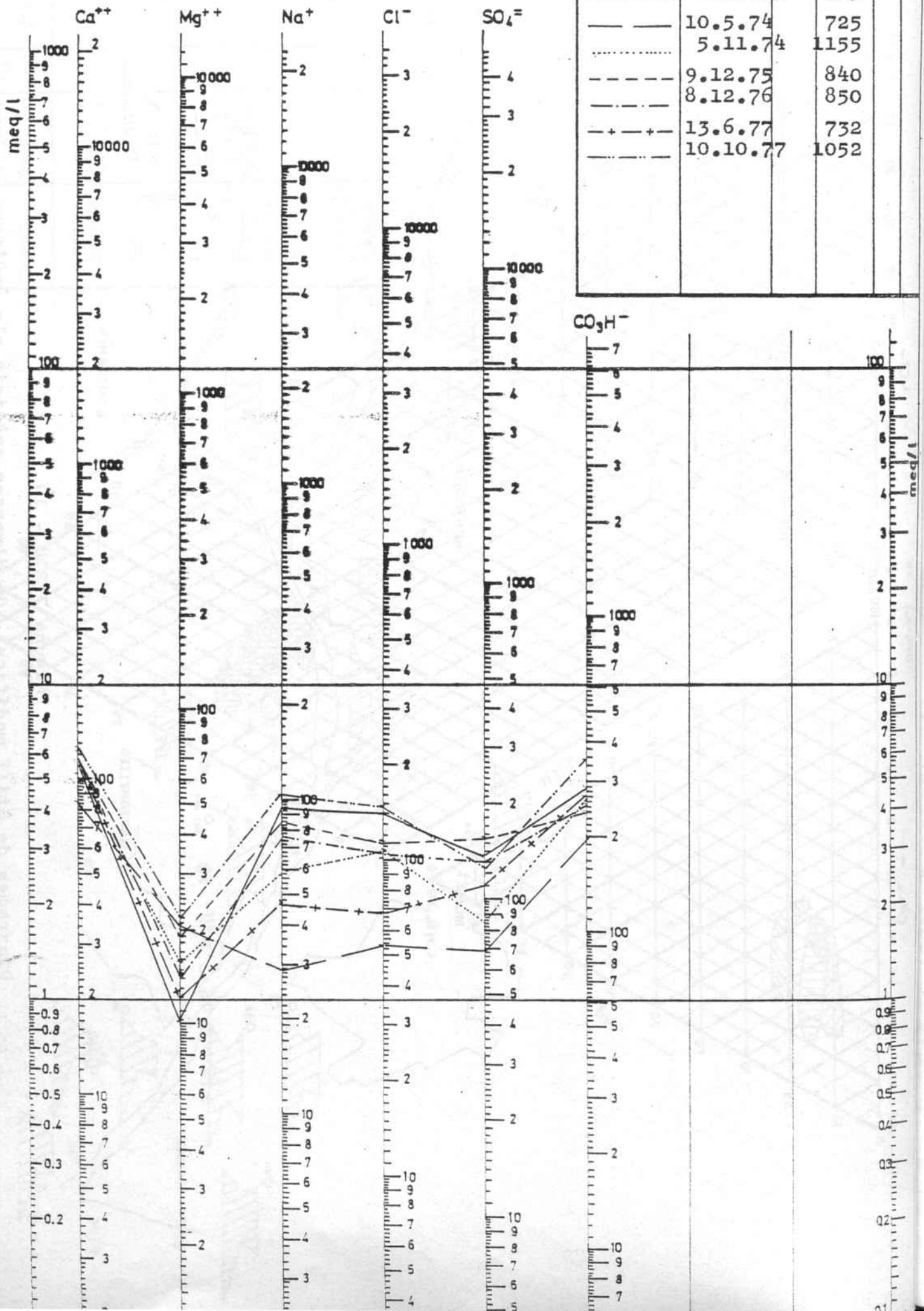
Diagrames de Stiff modificat, de diverses anàlisis als aqüífers al.luvials.

Observacions:

Figura nº 7.2.8-20

Lloc Riu Mogent Data

| Descripció | data Toponímia | R <sub>s</sub> ppm | C μScm | Dt | pH |
|------------|----------------|--------------------|--------|----|----|
| —          | 6.11.73        | 923                |        |    |    |
| —          | 10.5.74        | 725                |        |    |    |
| .....      | 5.11.74        | 1155               |        |    |    |
| - - - -    | 9.12.75        | 840                |        |    |    |
| —          | 8.12.76        | 850                |        |    |    |
| - + - + -  | 13.6.77        | 732                |        |    |    |
| —          | 10.10.77       | 1052               |        |    |    |

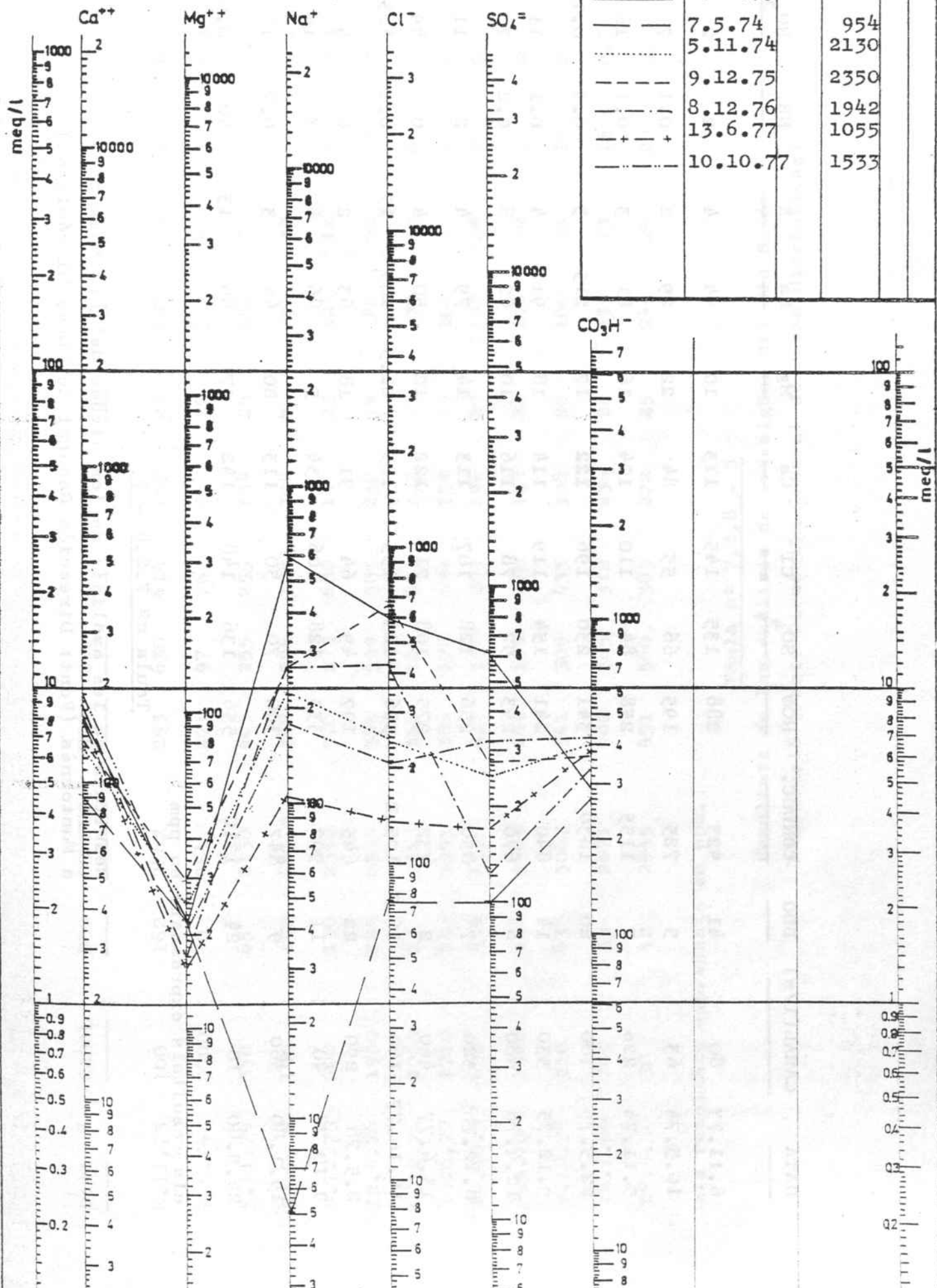


Observacions:

Figura nº 7.2.8- 21

Lloc R.Besòs a Montmeló

| Descripció | data<br>Toponímia | R <sub>s</sub><br>ppm | C<br>µScm | Dt | pH |
|------------|-------------------|-----------------------|-----------|----|----|
| —          | 6.11.73           |                       | 2862      |    |    |
| — —        | 7.5.74            |                       | 954       |    |    |
| .....      | 5.11.74           |                       | 2130      |    |    |
| ---        | 9.12.75           |                       | 2350      |    |    |
| - - - -    | 8.12.76           |                       | 1942      |    |    |
| - + - +    | 13.6.77           |                       | 1055      |    |    |
| ---        | 10.10.77          |                       | 1533      |    |    |



| <u>DATA</u> | <u>CABAL(1/s)</u> | <u>DBO</u> | <u>CONDUCT.</u> | <u>HCO<sub>3</sub></u> | <u>SO<sub>4</sub></u> | <u>Cl</u> | <u>Ca</u> | <u>Mg</u> | <u>Na</u> | <u>K</u> | <u>NH<sub>4</sub></u> | <u>NO<sub>3</sub></u> |
|-------------|-------------------|------------|-----------------|------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------------------|-----------------------|
| 6.11.73     | 80                | 41.        | 923             | 288                    | 135                   | 145       | 113       | 10        | 94        | 4        | 2                     | 2                     |
| 10.5.74     | 63                | 5          | 725             | 195                    | 66                    | 55        | 84        | 22        | 29        | 2        | 0.1                   | 7                     |
| 5.11.74     | 220               | 7          | 1155            | 258                    | 84                    | 110       | 104       | 16        | 61        | 3        | 0.1                   | 18                    |
| 22.5.75     | 100               | 20         | 1830            | 341                    | 230                   | 196       | 122       | 17        | 215       | 3        | 0.3                   | 0.1                   |
| 9.12.75     | 330               | 14         | 840             | 241                    | 154                   | 119       | 114       | 18        | 91        | 4        | 0.1                   | 11                    |
| 12.4.76     | 680               | 6          | 670             | 293                    | 92                    | 78        | 116       | 10        | 62        | 8        | 0.2                   | 7                     |
| 8.12.76     | 320               | 7          | 850             | 256                    | 128                   | 107       | 113       | 14        | 79        | 4        | 2                     | 11                    |
| 13.6.77     | 460               | 2          | 732             | 275                    | 108                   | 71        | 122       | 12        | 50        | 4        | 0                     | 49                    |
| 10.10.77    | 140               | 16.7       | 105.2           | 356                    | 123                   | 153       | 125       | 21.5      | 105       | 15       | 0.1                   | 4.5                   |
| 8.5.78      | 290               | 22         | 645             | 197                    | 49                    | 64        | 91        | 18        | 63        | 2        | 0                     | 4                     |
| 9.10.78     | 40                | 11         | 902             | 333                    | 128                   | 106       | 134       | 5         | 86        | 6        | 3                     | 14                    |
| 14.1.80     | 360               | 9          | 847             | 300                    | 70                    | 50        | 113       | 20        | 44        | 3        | 0.7                   | 17                    |
| 22.9.80     | 10                | 24         | 1310            | 556                    | 136                   | 148       | 142       | 17        | 86        | 13       | 40                    | 0.6                   |

els resultats expressats en ppm

Taula nº 7.2.8 - 7

Resultats de les anàlisis de les aigües del Riu Mogent  
a Montornès (Font: Direcció General de Obres Hidràulicas)

| <u>DATA</u> | <u>CABAL</u> | <u>DBO</u> | <u>CONDUC.</u> | <u>HCO<sub>3</sub></u> | <u>SO<sub>4</sub></u> | <u>Cl</u> | <u>Ca</u> | <u>Mg</u> | <u>Na</u> | <u>K</u> | <u>NH<sub>4</sub></u> | <u>NO<sub>3</sub></u> |
|-------------|--------------|------------|----------------|------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------------------|-----------------------|
| 6.11.73     | 100          | 162        | 2862           | 293                    | 630                   | 614       | 157       | 23        | 606       | 13       | 7                     | 0.2                   |
| 7.5.74      | 2500         | 50         | 954            | 271                    | 97                    | 76        | 91        | 22        | 5         | 4        | 1                     | 0.1                   |
| 5.11.74     | 350          | 65         | 2130           | 405                    | 255                   | 255       | 134       | 26        | 198       | 9        |                       | 0.1                   |
| 22.5.75     | 190          | 152        | 685 ?          | 368                    | 756                   | 1281      | 308       | 2         | 990       | 33       | 2                     | 0.1                   |
| 9.12.75     | 600          | 130        | 2350           | 378                    | 273                   | 680       | 146       | 23        | 224       | 12       | 5                     | 0.1                   |
| 12.4.76     | 1980         | 186        | 2350           | 385                    | 599                   | 305       | 256       | 14        | 380       | 22       | 13                    | 0.1                   |
| 8.12.76     | 1080         | 27         | 1942           | 335                    | 123                   | 432       | 177       | 17        | 270       | 13       | 6                     | -                     |
| 13.6.77     | 1710         | 24         | 1055           | 356                    | 170                   | 134       | 154       | 14        | 102       | 9        | 1                     | -                     |
| 10.10.77    | 600          | 424        | 1533           | 417                    | 334                   | 205       | 196       | 20        | 192       | 25       | 7                     | 0                     |
| 8.5.78      | 1400         | 104        | 1384           | 241                    | 196                   | 170       | 134       | 28        | 156       | 10       | 3                     | 0                     |
| 9.10.78     | 210          | 63         | 3067           | 341                    | 309                   | 433       | 198       | 20        | 180       | 25       | 14                    | 2                     |
| 14.1.80     | 700          | 39         | 2871           | 482                    | 385                   | 312       | 236       | 24        | 239       | 13       | 15                    | 0.3                   |
| 22.9.80     | 30           | 42         | 2445           | 451                    | 560                   | 383       | 272       | 25        | 244       | 20       | 20                    | 0.6                   |

els resultats expressats en ppm.

Taula nº 7.2.8 - 8

Resultats de les anàlisis de les aigües del Riu Besòs  
a Montmeló (Font: Direcció General de Obres Hidràulicas)

Per aquests motius plantejem la possibilitat que els dos paleo - canals que es dibuixen a la sortida de l'estret de Montmeló (vegi's mapa d'isòbates del substrat de la zona al.luvial) si - guin alimentats fonamentalment per l'al.luvial del Congost i les aigües superficials un , i per l'al.luvial del Mogent i les aigües superficials l'altre. La circulació es faria preferent - ment pels paleocanals, si bé no s'exclou àrees de mescla a la resta de l'al.luvial.

Finalment, les diferències que també s'observen de manera mani - festa entre les aigües de l'al.luvial esquerre del Besòs abans i després de Martorelles, permet suposar que es tracta d'aigües qu poden tenir una alimentació distinta. Això confirmaria l'exis - tència d'un llindar subterrani abans d'arribar a la Riera de Mar - torelles que forçaria les aigües que circulaven pel marge esquer - re del Besòs, a tombar cap al centre de la vall per a fusionar-se amb el paleocanal del marge dret, aigües avall de Mollet. Les aigües provinents de la Riera de Martorelles pel contrari, es canalitzarien pel mateix marge esquerre seguint un altre paleo - solc fins a sortir del sector estudiat.

### 7.2.9.- CARACTERÍSTICAS GEOTECNÍQUES

Aquest apartat ha estat elaborat fonamentalment a partir de les dades d'assaigs realitzades per les empreses AUTOPISTAS CONCESIONARIA S.A , CITEC, DAMES and MOORE IBERICA, EDAFOS, GEOS, GEOTECNIA, LOSAN MECANICA DEL SUELO i SONDESA. A les columnes litològiques que venen descrites a l'Anex nº 2 s'indiquen els estrats on s'ha pres mostra per assajar.

Aquesta diversitat de fonts d'informació representa una certa dificultat d'interpretació i avaluació dels resultats, ja que com hem discutit a l'apartat de metodologia de treball no sempre es pot trobar una normalització en la realització dels assaigs. Això ens ha dut a rebutjar algunes dades en les quals hi havia dubtes en la manera de realització de l'assaig o perquè fos impossible deduir algun paràmetre de les característiques mecàniques del sòl a partir del tipus d'informació donada (sobretot determinats assaigs de penetració). De la mateixa manera, altres resultats, han estat agafats amb grans reserves, perquè si bé l'assaig és bastament conegut i existeixen normes molt concretes de realització, aquestes poden no haver-se complert en tots els casos.

Un exemple d'aquest darrer cas el tenim a l'assaig de penetració estàndard o Standart Penetration Test (S.P.T) en el qual abans de comptar el nombre de cops per introduir la sonda 30 cm dins el terreny, que s'ha de fer introduint prèviament 15 cm. Si bé algunes empreses especifiquen que aquesta operació s'efectua, a d'altres no hi ha cap mena d'indicació al respecte, ignorant pertant si això es fa. Un altre assaig que dóna lloc a dubtes és el corresponent al tall directe, que quan s'efectua en terrenys argilosos i llimosos hi ha la possibilitat que hagi estat fet sense drenatge previ de la mostra, amb la qual cosa el valor de  $\varphi'$  que s'obté no correspon al material (tensions efectives)

sinó que intervé també l'aigua intersticial (tensions totals) i pertant el  $\varphi'$  obtingut tendirà a ser més gran del compte (argiles normalment consolidades) o de vegades més petit (argiles molt sobreconsolidades).

Amb tot però, amb les dades escollides se les farà un tractament donant per sopusat l'acompliment de les condicions d'assaig, i que l'aparellam es trobava en condicions acceptables.

Una darrera limitació es que el nombre de resultats que disposem, si bé es cert que en alguns casos són suficients (límits, humitats, SPT, presiometries...), en d'altres l'escàs nombre de resultats impideix un tractament estadístic rigorós.

#### 7.2.9.1.- Caracterització geotècnica de les diferents unitats

Tal com havíem apuntat en parlar de les característiques hidrològiques dels terrenys que afloren al sector, existeixen importants heterogeneïtats dins les unitats litològiques que havíem definit al seu moment. Dissortadament l'escala de les variacions és d'espai tan reduït que no tenim prou informació per a reflectir-ho cartogràficament, però si que farem un breu comentari d'algunes de les modificacions de les propietats geotècniques que aquestes variacions poden comportar.

##### 7.2.9.1.1.- Granit

La localització dels afloraments de materials granítics, situats en gran part a les zones muntanyoses del sector, fa que disposem de molt poca informació de les seves característiques.

Es sabut que les característiques del granit en estat fresc solen ser excel·lents, presentant valors d'alta resis-

tència mecànica i difícil deformabilitat. No obstant, el granit que aflora els primers metres superficials es troba amb els feldespatos fortament alterats, constituint l'anomenat sauló de característiques no tan bones.

Per al sauló només hem disposat dades del penetròmetre estàndard i que resumim:

n<sup>o</sup> cops per introduir 30 cm : Rebuig (superior a 50 )

n<sup>o</sup> d'assaigs : 11

Segons la nomenclatura de TERZAGHI i PECK (a SANGLERAT G. 1967) es tractaria d'una sorra molt densa.

VENTAYOL i altres (1978) proposen per al sauló a Barcelona:

$$\varphi = 40^{\circ} - 45^{\circ}$$

$$c = 0 \text{ a } 0,5 \text{ bars (variable amb el grau de cao- linització)}$$

Si això és correcte, aquestes dades, pensem que poden ser fàcilment extrapolables al sector del sector considerat, perquè es troba a molt poca distància de Barcelona i el procés de degradació del granit ha estat el mateix.

#### 7.2.9.1.2.- Esquistos

El mateix que hem dit per al granit sobre la manca de dades és aplicable als esquistos, amb l'agreujament que degut a la morfologia, abrupta que ofereix no disposem de cap sondatge ni assaig que els hagi travessat.

El conjunt del massís esquistós està afectat per una intensa diaclasació que dona lloc a l'aparició de direccions de debilitat de la roca. Precisament és la presència d'aquesta fracturació porta a VENTAYOL i altres (1978) a postular que els esquistos ( a Barcelona) no hi son aplicables les hipò-

tesis d'elasticitat puix la dispersió direccional dels paràmetres resistents es d'un ordre que fa inútil qualsevol càlcul.

#### 7.2.9.1.3.- Argiles i arcoses del Miocè.

La descripció litològica que es vol donar als sondatges amb finalitats geotècniques d'aquesta formació és molt sovint deficient. No és gens estrany trobar el terme "marga" per a designar tant les argiles com les arcoses. No obstant això, les propietats dels diferents materials solen ser en general força bones des del punt de vista de la resistència mecànica, i pertant no influeix d'error que aquesta confusió pot donar lloc.

El resum de les característiques de les argiles compactes és el següent:

##### Classificació U.S.C.S.

|                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| CL                    | el 77,0 % dels casos. |
| CH                    | el 18,7 % dels casos. |
| SC o SM               | el 42,2 % dels casos. |
| nombre de mostres: 48 |                       |

##### Classificació H.R.B.

|                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| A-6                   | el 52,9 % dels casos. |
| A -4                  | el 23,5 % dels casos. |
| A-2-4                 | el 11,8 % dels casos. |
| A-7                   | 31 11,8 % dels casos. |
| A-7-6                 |                       |
| nombre de mostres: 17 |                       |

|           | $\underline{W_L}$ | $\underline{W_p}$ | $\underline{I_p}$ | $\underline{W}$ | $\underline{\gamma_n}$ | $\underline{\gamma_d}$ | $\underline{\gamma_s}$ | $\underline{N}$ |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| $\bar{x}$ | 40,99             | 19,61             | 21,4              | 16,18           | 2,02                   | 1,787                  | 2,763                  | 50              |
| n         | 10,70             | 2,95              | 9,39              | 5,78            | 0,13                   | 0,08                   | 0,0069                 | 14,4            |
| V         | 0,26              | 0,15              | 0,439             | 0,357           | 0,064                  | 0,044                  | 0,0025                 | --              |
| n         | 48                | 48                | 48                | 32              | 14                     | 10                     | 4                      | 22              |

|           | $\underline{e_o}$ | $\underline{e_s}$ | $\underline{C_c}$ | $\underline{C^i}$ | $\underline{\varphi'}$ | $\underline{q_u}$ | $\underline{E}$ | $\underline{Pl}$ |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------------|-----------------|------------------|
| $\bar{x}$ | 0,521             | 0,0367            | 0,0836            | 0,45              | 24,40°                 | 4,92              | 268             | 14,9             |
| n         | 0,028             | 0,02              | 0,030             | 0,21              | 4°                     | 3,54              | 94              | 4,08             |
| V         | 0,054             | 0,545             | 0,359             | 0,466             | 0,16                   | 0,72              | 0,35            | 0,27             |
| n         | 6                 | 6                 | 6                 | 7                 | 7                      | 24                | 114             | 114              |

## essent

|  |   |
|--|---|
| $W_L$ : límit líquid (%)                             | $e_o$ : índex de buit inicial (edometria)                         |
| $W_p$ : límit plàstic (%)                            | $C_s$ : índex d'inflament edometria)                              |
| $I_p$ : Índex plasticitat (%)                        | $C_c$ : índex de compressió edometria)                            |
| $W$ : humitat (%)                                    | $C^i$ : cohesió aparent (tall directe)                            |
| $\gamma_n$ : pes específic natural ( $gr/cm^3$ )     | $\varphi'$ : angle de fricció aparent (id)                        |
| $\gamma_d$ : pes específic sec ( $gr/cm^3$ )         | $q_u$ : resistència punta (assaig de compressió simple) $Kg/cm^2$ |
| $\gamma_s$ : pes específic dels sòlids ( $gr/cm^3$ ) | $E$ : mòdul de deformació pressiomètric (bars)                    |
| $N$ : nº de cops (SPT)                               | $Pl$ : pressió límit (bars)                                       |
| $\bar{x}$ : mitjana de valors                        |   |
| n : desviació estandard                              |   |
| V : coeficient de variació                           |   |
| n : nombre de dades                                  |   |

Es tracta d'argiles inorgàniques de plasticitat mitja, de compressibilitat més aviat baixa, molt dures (alta compressió simple) i compactes (SPT).

Si ens fixem en els coeficients de variació d'algunes propietats comparant-les amb els indicats per Lumb, Shultze, Ermolov i Mijeev (a ALONSO 1979), trobem que els valors obtinguts als Índex de Plasticitat, Humitat i Compressibilitat sobrepassen el mapa d'amplitud de la variació que citen els esmentats autors. En una primera aproximació això podria fer-nos qüestionar la fiabilitat d'aquests resultats.

Respecte l'índex de plasticitat, tal com assenyalen TERZAGHI i PECK (1973) i JIMENEZ SALAS i DE JUSTO ALPAÑES (1975), es demostra que els punts representats en el gràfic de plasticitats de Casagrande, que pertanyen a un mateix estrat defineixen una línia recta aproximadament paral·lela a la línia A de l'esmentat gràfic. En efecte a la figura 7.2.9.-1, els punts corresponents a les mostres de les argiles compactes miocenes es distribueixen aproximadament segons una recta.

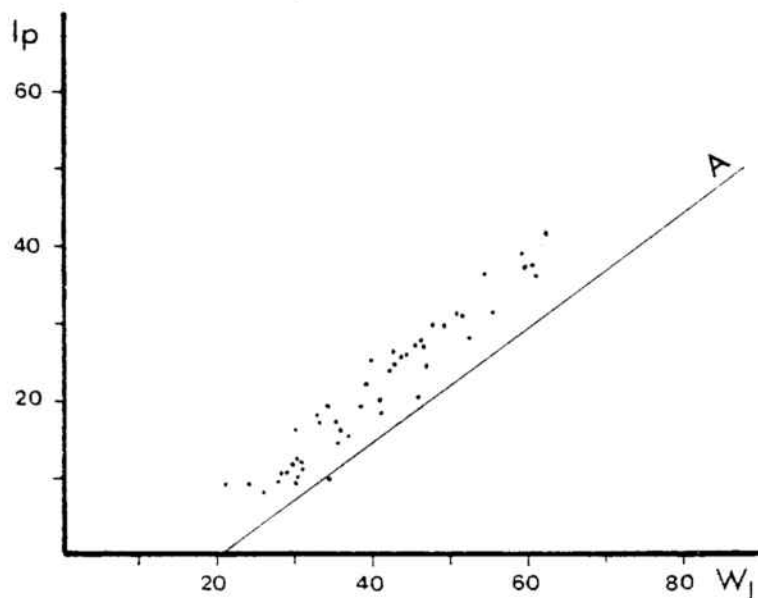


Fig. nº 7.2.9-1

Gràfic de plasticitats corresponent a les argiles compactes del Miocè.

Si s'acompleix aquesta distribució en la qual en augmentar el límit líquid de la mostra ho faci també proporcionalment l'índex de plasticitat, pensem que és lògic doncs, el trobar coeficients de variació elevats en aquest darrer índex, i que no hem de considerar-los com atípics sempre i quan es conservi la proporcionalitat amb el límit líquid.

Els valors de l'índex de liquidesa que hem obtingut de 29 mostres que tenien les dades de  $W$ ,  $W_p$  i  $I_p$ , han estat els següents:

$$\begin{array}{ll} 68,9 \% \text{ mostres} & \bar{x} = - 0,404 \\ & \sigma_n = 0,336 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} 31,0 \% \text{ mostres} & \bar{x} = 0,251 \\ & \sigma_n = 0,170 \end{array}$$

és a dir, dues terceres parts de les mostres tenen un índex de liquidesa negatiu, mentre que només la tercera part el tenen positiu, amb un valor pròxim a 0. TERZAGHI i PECK (1973) indiquen que les argiles amb un índex de liquidesa pròxim a 0, presentaven una resistència a la compressió simple en general entre 1 i 5 Kg/cm<sup>2</sup>, fet que efectivament es compleix en aquest cas.-

No hi ha coincidència, en casos entre els valors de les expressions que relacionen l'índex de compressió amb el límit líquid i la humitat.

SKEMPTON (1944) va establir la següent equació

$$C_c = 0,009 (W_L - 10)$$

JIMENEZ SALAS (1973) proposa per a sòls espanyols, la relació :

$$C_c = 0,0097 (W_L - 16,4)$$

Els valors de  $C_c$  obtinguts, per la fórmula de Skeempton són de 2 a 8,5 vegades superiors als obtinguts per l'assaig edomètric, (Skeempton cita una dispersió del 30%), mentre que

utilitzant la relació JIMENEZ SALAS, són de l'ordre de 1,5 a 8 vegades superiors, i que si bé són més concordants que l'altra fórmula, en ambdós casos la coincidència és bastant dolenta.

Helene Lund (a JIMENEZ SALAS i alt. 1973) proposava:

$$C_c = 0,85 W^{3/2}$$

mentre que el mateix JIMENEZ SALAS i alt (op. cit) proposa per als sòls espanyols

$$C_c = 0,99 W^{1,315}$$

En el primer cas els  $C_c$  obtinguts són entre 0,3 i 1,3 els deduits de l'assaig edomètric, mentre que en el segon cas entre 0,5 i 2. En conjunt tenen una millor coincidència que la relació amb el límit líquid, però amb tot, presenta variacions importants. (Jimenez Salas op. cit, esmenta que en el 95 % dels casos el valor real es trobaria entre 1,69 i 0,59 del valor de  $C_c$  calculat per la fórmula).

De les arcoses només disposem d'assaigs realitzats "in situ"

|            | <u>STP</u> | <u>E</u> | <u>PL</u> |
|------------|------------|----------|-----------|
| $\bar{x}$  | 50         | 311,6    | 17,1      |
| $\sigma_n$ | 15,1       | 111,5    | 3,66      |
| V          | ---        | 0,36     | 0,21      |
| n          | 69         | 9        | 9         |

resultats que corresponen a terrenys d'alta compacitat i gran resistència a la deformació lateral.

#### 7.2.9.1.4.- Argiles i Llims carbonatats

Encara que la formació la constitueixen una alternança d'argiles amb nòduls de carbonat i crosta calcària, gairebé totes les mostres provenen del nivell de llims amb nòduls, perquè solen ser els que es troben més ben desenvolupats.

El resum de les característiques geotècniques és el següent:

Classificació USCS : CL

Classificació HRB

A-6 el 60 % de les mostres

A-4 el 20 % de les mostres

A-7 el 20 % de les mostres

nombre de mostres : 15

|           | <u>W<sub>L</sub></u> | <u>W<sub>p</sub></u> | <u>I<sub>p</sub></u> | <u>W</u>  | <u>γ<sub>n</sub></u> | <u>γ<sub>d</sub></u> | <u>γ<sub>s</sub></u> | <u>N</u>             |
|-----------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| $\bar{x}$ | 33,54                | 18,75                | 14,79                | 20,37     | 1,88                 |                      | 2,71                 | 20,75                |
| n         | 7,95                 | 2,46                 | 5,78                 | 3,80      | 0,071                |                      | 0,012                | 13,8                 |
| V         | 0,24                 | 0,13                 | 0,39                 | 0,186     | 0,038                |                      | 0,004                |                      |
| n         | 18                   | 18                   | 18                   | 14        | 4                    |                      | 3                    | 8                    |
|           | <u>e<sub>o</sub></u> | <u>C<sub>s</sub></u> | <u>C<sub>c</sub></u> | <u>C'</u> | <u>σ'</u>            | <u>q<sub>u</sub></u> | <u>E</u>             | <u>P<sub>l</sub></u> |
| $\bar{x}$ | 0,588                | 0,011                | 0,118                | 0,327     | 27,7°                | 2,01                 | 116,7                | 8,707                |
| n         | 0,075                | 0,003                | 0,02                 | 0,093     | 5,19°                | 0,85                 | 48,4                 | 2,4                  |
| V         | 0,127                | 0,27                 | 0,17                 | 0,284     | 0,187                | 0,42                 | 0,415                | 0,27                 |
| n         | 3                    | 3                    | 3                    | 8         | 8                    | 19                   | 41                   | 41                   |

A grans trets corresponen a argiles inorgàniques de plasticitat i compressibilitat mitja-baixa, i compactes.

L'amplitud dels coeficients de variació d'Ermolaev i Mijeev (a Alonso 1979) són en general força concordants, llevat el cas de l'index de plasticitat, per al qual els esmentats autors proposen un coeficient de variació comprès entre 0,07 i 0,3, mentre que nosaltres obtenim un valor de 0,39. Tal com hem comentat a les argiles miocèniques, entenem que si a compleixen la condició de trobar-se formant una recta al gràfic de Casagrande (Fig. nº 7.2.9-2), que en aquest cas és força perfecte, no és estrany obtenir variacions grans del coeficient de variació.

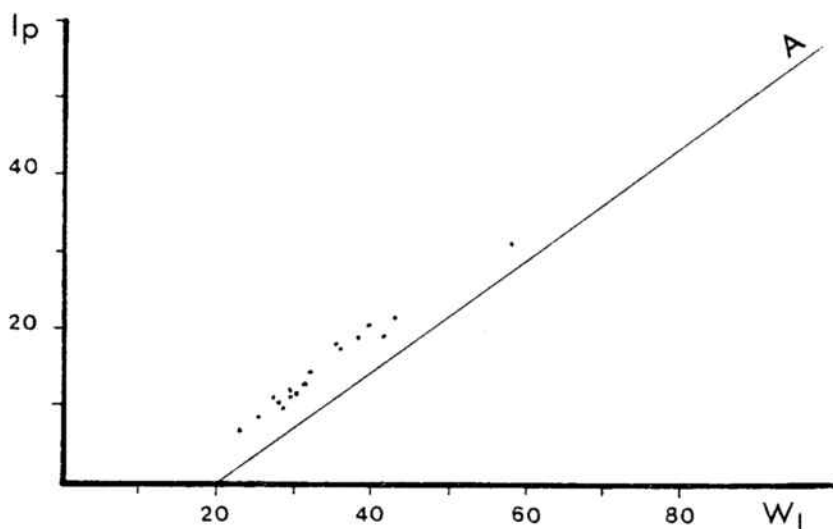


Figura nº 7.2.9-2

Gràfic de plasticitat, corresponent a les argiles i llims carbonatats.

L'index de liquidesa obtingut amb les dades de 13 mostres és el següent:

$$\bar{x} = 0,156 \quad (0,09)$$

$$\sigma_n = 0,30 \quad (12)$$

$$n = 13 \quad (0,21)$$

Segons TERZAGHI i PECK (1973), el fet de tenir l'index de liquidesa pròxim a 0, indica que han de tenir la resistència a la compressió simple compresa entre 1 i 5 Kg/cm<sup>2</sup>, que en aquest cas s'acompleix.

Degut a tenir només un sol assaig e domètric on es tingui informació dels límits d'Atterberg, no ens permet fer avaluacions de l'acompliment de les ecuacions de Skempton, Helenelund i Jimenez Salas que lliguen l'index de compressió amb el límit líquid : la humitat. (encara que com a les argiles miocenes, les equacions de Jimenez Salas (1973) s'ajusta millor).

Cal dir finalment, que d'aquests materials, es disposa dels valors d'un assaig triaxial, sense consolidació prèvia ni drenatge, que ha donat com a resultat els valors de :

$$C = 0,5 \quad \text{Kg/cm}^2$$

$$\varphi = 29,3^\circ$$

és a dir, uns resultats quelcom superiors als obtinguts amb l'assaig de tall, i que en tot cas és del mateix ordre de magnitud.

La comparança dels resultats d'aquest assaigs amb els obtinguts per VENTAYOL i alt (1978) dona una gran coincidència, sobretot per al que ells anomenen argiles vermelles, i en menor grau per als llims groguencs (nosaltres obtenim límits líquids i angle de fricció interna més grans, Vegis Taula nº 7.2.9-1 ).

|           | <u>Argiles vermelles</u> | <u>Llims groguencs</u>  |
|-----------|--------------------------|-------------------------|
| $W_L$     | 30 a 50                  | 20 a 30                 |
| $I_p$     | 15 a 25                  | 10 a 20                 |
| $w$       | 10 a 20                  | -----                   |
| $e_o$     | 0,6                      | 0,6                     |
| $C_c$     | 0,10 a 0,15              | 0,1 a 0,2               |
| $C$       | 0,5 a 1 bar              | 0,1 a 0,4               |
| $\varphi$ | $25^\circ$               | $15^\circ$ a $20^\circ$ |

Taula nº 7.2.9-1

Valors característics dels llims i argiles carbonatades al sòl de Barcelona (segons VENTAYOL i alt. 1978).

7.2.9.1.5.- Sorres i graves, argiles i llims al.luvials

Els terrenys al.luvials no presenten una homogeneïtat en llur distribució. Ja hem comentat a l'apartat de litologia que aquests materials estan constituïts per sorres, graves, argiles i llims. A grans trets hem diferenciat d'una banda els materials lutítics segons el contingut amb sorra indicat a la descripció de les columnes de sondeig, i d'altra banda les sorres i graves.

Les característiques geotècniques són les següents:

Argiles i llims

Classificació USCS

total de mostres: 49

- 73 % de les mostres corresp. a CL
- 20 % de les mostres corresp. a CL-ML
- 4 % de les mostres corresp. a ML
- 2 % de les mostres corresp. a CH

## Classificació HRB

55 % de les mostres són A-6

40 % de les mostres són A-4

4 % de les mostres són A-7

total de mostres : 42

|           | $\underline{W_L}$ | $\underline{W_p}$ | $\underline{I_p}$ | $\underline{W}$ | $\underline{\gamma_n}$ | $\underline{\gamma_d}$ | $\underline{\gamma_s}$ | $\underline{N}$ |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------|
| $\bar{x}$ | 30,2              | 17,4              | 12,9              | 17,3            | 1,99                   | 1,73                   | 2,69                   | 12,0            |
| n         | 7,76              | 2,68              | 6,8               | 4,35            | 0,015                  | 0,11                   | 0,007                  | 4,7             |
| V         | 0,26              | 0,15              | 0,53              | 0,25            | 0,007                  | 0,06                   | 0,003                  | 0,39            |
| n         | 54                | 54                | 54                | 48              | 2                      | 7                      | 6                      | 39              |

|           | $\underline{e_o}$ | $\underline{C_s}$ | $\underline{C_c}$ | $\underline{C'}$ | $\underline{\varphi'}$ | $\underline{q_u}$ | $\underline{E}$ | $\underline{Pl}$ |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------------|-------------------|-----------------|------------------|
| $\bar{x}$ | 0,698             | 0,011             | 0,163             | 0,204            | 25,9°                  | 1,53              | 75,7            | 6,7              |
| n         | 0,084             | 0,0027            | 0,029             | 0,077            | 3,8°                   | 1,25              | 29,4            | 2,08             |
| V         | 0,12              | 0,245             | 0,178             | 0,377            | 0,147                  | 0,817             | 0,39            | 0,31             |
| n         | 6                 | 6                 | 6                 | 15               | 15                     | 22                | 65              | 65               |

Són argiles i llims de plasticitat més aviat baixa, de consistència mitjanament compacta i de compressibilitat mitja.

L'amplitud del coeficient de variació d'Ermolaev i Mijeev (a ALONSO 1979) concorden perfectament, llevat l'Index de Plasticitat que obtenim un coeficient de 0,53. Com als casos anteriors pensem que és admissible malgrat no existeixi la coincidència amb aquests autors.

Els valors de l'index de liquidesa de 44 mostres són els següents:

$$\bar{x} = 0,007$$

$$n = 0,31$$

és a dir un valor molt pròxim a 0, amb el qual segons TERZAGHI i PECK (1973) haurien de presentar una resistència a la compressió simple entre 1 i 5 Kg/cm<sup>2</sup>, que efectivament aconsegueixen amb resultats propers al valor inferior.

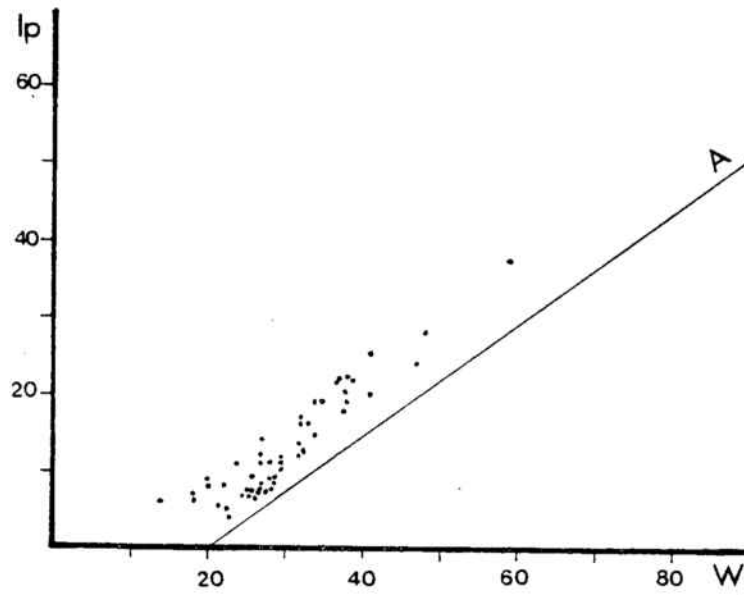


Figura nº 7.2.9-3

Gràfic de plasticitat corresponent a argiles i llims al·luvias.

Els resultats obtinguts amb les relacions de Skempton, Jimenez Salas, Helenelund, són força coincidents.

Per a l'ecuació de SKEMPTON (1944)

$$Cc = 0,009 (W_L - 10)$$

Els valors de Cc obtinguts són de 0,8 a 1,5 vegades els deduïts per l'assaig edomètric.

Per a l'equació de JIMENEZ SALAS (1973)

$$Cc = 0,0097 (W_L - 16,4)$$

Són una mica menys coincidents ja que varien entre 0,5 i 1,5 del valor obtingut per edometria

La relació de Helene Lund

$$C_c = 0,85 W^{3/2}$$

és relativament poc coincident, ja que els valors teòrics de  $C_c$  es troben entre 0,35 i 0,8 vegades els valors mesurats amb l'edòmetre.

Finalment l'equació de Jimenez Salas (1973)

$$C_c = 0,99 (W)^{1,315}$$

té molt satisfactoris els resultats amb valors de  $C_c$  calculats per la fórmula, entre 0,55 i 1,1 el  $C_c$  de l'assaig edomètric. Cal dir que Jimenez Salas (op. cit) esmenta que en el 95 % dels casos el valor real es trobaria entre 1,69 i 0,59 del valor del  $C_c$  calculat per la fórmula. Cal tenir però en compte, que el nombre de mostres utilitzades (6) són insuficients per a realitzar un mínim tractament estadístic.

Argiles i llims sorrenca

Classificació USCS

- 76,7 % de mostres són CL
- 7,7 % de mostres són CL-ML
- 7,7 % de mostres són ML
- 7,7 % de mostres són SC
- total de mostres : 26

Classificació HRB

- 55 % de mostres A-6
- 25 % de mostres A-4
- 20 % de mostres A-7
- total de mostres : 20

|           | $W_L$ | $W_p$ | $I_p$ | $W$  | $\gamma_n$ | $\gamma_d$ | $\gamma_s$ | $N$  |
|-----------|-------|-------|-------|------|------------|------------|------------|------|
| $\bar{x}$ | 31,5  | 17,8  | 13,7  | 17,1 | 2,01       | 1,81       |            | 27,4 |
| $n$       | 6,7   | 2,3   | 6,3   | 3,29 | 0,09       | 0,15       |            | 12,8 |
| $V$       | 0,21  | 0,13  | 0,46  | 0,19 | 0,19       | 0,083      |            | 0,47 |
| $n$       | 31    | 31    | 31    | 20   | 5          | 6          |            | 102  |

|           | <u><math>e_o</math></u> | <u>Cs</u> | <u>Cc</u> | <u>C'</u> | <u><math>\psi'</math></u> | <u><math>q_u</math></u> | <u>E</u> | <u>Pl</u> |
|-----------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------------|-------------------------|----------|-----------|
| $\bar{x}$ | 0,545                   | 0,012     | 0,085     | 0,19      | 29,6°                     | 1,54                    | 63,8     | 5,75      |
| n         | 0,017                   | 0,002     | 0,02      | 0,09      | 6,3°                      | 0,48                    | 29,2     | 2,1       |
| V         | 0,031                   | 0,166     | 0,23      | 0,48      | 0,21                      | 0,31                    | 0,46     | 0,36      |
| n         | 3                       | 3         | 3         | 5         | 5                         | 10                      | 196      | 196       |

Es tracta en general d'argila de mitja a baixa plasticitat, de consistència mitjanament compacta a compacta i compressibilitat mitja.

Els coeficients de variació dels valors de l'índex plàstic i de la densitat seca són superiors als valors donats per EMMOLAEV i MIJEEV (a Alonso 1979). En el present cas la distribució de les mostres al gràfic de plasticitats de Casagrande (Fig. nº 7.2.9-4) s'aparta una mica de la disposició en una recta paral·lela a la línia A, encara que mantenen aquesta tendència. Això pot ser explicat en part perquè algunes de les mostres pertanyen a les capes superficials dels dipòsits al·luvials (terres de cultiu sòls...) i que pot haver-hi existit fenòmens de col·luviament i remoció separats de la dinàmica fluvial. En aquest cas doncs, no sempre trobarem dipòsits del mateix origen geològic, no existint motiu pertant d'acomodar-se els punts segons una recta. La mateixa causa podria suposar-se per a les variacions de densitat seca.

El poc nombre d'assaigs d'edometries (3) no permet fer gaire suposicions respecte l'acompliment de les expressions proposades per Skempton, Helenelund i Jimenez Salas.

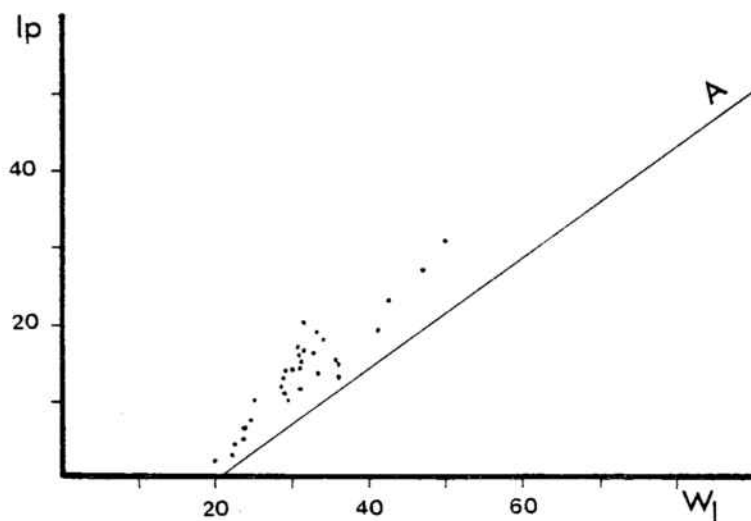


Figura nº 7.2.9-4

Gràfic de plasticitat corresponent a les argiles i llims sorrenços.

Sorres i graves al.luvials

Classificació USCS

|       |                         |
|-------|-------------------------|
| SM    | el 38,5% de les mostres |
| GW    | el 19,2% de les mostres |
| SC    | el 11,5% de les mostres |
| GC    | el 11,5% de les mostres |
| Gp    | el 5,8% de les mostres  |
| SW    | el 3,8% de les mostres  |
| SP    | el 3,8% de les mostres  |
| SP-SM | 3,8% de les mostres     |

nombre de mostres : 52

## Classificació HRB

|     |                          |
|-----|--------------------------|
| A-1 | el 55,5 % de les mostres |
| A-2 | el 35,5 % de les mostres |
| A-4 | el 4,4 % de les mostres  |
| A-3 | el 2,2 % de les mostres  |
| A-6 | el 2,2 % de les mostres  |

nombre de mostres: 45

|           | <u>N</u> | <u>E</u> | <u>P1</u> |
|-----------|----------|----------|-----------|
| $\bar{x}$ | 38,0     | 115,2    | 9,0       |
| n         | 16,2     | 54,2     | 2,55      |
| V         | 0,43     | 0,47     | 0,28      |
| n         | 188      | 214      | 214       |

Rebliments

Els incloem dins els materials al.luvials encara que no aquest llur origen, perquè la major part d'extraccions i reompliments posteriors s'han efectuat a les planes al.luvials dels diferents rius que travessen el sector. Dissortadament no disposem de dades d'assaigs sobre aquests materials, d'altra banda molt heterogenis, però ja que en llur deposició no s'han pres mesures de precaució sinó que simplement s'han abocat i compactat pel mateix pes dels camions que llençaven el material, es pot pressuposar que observaran característiques resistents molt baixes i una alta compressibilitat amb perill d'assentaments. L'ur localització, que sol ésser erràtica i sense cap lògica, és doncs necessària per a evitar problemes a les estructures que es vulguin construir.

### 7.3.- CONDICIONAMENTS GEOLÒGICS EN L'ORDENACIÓ TERRITORIAL DEL SECTOR DE MOLLET-MONTORNÈS

A diferència del sector de Centelles-Aiguafreda, ens trobem ara davant d'una àrea fortament industrialitzada. Aquesta industrialització ha produït importants transformacions a una zona que només 20 anys enrera era eminentment agrícola. La velocitat del canvi no ha estat exempta d'importantes modificacions del medi natural i de la dinàmica existent.

Veurem com un sector com aquest que en un principi només oferia que avantatges per a l'expansió urbana, poc a poc ha anat portant grans inconvenients lligats fonamentalment a la malversació dels recursos hídrics, i s'ha degradat de forma notable la qualitat de vida dels vallesans residents en aquesta part.

Seguirem el guió que hem utilitzat per a redactar el mateix apartat corresponent a l'altre sector, és a dir, les interaccions home-medi natural.

#### 7.3.1.- LIMITACIONS AL CREIXEMENT

##### 7.3.1.1.- El relleu

Dins la depressió del Vallès en general el relleu no ha estat un element que hagi jugat un paper en l'expansió urbanística del sector. Més ben dit, sí l'ha jugat, però en el sentit positiu perquè no ha estat un obstacle seriós davant les diferents implantacions.

Les indústries s'han instal·lat els darrers anys i de forma majoritària a les planes al·luvials

amb pendents inferiors al 5% i fins i tot al 2%. Però el motiu, pensem que no ha estat el voler evitar relleus més rostos, sinó que ho han fet perquè els interessava disposar d'aigua abundant, i això era el que realment els oferien les planes al.luvials. Quan el preu del metre quadrat s'ha anat incrementant als polígons que es trobaven prop dels rius, moltes empreses no han tingut cap inconvenient en instal.lar-se als turons miocens (amb pendents de 5-10% i 10-20%) on la realització de desmunts no els ha representat un encariment, donada la fàcil ripabilitat d'aquests terrenys (foto nº 7.12).

La situació canvia quelcom en situar-nos dins la Serralada Litoral. Els relleus "granítics" amb llurs pendents del 10-20% no ofereixen massa dificultat per al bastiment de vivendes ja que la superfície de desmunt és reduïda i no cal obrir talussos elevats. No obstant deixen de ser idonis per a les indústries, ja que el terraplenar grans superfícies pot donar lloc a talussos elevats i la possibilitat d'aparèixer ràpidament la roca fresca que impediria una remoció fàcil.

Els relleus metamòrfics tradicionalment no han estat ocupats per l'edificació, i només prop de Montornès s'ha endegat un fenomen urbanitzador, que no és gaire bon exemple de com s'ha de planificar una àrea urbanitzada. El fort pendent obliga a solucions cares de construcció de murs de contenció (foto nº 7.13) per a obtenir un mínim espai edificable, o en algun cas extrem s'ha arribat a tallar algun carrer amb excés de pendent i que feia la circulació perillosa (foto nº 7.14).

En definitiva, tal com hem comentat a l'altre sector, entenem que els pendents superiors al 35% s'han de deixar lliures de qualsevol activitat urbanitzadora, i limitariem l'activitat quan el pendent es trobés entre el 20-35%. En el cas de po-

lígons industrials, i per tal de no forçar l'obertura de talussos massa elevats, aconsellariem el límit del 10%.

Aquest és, de fet un dels criteris que es poden incorporar fàcilment en els treballs de planificació (elaboració de Plan Generals...), ja que la distribució de les diferents àrees de pendent presenta molt poca dificultat.

#### 7.3.1.2.- Processos actius: les riuades

El respecte històric que han provocat les avingudes va determinar que els nuclis de població no s'instal·lessin immediatament al costat dels cursos fluvials. Els barris vells tant de Mollet, Parets, Montornès, Martorelles i Montmeló, es col·loquen en sectors marginals de la terrassa inferior (Mollet) o fora d'ella, ja sigui a la terrassa superior o directament sobre el substrat més antic. Es tractava doncs, d'una posició defensiva i prudent davant l'ímpetu de les aigües.

L'ocupació per part de la indústria i vivendes, de gran part de la terrassa inferior, prèviament a l'existència d'obres de protecció, ha estat un repte davant els avantatges d'aigua i terreny pla, que s'ha cregut convenient córrer. L'endiguament amb murs o escolleres que gairebé abraça tot el trajecte fluvial i que encara continua, ha estat de fet, l'única mesura preventiva davant el fenomen.

Els càlculs que hem efectuat per mètodes probabilístics dels cabals màxims que hom pot esperar per a un període de retorn determinat, ens permeten d'efectuar alguna previsió de les alçades

que es poden assolir en una secció donada. En aquest cas hem utilitzat també la fórmula de Chézy-Manning (a LINSLEY et alt 1.977)

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$

Q : cabal

A : superfície mullada

R : radi hidràulic

S : gradient hidràulic

n : coeficient de rugositat

Com que l'endiguament permet de disposar de seccions fixes del llit fluvial, amb forma geomètrica senzilla, hem efectuat algunes previsions de les alçades que presumiblement podrien assolir les aigües. Hem considerat les seccions prop de la desembocadura perquè els cabals màxims han estat calculats per a aquest punts.

- Riu Congost -

A l'alçada de la passarel·la del polígon industrial de Montmeló.

|             |        |
|-------------|--------|
| Amplada:    | 60 m.  |
| Alçada mur: | 3 m.   |
| Gradient:   | 0,0071 |
| n:          | 0,042  |

el cabal necessari per ocupar tota la secció seria:

$$Q = \frac{1}{0,042} \cdot 180 \cdot 1,428^{2/3} \cdot 0,0071^{0,5} = 459 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Es a dir, un cabal molt superior al calculat amb el mètode probabilístic per a un període de retorn de 400 anys, i que era de l'ordre de  $325 \text{ m}^3/\text{seg.}$  En aquest cas doncs, la seguretat davant el risc d'avinguda és gran.

- Riu Mogent -

Poc abans de la confluència amb el Congost (foto nº 7.15).

|             |        |
|-------------|--------|
| Amplada:    | 80 m   |
| Alçada mur: | 3 m    |
| Gradient:   | 0,0037 |
| n:          | 0,042  |

el cabal necessari per a ocupar tota la secció seria:

$$Q = \frac{1}{0,042} \cdot 240 \cdot 1,45^{2/3} \cdot 0,0037^{0,5} = 444 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Segons aquests resultats la capacitat de la secció seria insuficient per a desgüassar el volum d'avinguda corresponent a sengles períodes de retorn de 100 i 400 anys, amb cabals de  $530$  i  $690 \text{ m}^3/\text{seg.}$  No obstant, hem comentat que aquests valors calculats dels cabals d'avinguda màxima es troben molt sobrevalorats pel fet d'haver disposar d'una sèrie molt curta de dades i tenir entre elles una pluja excepcional (un cabal de  $420 \text{ m}^3/\text{seg.}$ ). El perill, doncs, seria més reduït del que les xifres assenyalen.

- Riu Tenes -

Alçada dels pilars de l'autopista d'enllaç Montmeló-El Papiol (foto nº 7.16).

Amplada: 70  
 Alçada mur de gavions: 2,5 m.  
 Gradient: 0,006  
 n: 0,042

el cabal necessari per ocupar tota la secció seria:

$$Q = \frac{1}{0,042} \cdot 175 \cdot 1,207^{2/3} \cdot 0,006^{0,5} = 389,5 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

En aquest cas, s'obté un cabal molt superior al cabal d'avinguda màxima que hom pot esperar per a 400 anys (208 m<sup>3</sup>/seg.), però que aquí, contràriament al Mogent, pensem que els cabals estan infravalorats precisament per no disposar d'una sèrie suficientment llarga. De tota manera, en una sèrie més completa creiem que no s'arribaria ni de bon tros als cabals màxims que permet desguassar la secció.

No hem realitzat cap mena de càlcul per als cabals del Besòs, ja que la concurrència d'un cabal suma dels cabals d'avinguda és un fet extraordinàriament difícil, degut a que com ja vam comentar a l'apartat de climatologia, els centres de gravetat de les precipitacions ocupen àrees molt restringides, mentre que altres conques veïnes poden tenir una precipitació molt inferior.

En conclusió, llevat del cas del riu Mogent que caldria analitzar-lo amb més detalls i més dades, no pensem que calguin mesures especials per a evitar el risc de les avingudes extraordinàries, llevat de la neteja periòdica del llit que facilitaria l'escorriment de les aigües evitant les retencions per friccions.

### 7.3.1.3- Aptitud geotècnica dels terrenys per a la construcció

Hem esmentat als apartats introductoris la problemàtica que suscita la representació dels paràmetres geotècnics dels terrenys. La qüestió rau en si s'han d'oferir valors de les característiques constructives dels terrenys o no, i la manera com s'han de representar. Pensem que pot ser interessant el sistematitzar unes característiques generals que permetin al planificador de fer-se una idea de quins són els principals constreyniments que poden aparèixer sota el punt de vista geotècnic i disposar a grans trets dels coneixements de les colucions constructives més corrents. Als punts precedents hem resumit les característiques geotècniques dels terrenys del sector estudiat, i que entenem són valors en principi objectius, ja que provenen del resultat d'uns assaigs realitzats "in situ" i al laboratori, sense cap mena d'interpretació posterior. El lector, si vol, pot extreure'n les seves conclusions d'aquests resultats. Nosaltres en aquest apartat intentem fer una interpretació molt general de les característiques constructives que es poden deduir dels paràmetres mecànics dels terrenys.

Aquesta interpretació ha d'ésser forçosament orientativa per diversos motius. Per un costat les unitats litològiques no són homogènies, i sempre poden aparèixer canvis que modifiquin les característiques del conjunt (bossades de llims dins les sorres i graves al.luvials ...), per tant no es pot generalitzar indiscriminadament les conclusions, i per a cada nova obra és necessari i indispensable

ble el realitzar els corresponents assaigs, malgrat es tingui una orientació del que hom pot esperar de trobar. En segon lloc, els paràmetres que disposem no són els més característics de les propietats dels terrenys (cohesió i angle de fricció real obtinguts de l'assaig triaxial, el mòdul de compressibilitat volumètrica ....) sinó que disposem de valors que hi estan correlacionats indirectament en major o menor grau. Finalment, i com ja hem dit anteriorment, l'aptitud a la construcció depèn del tipus d'obra o estructura a instal·lar, tipus de profunditat de la fonamentació, millora prèvia del terreny, etc.

En definitiva, doncs, només podem indicar unes orientacions generals. Distingirem dues situacions:

#### Fonamentacions superficials

La tensió de rotura en sabates es pot determinar per la relació (suposem sabates pròximes a la superfície).

$$\sigma_{\text{rotura}} \approx 6 C_u \approx 3 q_u$$

normalment s'accepta com a factor de seguretat  $FS = 3$ , per tant

$$\sigma_{\text{admissible}} = \frac{\text{rotura}}{FS} \approx q_u$$

on:

$C_u$ : resistència no drenada del sòl

$q_u$ : resistència a la compressió simple

$FS$ : factor de seguretat (normalment igual a 3)

- argiles i arcoses del miocè  $\sigma$  admissible  $> 4 \text{ Kg/cm}^2$
- argiles i llims carbonatats  $\sigma$  admissible  $= 2 \text{ Kg/cm}^2$
- argiles i llims al.luvials  $\sigma$  admissible  $= 1,5 \text{ Kg/cm}^2$
- argiles i llims sorrencs  $\sigma$  admissible  $= 1,5 \text{ Kg/cm}^2$

Per a les sorres i graves al.luvials la resistència a la rotura es calcula a partir de l'angle de fricció interna ( $\varphi$ ), però no disposem del seu valor. Amb tot, com que  $\varphi$  sol ser elevat, el problema no és la rotura, sinó el possible assentament. Per aquest motiu es pot utilitzar el mètode de TERZAGHI i PECK (1.973), obtenint la càrrega admissible a partir dels resultats del SPT, per mitjà d'un gràfic (vegi's figura nº 7.3.1) on les corbes representen la relació entre l'ample de la sabata i la pressió del sòl que li produeix un assentament de 2,5 cm. sempre que la sabata reposi sobre una sorra per a la qual el nombre de cops N tingui el valor indicat a la corba que es fa servir. Es considera el nivell freàtic a una profunditat més gran que el doble de l'amplada de la sabata.

En el nostre cas, per a sabates d'1 mt. d'ample s'obtidrien càrregues admissibles de 4,8 Kg/ cm<sup>2</sup> com a valors promig, però si es té en compte que més del 35% de les mostres analitzades granulomètricament corresponen a graves, és possible que el valor real per a les sorres sigui quelcom més baix (entre 3 i 4 Kg/ cm<sup>2</sup>).

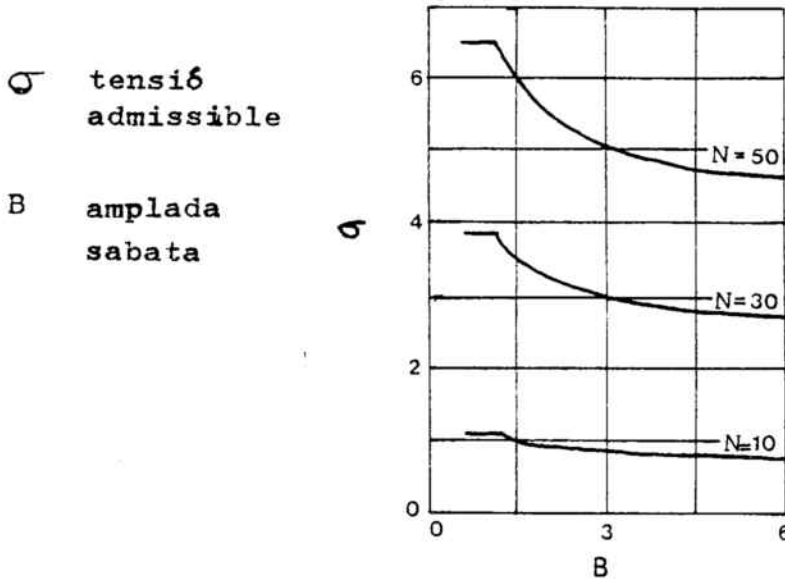


Figura nº 7.3.1-1

Gràfica per a determinar la pressió admissible del sòl per a sabates en funció dels resultats d'assaigs SPT.

### Fonamentacions profundes

Els tipus de fonamentació profunda més característics són els pilots. És per a aquest tipus de fonamentació que realitzarem doncs el càlcul de la càrrega admissible. La capacitat de càrrega ( $q_d$ ) d'un pilot es pot dividir en dos components:

$$q_d = f_s + q_p$$

on

$f_s$ : resistència per fricció lateral

$q_p$ : resistència punta

En el nostre cas considerarem que els pilots reposen sobre un substrat d'argiles i arcoses compactes del miocè, que és el substrat que normalment es troba per sota els dipòsits quaternaris (al.luvial i argiles amb llims carbonatats), i que es tracta de pilots enclavats. A grans trets considerarem que la profunditat del substrat miocènic són 10 mt. i que el gruix dels pilots serà de 0,5 mt.

La càrrega punta d'un pilot enclavat, sempre que estigui encastat una profunditat de 5 diàmetres (més de 2,5 m.) és aproximadament la relació:

$$q_p \quad \approx \quad 9 q_u$$

pertant  $q_p \quad \approx \quad 4,5 q_u$

que en el cas de les argiles compactes del Miocè s'obtindrà

$$q_p = 22 \text{ Kg/ cm}^2$$

que aplicada a un conus d'alçada 0,5 mt. donaria una càrrega de rotura de 96,6 Tn.

La resistència per fricció lateral és variable segons el terreny. Considerem només 2 casos: d'una banda una fricció lateral produïda per sorres (sorres i graves al.luvials) i d'altra banda la produïda per argiles (argiles i llims carbonatats). Òbviament també hem de considerar la fricció lateral de l'encastament del pilot dins el substrat miocènic.

- a) A les sorres i graves al.luvials ens trobem en el cas de la figura n<sup>o</sup> 7.3.1-2. Per a sorres VESIC (citada a TERZAGHI i PECK 1.973) proposa per a la fricció lateral, l'expressió

$$f_s \text{ màxima} = 0,02 N$$

on  $N$  és el nombre de cops del SPT.

En el nostre cas:

$$f_s = 0,76 \text{ Kg/cm}^2$$

que aplicada a tota la superfície del pilot ( $2 \pi r \cdot L_1$ ) amb  $r = 25 \text{ cm.}$  i  $L_1 = 1.000 \text{ cm.}$ , obtenim

$$\text{Càrrega de rotura per fricció} = 119,4 \text{ Tn.}$$

A les argiles compactes miocenes on s'ha encastat la resta del pilot (suposem 5 mt) s'utilitza la relació:

$$f_s = \alpha \cdot C_u$$

on  $\alpha$  és un coeficient que varia en funció de la consistència, prenent un valor igual a 1 a terrenys molt tous, i va disminuint a mesura que són més durs (factor d'adhesivitat)

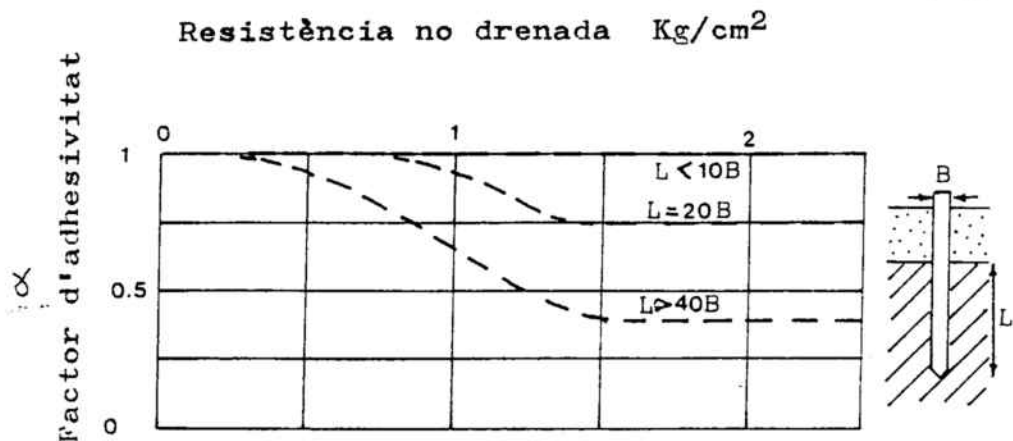


Figura nº 7.3.1-2

Cas d'un pilot que atravessa sorres i graves al·luvials i s'encasta al substrat d'argiles compactes del miocè. Càlcul del factor d'adhesivitat d'aquestes segons TOMLINSON (1977)

Tenint en compte que la relació llargada-pilot encastat, (L2) / amplada pilot (B) és de 10, i que el valor corresponent de Cu és 2,45 Kg/cm<sup>2</sup>, el factor d'adhesivitat val en aquest cas:

$$\alpha = 1$$

per tant:

$$f_s = \alpha \cdot Cu = 2,45 \text{ Kg/cm}^2$$

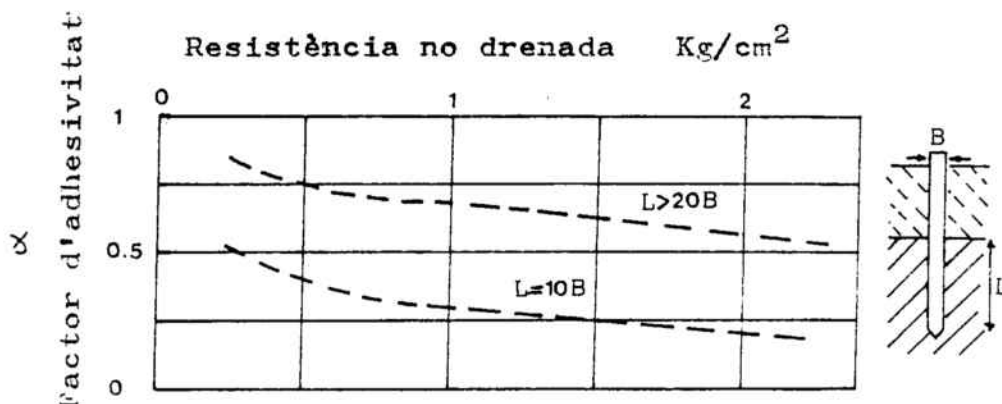
i que aplicant-ho a tota la superfície

$$\text{Càrrega de rotura per fricció} = 192,4 \text{ Tn.}$$

Per tant la càrrega total de rotura (Qd) aplicant-li un coeficient de seguretat (FS= 3), resulta

$$Q_d = 136,1 \text{ Tn.}$$

- b) Quan ens trobem amb les argiles i llims carbonatats estariem al cas de la figura nº 7.3.1-3. Utilitzant el gràfic d'aquesta figura obtindriem:



Per a les argiles carbonatades

$$L = 10 \text{ m}$$

$$Cu = 1 \quad \alpha = 0.68$$

$$\text{relació } L_1 / B = 20$$

per tant,

$$fs \text{ argiles carbonatades} = 0,68 \times 1 = 0,68$$

que aplicant-la a la superfície del pilot, dóna una càrrega de rotura per fricció de 106,8 Tn.

Per a les argiles compactes del Miocè:

$$L = 5 \text{ m}$$

$$Cu = 2,45$$

$$\text{relació} = L_2 / B = 10$$

$$fs \text{ argiles compactes} = 0,3 \times 2,45 = 0,735 \text{ Kg/cm}^2$$

que aplicant-la a la superfície del pilot, dóna una càrrega de rotura per fricció de 57,7 Tn.

La càrrega total de rotura aplicant-hi un coeficient de seguretat ( $FS = 3$ ) és doncs:

$$Q_d = 87 \text{ Tn.}$$

#### 7.3.1.4.- El risc sísmic

Encara que no hem efectuat un estudi específic del risc sísmic del sector, pensem que és necessari fer-hi un esment perquè és un dels paràmetres que condiciona de forma important. la persistència en el temps de les realitzacions humanes, i per tant no es pot ignorar quan estem parlant de la planificació territorial. Donarem només algunes indicacions referents a la informació existent i mesures que caldria adoptar.

Catalunya és considerada com una zona d'activitat sísmica, que presenta com a àrees de més alt grau d'intensitat sísmica: el Pirineu, depressió d'Olot i Serralada Litoral, i que històricament han estat afectades per sismes d'alt poder destructiu. Qui més s'ha dedicat a l'estudi de la sismicitat del nostre país és Eduard Fontseré que ha escrit nombrosos treballs d'observació i recopilació. Algunes dades històriques són recollides precisament en un treball degut a FONTSERÉ i IGLESIES (1.971), del qual hem estriat alguns exemples d'àrees pròximes al sector estudiat i que han estat de gran magnitud (la intensitat epicentral va expressada amb l'escala Mercalli).

- 30 Març 1.410. Barcelona. Grau VIII

- 25 Desembre 1.427. Grau VIII

Sentit des de Montpeller a Barcelona

- 2 Febrer 1.428. Olot. Grau IX

A Barcelona possibilitat que fos pròxim al grau VIII

- 25 Maig 1.448, Grau VIII  
Sentit a Barcelona, Sentmenat, Cardedeu, Llinars i altres
- 21 Juny 1.660. Grau VIII  
Als Pirineus i Barcelona
- 6 Gener 1.853. Grau VII  
Sentit a les comarques litorals des de Vilanova i la Geltrú a Girona

ROCA i UDIAS (1.976), amb les dades del període 1.907-1.974 van avaluar a nivell global de Catalunya i Pirineu, els períodes de retorn corresponents a les diferents intensitats sísmiques epicentrals utilitzant l'escala Mercalli modificada.

|   |   |      |   |    |          |
|---|---|------|---|----|----------|
| I | ≥ | X    | T | 15 | 109 anys |
| I | ≥ | IX   | T | 15 | 38 anys  |
| I | ≥ | VIII | T | 15 | 14 anys  |
| I | ≥ | VII  | T | 15 | 5 anys   |
| I | ≥ | VI   | T | 15 | 2 anys   |
| I | ≥ | V    | T | 15 | 1 any    |

Aquests resultats obtinguts amb un ajust de dades a una distribució de valors extrems tipus I de Gumbel, són quelcom exagerats, tal com reconeixen en un treball posterior BANDA et al (1.980), on consideren més realista el treballar amb la distribució de Gumbel tipus III, la qual incrementa sensiblement els períodes de retorn obtenint 35 i 80 anys per a intensitats VIII i IX respectivament.

CASAS (1.981) amb les mateixes dades del període 1.907-1.974 confecciona uns mapes de Catalunya, del període de retorn per a les intensitats sísmiques IV i VI de l'escala de Mercalli modificada. D'aquest mapa realitzat a escala 1/500.000, el període de retorn que es pot deduir per a les esmentades intensitats, al sector de Mollet-Montornès són:

$$\begin{array}{ll} I \geq IV & T \leq 25 \text{ anys} \\ I \geq VI & T \leq 65 \text{ anys} \end{array}$$

Al text normatiu de la NORMA SISMORESISTENTE (1.974) es defineix els graus d'intensitat de l'escala M.S.K. (equivalent a la Mercalli modificada) de la manera següent:

Grau IV Sisme sentit per moltes persones dins els edificis i algunes fora d'ells. Algunes persones es desperten però ningú no s'espanta. Vibració semblant al pas d'un camió pesat amb càrrega. Les finestres, portes i vaixelles vibren. El mobiliari comença a moure's, els líquids dins recipients oberts s'agiten lleument. Els objectes penjats es balancegen.

Grau VI a) El senten la majoria de les persones, dins i fora dels edificis. Moltes persones surten al carrer espantades. Algunes persones arriben a perdre l'equilibri. Els animals domèstics fugen dels estables. De vegades les vaixelles i cristalleries es peten, els llibres cauen dels estants, els quadres es mouen i els objectes inestables bolquen. Els mobles pesats poden moure's.

- b) Es produeixen danys moderats (fissures a les parets, caiguda de grans trossos de revestiment, cauen teules ...) a les edificacions de tipus A (parets de fang...). Danys lleugers (fissures als revestiments) a algunes construccions de tipus B (parets de maons, blocs de morter...) i moltes del tipus A.
- c) En certs casos es poden obrir esquerdes de fins 1 cm. d'ample en sòls humits. Esllavissades a les muntanyes. Canvis en el cabal de fonts i en el nivell freàtic de pous.

En el nivell de danys a les edificacions intervé el tipus de substrat, i és sabut que els terrenys que permeten més fàcilment un moviment lateral (sorres i graves per exemple) són molt més perillosos que els que es comporten rígidament (esquistos, granit...).

El risc sísmic no es circumscriu a una àrea reduïda, per tant l'estudi de la sismicitat ha de realitzar-se a una escala que abracci molt més que el sector considerat. S'hauria de treballar doncs, en el coneixement dels fenòmens macrosísmics i microsísmics a un nivell global, i si més no, de grans unitats estructurals. El nivell actual de coneixements no permet, però, aportar gaire llum a la predicció del succés.

Malgrat aquests dèficits, pensem que una de les mesures que caldria adoptar al sector de Mollet-Montornès, que sol ser oblidada sistemàticament, és l'aplicació de la normativa sismoresistent a les edificacions, per tal d'esmorteir els efectes destructius del pas de les ones sísmiques.

### 7.3.2.- DANYS AL MEDI NATURAL

#### 7.3.2.1.- Pèrdua de la cobertora edàfica

Bé és sabut que la formació d'un sòl que permeti el desenvolupament de la vida, no és un procés curt i que necessita milers d'anys per a desenvolupar-se i poder donar un bon rendiment. Per tant la seva pèrdua no és un fet anecdòtic i sense importància, i més quan es tracta de sòls que poden donar un alt rendiment en els cultius.

La intensa activitat industrial i urbanística que s'ha generat al sector durant les dècades més recents, ha aprofitat fonamentalment els terrenys pertanyents a les terrasses inferiors dels diferents rius, per a estendre-s'hi. Les accions que més incidència han tingut són:

- Edificació de vivendes
- Construcció de naus industrials
- Extraccions i rebliments
- Pavimentació
- Construcció de grans vials (autopistes)

En aquest moment podem afirmar sense por a equivocar-nos que, dels terrenys de la terrassa inferior dels rius Besòs, Tenes, Congost i Mogent, que inicialment i de forma majoritària eren destinats a conreus, més del 50% han passat a un altre ús, tot suposant la pèrdua irreversible com a terra de cultiu. Aquest fet pensam que no necessita més comentaris.

Als turons miocènics també s'ha donat el fenomen d'ocupació urbana i industrial, però en aquest cas es tracta de terrenys de secà, amb pendents molt més forts i de molta

més baixa productivitat. En aquests terrenys a més, es donen altres casos de pèrdua de sòl per efectes de l'erosió (escolament difús i aixaragallament) que es produeixen en alguns casos per tècniques deficientes de conreu (traçat de solcs a favor del màxim pendent) (foto nº 7.17).

Les mesures que caldria adoptar han d'ésser de tipus preventiu en realitzar la planificació, per tal d'evitar que es malmeti una gran superfície de terreny de qualitat. Es pot qüestionar la localització de moltes indústries no consumidores d'aigua, damunt les terrasses, o fins i tot les mateixes indústries consumidores podrien ser traslladades a altres indrets si és garantís el subministrament adequat. En aquest sentit podrien haver jugat un paper més actiu els terrenys miocens de poc pendent que es troben a prop dels al.luvials, i que són fàcilment excavables.

En el cas de decidir la instal.lació a l'esmentada terrassa, s'hauria de considerar en aquest cas, l'extracció de la capa superior fèrtil i ser traslladada a un altre lloc on es pugui aprofitar.

#### 7.3.2.2.- Contaminació de les aigües

No hi ha cap mena de necessitat de realitzar cap anàlisi per tal d'adonar-se que existeix un alt grau de contaminació de les aigües superficials, que serà més o menys variable en funció del cabal de base que porti el riu corresponent i de la magnitud dels abocaments.

Per aquest motiu és difícil caracteritzar les aigües superficials com ja havíem dit a l'apartat d'hidrogeoquímica. En tot cas aquesta caracterització s'hauria de fer per sectors, i considerant els abocaments intermitjos. El gran nombre d'abo-

caments (vegi's mapa de vulnerabilitat d'aquífers i annex inventari d'abocaments) que existeixen al sector degut a la intensa activitat industrial fa aquesta tasca certament complicada (foto nº 7.19).

Hem disposat d'algunes anàlisis químiques sobre determinats paràmetres de les aigües del riu Tenes i d'uns pocs punts d'abocament líquid del terme municipal de Parets del Vallès, i que ens han estat facilitats per l'Ajuntament. D'antuvi hom observa (vegi's taules nº 7.3.2-1 i 7.3.2-2) aquesta gran variabilitat que parlarem, i que és més palesa en els abocaments. No obstant això, es constata l'alt contingut en determinats components, molt per damunt del que assenyalen les normes espanyoles i internacionals (vegi's taula nº 7.3.2-3).

Els elements que experimenten augments excessius són els cianurs, crom, ferro i la D.Q.O. que solen presentar sovint valors no admesos als esmentats codis. Ara bé, aquests resultats esdevenen al·lucinants si hom té la consideració que per mitjà una Ordre del 4 de Setembre de 1.959 (B.O.E. del 10 de Setembre de 1.959) i una circular de la Direcció General de Obras Pùblicas del 21 de Juny del 1.960, s'estableix una classificació dels rius en funció de llur possible ús i als quals s'establiran diferents graus de limitació a l'abocament d'aigües residuals. Aquesta classificació contempla quatre tipus de cursos:

- protegits
- vigilats
- normals
- industrials

S'anomenen cursos protegits aquells per on circulen aigües destinades a l'abastament d'aigua potable a poblacions. Vigilats permeten usos com la pesca, recs, abeuradors i indústries de caràcter especial. Cursos normals per a usos hidroelèctrics i industrials. Cursos industrials que poden admetre qualsevol grau d'impurificació, per destinar-se a usos on no cal qualitat de l'aigua especial. Donns bé, el riu Tenes, i amb ell tota la Conca del Besòs, són considerats com a cursos protegits, els quals haurien de presentar entre d'altres els requeriments següents:

|          |                    |
|----------|--------------------|
| P H      | 6,5 a 8,7          |
| D.B.O.   | menys de 10 ppm.   |
| Nitrats  | menys de 100 ppm.  |
| Clorurs  | menys de 250 ppm.  |
| Crom     | menys de 0,05 ppm. |
| Cianur   | menys de 0,01 ppm. |
| Manganès | menys de 0,05 ppm. |
| Ferro    | menys de 0,1 ppm.  |

La realitat, doncs, no té res a veure en aquest cas amb el que determina la normativa legal.

Però creiem que hi ha un fet més greu que el de la baixa qualitat de les aigües superficials, i és que com hem vist en parlar de l'hidrologia subterrània (apartat nº 7.2.7.), pressuposem que una bona part de les aigües dels rius de la conca s'infiltra a les proximitats de la confluència amb el Besòs. Això vol dir que una quantitat no menyspreable d'aquests metalls pesants i altres elements, s'incorporaran a l'aqüífer al·luvial, en el qual normal-

ment no es solen fer anàlisis amb determinacions dels metalls pesants.

Al marge d'aquests metalls, els paràmetres de les aigües subterrànies que han estat presentats dins l'apartat d'hidrogeoquímica, assenyalen la presència en concentracions no admeses pel C.A.E. ni l'O.M.S (vegi's taula nº 7.3.2-3) dels Nitrats, amb valors molt alts sobrepasant amb escreix les 100 ppm (no essent tan alt a la Riera Seca i en menor grau a la del Tenes), duresa, amb valors superiors a les 600 ppm. de  $\text{Ca CO}_3$  (llevat del riu Mogent) i a les zones d'aigües més mineralitzades també es troba un excés de calci.

També, tal i com s'assenyala al mapa de vulnerabilitat d'aqüífers, existeixen un bon nombre de pous que hem considerat com a mal protegits, i incloem en aquest concepte:

- pous enderrocats i no tapats
- pous amb el brocal sense tapa

Alguns d'aquests pous presenten mostres evidents de presència de productes contaminants (greixos) a la superfície de l'aigua, i fins i tot es dona el cas de l'existència d'un pou que injecta residus industrials directament a l'aqüífer. Si tenim en compte que existeixen nombroses captacions per a l'abastament urbà que aprofiten les aigües de l'al.luvial, la situació no deixa de ser preocupant (foto nº 7.18).

A tot això cal afegir els efectes dels abocadors d'escombraries, extraccions d'àrids (que seran tractats a part) i els abocadors de residus sòlids industrials. Tot plegat ens dona una imatge d'irreversibilitat en la recuperació

de la qualitat de l'aigua de l'aqüífer, sobretot a l'àrea del Besòs. L'únic aqüífer que sembla que manté uns límits de qualitat acceptables i que no està afectat per una pressió intensa d'abocaments és el del riu Mogent.

Les mesures que es poden adoptar, el més segur és que arribin tard. D'antuvi entenem que per a aquest tipus de perill, és interessant la realització d'un mapa de vulnerabilitats que estaria definit en funció de la permeabilitat. A les captacions existents es podrien establir perímetres de protecció, però en el cas d'al.luvials de poca extensió superficial com són els estudiats, pensem que el perímetre de protecció hauria d'ésser la mateixa zona al.luvial.

L'existència de nombroses focus potencials de contaminació, en molts dels quals no s'ha eliminat la font contaminant (residus enterrats o l'al.luvial) fa estèril l'adopció de mesures de correcció per bombatge intensiu per regenerar l'aqüífer. En aquest cas, l'única possibilitat és el tractament de l'aigua bombejada (moltes empreses s'han vist obligades a col·locar resines bescanviadores per eliminar determinats components, o rebaixar la duresa, etc.)

#### 7.3.2.3.- Els abocadors de residus sòlids urbans

L'eliminació dels residus és un dels grans problemes que tenen plantejats les societats industrialitzades, i ho és també d'aquest sector. Existeixen quatre abocadors de residus sòlids urbans reconeguts com a tals, si bé hi ha un nombre incommptable de punts d'abocament il.legal. Tenint en compte els requisits que

calen per a considerar un abocador com a controlat (vegi's apartat 6.3.2.3), es pot considerar com a controlat l'abocador de Mollet, parcialment controlat el de Granollers i com a incontrolats els de Montornès i Sant Fost de Campcentelles. Tot seguit en descriurem les característiques més importants:

- Abocador de Mollet (foto nº 7.20)

#### VEGETACIÓ

- Distància bosc 100 m.
- Distància cultius 0 m.

#### INFLUÈNCIA HUMANA

- Distància vivenda: 200 m.
- Distància població: 200 m.

#### MORFOLOGIA

- Tipus: vessant
- Volumetria:

#### GEOLOGIA

- Litologia: lutites i arcoses
- Material de recobriment: al mateix lloc però molt limitat. En general es porten cendres i enderroc

#### GEOTÈCNIA

- Ripabilitat: alta
- Estabilitat talussos:

## HIDROLOGIA SUBTERRÀNIA

- Permeabilitat: baixa
- Sorgències: no

## GESTIÓ

- Inexistència de tanca protectora
- Manca de vigilant
- Es disposa de tractor de cadenes per a escampar la brossa
- S'efectúa recobriment diari
- Sembla que hi ha hagut algunes explosions
- No hi ha escampament de plàstics ni papers pels voltants
- No s'han vist animals nocius

## COMENTARI

Es tracta d'un abocador força ben gestionat, però que no impideix l'existència d'abocaments pirates. Molt visible des de l'autopista d'enllaç Montmeló-El Papiol, i del FFCC Barcelona a Sant Joan de les Abadesses. Les explosions i la manca de drenatge de gasos i líquids són aspectes negatius.

- Abocador de Granollers (foto nº 7.21)

## VEGETACIÓ

- Distància bosc: † 200 m.
- Distància cultiu: 0 m.

## INFLUÈNCIA HUMANA

- Distància vivenda: † 200 m.
- Distància població: † 500 m.

## MORFOLOGIA

- Tipus: fons de vall. Antiga extracció
- Volumetria: molt limitada

## GEOLOGIA

- Litologia: sorres i graves al.luvials del riu Congost
- Materials de recobriment: al mateix lloc, però no aconsellable.

## GEOTÈCNIA

- Ripabilitat: alta
- Estabilitat dels talussos:

## HIDROLOGIA SUBTERRÀNIA

- Permeabilitat: molt alta
- sorgències: no

## GESTIÓ

- Existeix tanca protectora
- Hi ha vigilant (però no permanentment)
- Es disposa de tractor per escampar la brossa
- S'efectua (molt poc) recobriment de les escombraries
- No hi ha autocombustió
- Es troben alguns plàstics i papers escampats pels voltants
- S'han trobat rossegadors

## COMENTARI

Si bé es disposa de tanca protectora, i es realitza un mínim cobriment, aquest no és suficient per evitar la presència d'animals. La instal.lació dins una antiga extracció de graves quasi assegura la contaminació de l'aquífer.

- Abocador de Montornès (foto nº 7.22)

## VEGETACIÓ

- Distància bosc: 0 m.
- Distància cultius: 0 m.

## INFLUÈNCIA HUMANA

- Distància vivenda: 1 a 200 m.
- Distància població: + 500 m.

## MORFOLOGIA

- Tipus: fons de vall
- Volumetria: il.limitada

## GEOLOGIA

- Litologia: sorres i graves al.luvials del riu Mogent
- Materilas de rebliment: arcoses miocenes just al costat

## GEOTÈCNIA

- Ripabilitat: alta
- Estabilitat de talussos:

## HIDROLOGIA SUBTERRÀNIA

- Permeabilitat: molt alta
- Sorgències: no

## GESTIÓ

- Inexistència de tanca protectora
- Manca de vigilant
- No hi ha maquinària fixa per escampar la brossa
- S'efectua recobriment periòdic, però no diari, de les escombraries
- No hi ha autocombustió
- Escampament de plàstics i papers pels voltants
- No s'han observat animals nocius

## COMENTARI

Abocador no massa ben gestionat, amb les escombraries massa temps al descobert. Molt malament situat per alta vulnerabilitat del substrat. A més es troba arran de riu, amb possibilitat d'arrossegaments.

- Abocador de Sant Fost de Campcentelles

## VEGETACIÓ

- Distància a bosc: † 200 m.
- Distància cultius: -

## INFLUÈNCIA HUMANA

- Distància vivenda: davant de fàbriques
- Distància població: 0 m.

## MORFOLOGIA

- Tipus: fons de vall. Antiga extracció
- Volumetria: menys de 15.000 m<sup>3</sup>

## GEOLOGIA

- Litologia: sorres i graves de l'al.luvial del Besòs
- Material de recobriment: -

## GEOTÈCNIA

- Ripabilitat: alta
- Estabilitat de talussos: -

## HIDROLOGIA SUBTERRÀNIA

- Permeabilitat: molt alta
- Sorgències: no

## GESTIÓ

- Inexistència de tanca protectora (n'hi ha una ineficaç)
- Manca de vigilant
- No hi ha màquina per a escampar la brossa
- No s'efectua recobriment de les escombraries
- Es produeix autocombustió
- No es veuen plàstics ni papers escampats

## COMENTARI

Abocador incorrectament situat i mal gestionat. Produeix fums i pot afectar la qualitat de les aigües de l'aqüífer.

De cara a facilitar l'elecció de la possible solució de l'eliminació de residus sòlids urbans al sector considerat, disposem de dades d'un mostreig realitzat per nosaltres amb la col.laboració de personal de l'Ajuntament de Mollet, durant els dies 19 de Desembre de 1.980 i 31 de Gener de 1.981. Les mostres procedien de diferents barris de Mollet i de pobles veïns, i s'analitzaren un total de 150 Kg. de brossa.

Abans de comentar els resultats cal dir que aquesta presa de mostres presenta algunes limitacions:

- a) Els volums analitzats representen un percentatge molt petit de la producció diària. Per a pal.liar una mica aquest defecte es varen diversificar els punts de presa de mostres.
- b) L'època del mostreig estava limitada als mesos d'hivern i la composició de la brossa experimenta fortes variacions estacionals.
- c) Les mostres corresponien exclusivament a bosses domèstiques

Els resultats obtinguts han estat els següents:

|                   |        |
|-------------------|--------|
| Matèria orgànica: | 60,67% |
| Paper:            | 11,24% |
| Metalls:          | 3,01%  |
| Draps:            | 1,66%  |
| Vidre:            | 7,97%  |
| Plàstics:         | 6,31%  |
| Diversos:         | 9,07%  |

Aquesta composició indica un percentatge molt elevat en el contingut en matèria orgànica. Al mateix temps es constata que el contingut d'elements combustibles (paper, draps, fustes, plàstics...) no arriba al 20% del conjunt. Segons Tanner (citada a ESPLUGUES I GUTIERREZ 1.977), el percentatge mínim d'elements combustibles ha d'ésser el 25% perquè sigui viable el camp de la incineració. Per tant rebutjaríem aquesta solució, que a més vol uns costos elevats d'instal·lacions.

Les solucions que veiem més factibles, són a curt termini, l'abocador controlat, per al qual caldria buscar terrenys amb un mínim de garanties en les característiques hidrogeològiques (unitats: poc vulnerable i parcialment vulnerable del mapa de vulnerabilitat d'aqüífers) i amb possibilitat d'obtenir material per a recobriment. A mig termini podria plantejar-se la solució del reciclatge-computatge amb abocador annex (sembla hi ha un percentatge de rebuig que cal eliminar) i que permetria la recuperació de les matèries primeres contingudes als residus, amb un baix cost de manteniment i un impacte mínim sobre el medi natural. En aquest darrer mètode, cal però, la creació d'una infraestructura comercial per a la venda del compost i els subproductes que facin viable la planta.

#### 7.3.2.4.- Les extraccions d'àrids

Ens troben davant d'una de les activitats que produeixen un impacte ambiental més elevat, l'activitat de la qual s'ha estès al llarg dels rius Besòs i Congost fonamentalment. L'extracció d'àrids ha estat una activitat altament rendible donada la facilitat d'extracció i la senzillesa de les instal·lacions. Aquesta rendibilitat no

s'ha traduït en una posterior compensació deixant el medi en condicions acceptables per a la reutilització. En efecte, s'ha cobrat per extreure i s'ha cobrat per deixar abocar-hi residus que en un principi havien d'ésser inerts i que a la pràctica han estat, amb poques excepcions, altament perillosos. Quan l'explotació s'ha realitzat en règim d'emprèstit pagant un lloguer i comproment-se a la recuperació, s'ha deixat un relleu relativament acceptable, i quan això no ha estat així s'ha abandonat de qualsevol manera (foto nº 7.24).

L'incidència d'aquestes extraccions la podem resumir a tres nivells:

- Contaminació de les aigües subterrànies i modificacions de flux
- Canvi de morfologia final
- Modificació de les característiques geotècniques

#### Contaminació i modificació de flux de les aigües subterrànies

En alguns casos s'ha observat pèrdues brusques del rendiment d'alguns pous en produir-se l'extracció i posterior rebliment d'una part de l'al.luvial, aquest és el cas del pou nº 113 que, segons dades facilitades pel seu propietari, ha passat de rendiments de 20 m<sup>3</sup>/h. a menys de 20 m<sup>3</sup>/dia. Les possibles causes d'aquest canvi en el rendiment han de ser degudes a la pèrdua de permeabilitat que es pugui produir en canviar graves netes per terres i cascots, i en alguns casos quen es disposa d'instal.lació de rentat, per l'acumulació de fins del rentat de la grava. Al Nord d'aquest pou que hem esmentat es produeix una densificació de la piezometria (vegi's mapa hidrogeològic)

que pot indicar aquesta pèrdua de permeabilitat. No obstant això, no s'observa el mateix fenomen a d'altres llocs, i un dels possibles motius pot ser que en general no s'afecti a massa secció de l'aqüífer, mentre que en el nostre cas, el poc gruix de la formació al·luvial faria que la incidència del rebliment fós més gran.

La contaminació de les aigües ve donada pel rentat dels rebliments per la pluja o bé per rentat directe de les aigües de l'aqüífer. D'antuvi cal dir que l'extracció de sorres i graves per sota el nivell freàtic no està autoritzat, però la realitat és que això no s'ha complert en general (foto nº 7.25), i a més tal com s'ha assenyalat a la conca del Llobregat (VELARÓ 1.977) aquesta mesura prohibitiva pot ser ineficaç quan l'extracció es realitza a èpoques amb el nivell freàtic deprimat, el qual en tornar a ascendir anegarà el rebliment. Aquests rebliments haurien de ser inerts (enderrocs, terres i cascots...) però molts dels abocaments de residus industrials, que per cert no tenen oficialment un abocador exclusiu per a ells, han estat efectuats aprofitant les excavacions (foto nº 7.26 i 7.27), com també ho han fet els urbans (foto nº 7.28).

Finalment s'ha de dir que l'abandó de grans depressions on apareix el nivell freàtic directament en contacte amb la superfície, constitueix igualment en focus potencial i permanent de risc de contaminació (aquests punts també han estat assenyalats al mapa de vulnerabilitat dels aqüífers).

#### Canvi de morfologia

El segellat del rebliment pot donar lloc, com hem dit, a

un relleu completament irregular inaprofitable, amb nombrosos clots (foto nº 7.24) o també s'ha donat per finalitzada l'activitat sense haver-se produït el rebliment total, amb el que s'obté un paisatge completament degradat i inaprofitable per qualsevol ús (que no sigui l'abocament, és clar!).

Quan s'ha recuperat l'ús inicial del terreny (normalment agrícola) hom ha constatat una sèrie de fets:

- La fertilitat del terreny és molt inferior a la inicial, no essent possible repetir els cultius originals.
- El drenatge superficial del terreny és ara molt diferent, donant lloc a una baixa infiltració de l'aigua de pluja.
- La restitució de la superfície inicial no sol ser perfecte i apareixen nombroses depressions que juntament amb el drenatge deficient donen lloc a embassaments que es perllonguen alguns dies i, fins i tot setmanes després de les pluges que els han provocat (foto nº 7.29).

Una altra modificació de la morfologia inicial, la constitueixen les voluminoses escombreres constituïdes per l'acumulació de grans còdols rebutjats en el procés extractiu, i que s'apilonen al llarg del traçat del Besòs i Congost, essent un efecte més de la degradació paisatgística de la zona (foto nº 7.30).

#### Modificació de les característiques geotècniques

Ja ho hem comentat parcialment a l'apartat de Geotècnia, en esmentar els rebliments. En efecte, no cal oblidar que

aquestes àrees d'extracció es localitzen a una zona de forta pressió urbanística i moltes d'elles es troben limitant amb algunes poblacions i/o polígons industrials. L'ocupació d'aquests terrenys per a edificar pot donar lloc a un encariment de les fonamentacions (necessitat d'utilitzar pilòis, o necessitat adoptar tècniques de millora com la precàrrega, etc.) o en el cas d'oblir a la producció de danys a les estructures per assentaments diferencials.

Si bé no neguem l'adopció d'un ús seqüencial que pugui ser: extracció-rebliment-edificació, la programació d'aquest ús ha de ser feta "a priori", i no a remolc dels esdeveniments. Aquesta planificació permetria el control tant de l'extracció, com del procés de rebliment que amb costos addicionals baixos (compactació per etapes) donaria lloc a unes àrees molt més aprofitables.

Tal com havíem comentat en parlar de la contaminació dels aqüífers, les mesures preventives han fet tard, ja que és molt gran la superfície afectada per les extraccions, com no semblen viables econòmicament les mesures de correcció de la contaminació, el primer pas de les quals hauria d'ésser la reextracció dels productes contaminants. No obstant això, i per tal de no empitjorar la situació i permetre la protecció de les captacions existents es podrien adoptar les mesures següents:

#### A nivell preventiu

- Prohibició de noves extraccions a la terrassa inferior (fet que ja ha posat en pràctica la C.A.P.O.)
- Difusió a nivell de documentació urbanística de les zones amb rebliments i que són susceptibles de pro-

blemes geotècnics

- Indirectament relacionat amb la problemàtica de les extraccions és imprescindible localitzar llocs adequats per a l'abocament de residus industrials i urbans

#### A nivell de correcció

- Realització d'estudis de reaprofitament dels espais abandonats, amb la possibilitat de creació d'estanys artificials i repoblació forestal als llocs on apareix el nivell freàtic, i àrees d'equipaments esportius i de lleure a les zones ja reomplertes i no reutilitzades.
- Control de la qualitat de les aigües dels aqüífers per tal de localitzar els focus més perillosos pel contingut en matèries contaminants, i plantejar la reexcavació d'alguns d'ells per tal d'eliminar aquestes fonts permanents.

### 7.3.3.- PERJUDICIS SOBRE LES ACTIVITATS HUMANES PER MODIFICACIONS PRODUÏDES AL MEDI

#### 7.3.3.1.- Problemàtica dels horts il.legals

Un dels problemes sanitaris que es presenten relacionats amb la utilització irresponsable d'aigües amb qualitat deficient, és el dels horts il.legals. Al costat d'alguns dels pobles de la conca i enganxats als marges dels rius, sol produir-se un fenomen de parcel.lació minifundista que aprofita en general zones degradades o simplement ermes. Al marge del

colpiment estètic d'aquestes àrees (vegi's foto nº 7.31), són rius potencials de transmissió de malalties.

Una passejada per aquestes àrees fa adonar-nos que no disposen, en general, de pous per a poder regar el cultiu d'horta (molt sovint verdura que es menja crua: enciams, escaroles, tomàquets ...). La solució que en alguns casos d'adopta és el rec directament amb les aigües dels rius, la qualitat de les quals ja hem comentat. En alguns casos s'utilitzen aparells realment enginyosos (foto nº 7.32), o en altres, tan sols a cops de galledes.

No existeix cap mena de control sanitari d'aquests productes, com tampoc de llur possible distribució i venda pels mercats d'aquests pobles, constituint, com acabem de dir, un focus potencial de malalties i possibles epidèmies.

Pensem que no hi ha solució adequada per a aquest cas i que haurien d'ésser eliminats, a no ser que els respectius Ajuntaments volguessin fer-se'n càrrec de la parcel·lació, abastament de l'aigua i control sanitari, i evidentment es tractaria d'una sobrecàrrega de responsabilitats que no sempre estan disposats a acceptar.

### 7.3.3.2.- Constreyniments de l'activitat constructiva i d'obres públiques

#### Estabilitat dels talussos

Els talussos no solen ser excessivament problemàtics en aquest sector, perquè la suavització dels relleus de la depressió no obliga a grans desmunts, mentre que a la Serralada Litoral la manca d'expansió urbanística pels terrenys rostos

| DATA     | CONDUCTIVITAT |  | P H | D Q O<br>MnO <sub>4</sub> K | D B O<br>ppmO <sub>2</sub> | DETERGENTS |  | Fe<br>ppm | Mn<br>ppm | Cr<br>ppm | CN<br>ppm |
|----------|---------------|--|-----|-----------------------------|----------------------------|------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
|          | MS/<br>cm     |  |     |                             |                            | ppm ABS    |  |           |           |           |           |
| 9/11/78  | 983           |  | 7,6 | 18,3                        | 22,8                       | 0,12       |  | 0,4       | 0,3       | 0,028     | -         |
| 29/11/78 | 1.130         |  | 7,8 | 86,4                        | 109,0                      | 0,38       |  | 0,3       | 0,28      | 0,024     | -         |
| 30/11/78 | 1.385         |  | 7,8 | 65,6                        | 89,7                       | 1,06       |  | 1,5       | 0,27      | 1,152     | -         |
| 14/12/78 | 1.995         |  | 8,2 | 816,0                       | 714,0                      | 2,90       |  | 0,89      | 0,44      | 0,83      | 0,034     |
| 17/1/79  | 1.965         |  | 7,6 | 59,2                        | 51,7                       | 0,96       |  | 1,62      | -         | 3,20      | 0,021     |
| 6/2/80   | 2.414         |  | 8,3 | 21,23                       | 377,2                      | 4,04       |  | -         | -         | 0,625     | 0,08      |
| 5/3/80   | 1.620         |  | 7,6 | -                           | -                          | -          |  | -         | -         | -         | 0,176     |
| 26/3/80  | 1.580         |  | 8,7 | 202,0                       | -                          | -          |  | -         | -         | 0,21      | 0,506     |
| 21/5/80  | 1.445         |  | 9,0 | 9,0                         | 88,5                       | -          |  | -         | -         | -         | 0,82      |

Taula nº 7.3.2-1

Resultats analítics del contingut en determinats components del Riu Teneles al seu pas pel terme de Parets del Vallès

| Punt | Data     | Conductivitat<br>MS/cm | P H  | D Q O<br>(MnO <sub>4</sub> K) | D B O<br>ppm O2 | Detergents<br>ppm ABS | Fe<br>ppm | Mn<br>ppm | Cr<br>ppm | CN<br>ppm |
|------|----------|------------------------|------|-------------------------------|-----------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 35   | 9/11/78  | 3.840                  | -    | 688,0                         | 1.330,0         | 1,15                  | -         | -         | -         | -         |
| 34   | 9/11/78  | 1.250                  | 7,1  | 47,2                          | 51,0            | 5,1                   | 1,25      | 0,8       | 0,85      | 0,092     |
| 33   | 29/11/78 | 14.450                 | 2,2  | 592,0                         | 330,0           | 10,2                  | 2375,0    | 0,09      | 46,8      | -         |
| 41   | 29/11/78 | 1.435                  | 7,8  | 99,2                          | 139,0           | 4,6                   | 0,34      | -         | -         | -         |
| 47   | 30/11/78 | 1.700                  | 7,6  | 112,0                         | 164,0           | 0,22                  | 0,98      | 0,086     | 0,33      | -         |
| 48   | 30/11/78 | 1.370                  | 8,4  | 14,7                          | 24,0            | 0,14                  | -         | -         | -         | -         |
| 49   | 30/11/78 | 6.960                  | 8,0  | 62,4                          | 72,5            | 0,45                  | 0,39      | -         | -         | -         |
| 52   | 14/12/78 | 2.120                  | 7,55 | 48,8                          | 12,4            | -                     | -         | -         | 0,46      | -         |
| 53   | 14/12/78 | 1.265                  | 8,0  | 30,4                          | 15,4            | 3,15                  | 2,1       | 0,15      | 38,1      | 0,24      |
| 72   | 24/1 /79 | 1.360                  | 7,6  | 7,4                           | 3,9             | 0,18                  | -         | -         | 0,07      | -         |

Taula nº 7.3.2-2

Resultats analítics del contingut en determinats components de diversos col.lectors industrials que aboquen al riu Teneš dins el terme de Parets del Vallés

|               | <u>C.A..E. (1.967)</u>   |                         | <u>O.M.S. (1.972)</u> |                     |
|---------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|
|               | caràcters<br>convenients | caràcters<br>tolerables | màxim<br>desitjable   | màxim<br>admissible |
| =====         |                          |                         |                       |                     |
| Conductivitat | -                        | -                       | -                     | -                   |
| P H           | 7 - 8,5                  | 6,5-9,2                 | 7-8,5                 | -                   |
| Duresa        | -                        | -                       | 100                   | 500                 |
| Calci ppm     | 100                      | 200                     | 75                    | 200                 |
| Magnesi ppm   | 50                       | 100                     | 30                    | 150                 |
| Ferro ppm     | -                        | -                       | 0,1                   | 1,0                 |
| Manganès ppm  | -                        | -                       | 0,05                  | 0,5                 |
| Cianurs ppm   | 250                      | 350                     | 200                   | 600                 |
| Sulfats ppm   | 200                      | 400                     | 200                   | 400                 |
| Nitrats ppm   | 30                       | 30                      | -                     | -                   |
| D Q O         | 3                        | 3                       | -                     | -                   |
| Amoniac ppm   | Prohibit                 |                         | -                     | -                   |
| Crom ppm      | --                       | 0,05                    | -                     | -                   |
| Clorurs ppm   | -                        | 0,01                    | -                     | 0,05                |

Taula nº 7.3.2-3

Grau d'acceptació del contingut de diferents elements dins l'aigua, segons el Código Alimentario Español i l'Organització Mundial de la Salut.

ha evitat l'aparició de problemes lligats amb inestabilitzacions.

Als terrenys al·luvials no existeixen, es pot dir, talussos perquè en trobar-se a les parts més deprimides i amb relleus plans no hi ha cap necessitat de realitzar excavacions. Per tant, s'analitzaran altres casos:

- Esquistos i pòrfirs: sempre i quan el sistema de fracturació de la roca no sigui molt desfavorable per aparició de planes que permetin rotures en falques o lliscaments, és normal prendre la relació

1: 2      Horitzontal/ Vertical

- Arcoses, argiles i conglomerats: els nivells conglomeràtics solen donar lloc a la caiguda de còdols aïllats per arrossegament de la matriu per l'aigua d'escolament difús, mentre que les arcoses i argiles solen donar lloc a desprendiments persoscavament del peu del talús. En talussos molt elevats (+ 6 mt.), és necessària la construcció de bermes, però en general s'accepta la relació

1: 1,5

#### Alguns problemes de gestió

Presentem ara diversos problemes d'importància que s'han produït per motius diferents. Un d'ells és l'anegament de soterranis al barri de la Plana Lledó de Mollet del Vallès. El progressiu augment del nivell freàtic va arribar a fer impossible la utilització d'aquesta part dels edificis. Per mitjà d'anàlisis químiques, es va arribar a determinar que aquesta aigua era una mescla d'aigües de l'al·luvial de la Riera del Caganell i d'aigües del Ter, la conducció de les quals passava per una zona pròxima. Aquesta conducció presentava pèrdues,

que eren drenades per una antiga mina que atravessava longitudinalment i paral·lelament al torrent l'aqüífer al·luvial. Quan es van construir els esmentats edificis les fonamentacions van rebentar la mina i interromperen la circulació d'aigua. En produir-se la fuga de la conducció d'aigües del Ter, l'aigua va ser frenada pels fonaments i va començar l'ascens. La solució del problema s'ha encaminat per la reparació de l'avaria de la conducció i bombatge de l'aigua al Pou de Can Borrell abans d'arribar als edificis (pou nº 11).

Altre cas lligat amb les aigües subterrànies ha estat la construcció de les autopistes. L'impacte ambiental que provoquen aquests tipus d'obra pública presenta un problema àmplia i específica que ara no tractarem aquí. Una de les conseqüències de l'obertura de grans desmunts (com a l'autopista d'enllaç de Montmeló al Papiol entre la Riera de Caldes i la del Caganell, o l'autopista a Girona, després de l'enllaç de Granollers) ha estat la intercepció de diversos nivells aquífers, i fins i tot d'alguna mina (al desmunt de Granollers). El resultat immediat s'ha traduït en la pèrdua de rendiment d'alguns pous situats al marge Sud de les esmentades autopistes. A més d'això, els talussos per aquest motiu drenen aquífers i observem diverses zones de regalims i sorgències, donant lloc a nombroses inestabilitzacions locals dels talussos que fan ineficaços els enherbaments d'estabilització que havien estat realitzats.

Un darrer exemple és el produït com a conseqüència de l'endiguament i canalització del Besòs, durant el qual s'ha procedit a rebaixar el perfil transversal de la lleva per extracció dels dipòsits de graves superficials. El riu Tenes en arribar a la desembocadura es veu forçat a salvar un desnivell que s'ha traduït per un augment de l'energia erosiva, tot excavant el seu llit repressivament. La sobreexcavació

no arriba a un metre de profunditat, però ha estat suficient per a començar a descalçar els pilars del ferrocarril de Barcelona a Sant Joan de les Abadesses, els quals mostren el nivell original dels al.luvions (foto nº 7.33). De vegades hom sol oblidar fàcilment certes còes i pensem que cal fer memòria del trist cas del pont de Molins de Rei, que salvant les distàncies, va ser enderrocat pel mateix tipus de procés. Caldria dones un reconeixement immediat de l'estat de la fonamentació i la recerca de mesures de protecció de l'obra.

El procés de sobreexcavació l'hem identificat també al Congost sense que aparentment, per ara, es vegin símptomes d'afecció a cap estructura.

Aquesta colla d'exemples i altres que podrien sortir, no fan més que posar en evidència la necessitat de la realització d'estudis d'impacte per algunes actuacions. Algunes solucions preses a temps podrien evitar danys a tercers.

#### 7.3.4.- GESTIÓ DELS RECURSOS

##### Recursos hídrics

Tal i com s'ha pogut comprovar en la realització del balanç hídric de les conques del Besòs, Tenes i Congost, existeix una sobreexplotació a la conca del riu Tenes on el balanç anual surt nul o lleugerament negatiu. Tenint en compte que el balanç significa una situació promig, és evident que a les èpoques de nivells baixos, moltes captacions restaran eixutes o amb nivells quasi inexplotables, circulant l'aigua fonamentalment pel paleocanal més profund que són de fet els únics pous que encara mantindran un alt nivell de producció. Es fa necessari, doncs, la racionalització de les explotacions i la recerca de tèc-

niques d'elaboració industrial que redueixin el consum, o o privin la tendència a la recirculació (com ja s'han vist obligades a fer algunes indústries).

L'explotació més intensa del paleocanal podria resoldre alguns casos puntuals, però també es tendiria a la sobreexplotació, que en aquest cas és més greu, ja que gran part dels subministraments de Montmeló i Parets aprofiten aquest solc.

La conca del Congost no està sotmesa a sobreexplotació, sinó que observa uns excedents de l'ordre de  $2 \text{ Hm}^3/\text{any}$ . Els problemes que apareixen en el subministrament, són deguts a que els pous es situen al marge dret del riu, on el gruix al·luvial és de l'ordre de 6 mt., el qual, a més, no rep aportacions del riu (almenys en aquest sector). En canvi el marge esquerre, després del barri de Palou, no està gairebé explotat i el paleosolc presenta profunditats d'almenys 10 mt., gruix que dóna una certa garantia de rendiment.

Per al riu Besòs, el balanç també és positiu, amb un excedent de  $4,7 \text{ Hm}^3/\text{any}$ . Bé és cert que aquest excedent no és tan significatiu si les aportacions de les aigües del Ter ( $2,34 \text{ Hm}^3/\text{any}$ ) s'haguessin de treure de l'aqüífer. Aquesta conca observa també símptomes de sobreexplotació per pèrdua de rendiment d'algunes captacions. Aquesta sobreexplotació pensem que no és del tot real, i que més aviat és deguda a la mala distribució de les captacions. En efecte, no es troben gaires pous que atravessin els paleosolcs de l'al·luvial (en alguns casos per passar per àrees urbanes i en d'altres per passar arrambats al marge de l'aqüífer). L'aprofitament, doncs, d'aquestes àrees augmentaria notablement els recursos disponibles.

En definitiva, llevat de la conca del riu Tenes, que es

troba clarament sobreexplotada, una redistribució de les explotacions a les conques del Congost i Besòs permetria augmentar sensiblement uns recursos potencials. De tota manera, seria erroni considerar només aquest sector, perquè una explotació abusiva d'aquest minvaria sensiblement els recursos de la resta de l'al.luvial aigües avall. La gestió de la conca s'ha de realitzar a nivell global i no parcial com hem fet en aquest cas.

#### Recursos en roques industrials

Davant la problemàtica suscitada al voltant de les extraccions d'àrids, no és convenient l'explotació de la terrassa inferior. De tota manera a les zones ja urbanitzades seria interessant que als terrenys que han d'ésser ocupats per vivendes, es pogués realitzar una extracció realment controlada, i posterior rebliments utilitzant tècniques de compactació per després permetre l'edificació. De cap de les maneres s'hauria de permetre l'excavació per sota el nivell màxim assolit per les aigües, i el rebliment hauria d'ésser veritablement inert.

D'altra manera no hi veiem cap mena de possibilitat d'obtenció dels recursos, que no sigui anant a cercar-los fora del sector.



## 8.- RESUM DE CONCLUSIONS

### A nivell conceptual i metodològic

La necessitat de la consideració dels paràmetres geològics als estudis de planificació del territori, és un fet evident que ve confirmat per nombroses conseqüències de tipus econòmic i sociològic que es poden produir quan són oblidats. La importància d'aquests paràmetres pot ser analitzada de forma global en considerar les diverses interaccions entre les activitats humanes i el medi geològic, tot distingint quatre tipus de dinàmica:

- a) el medi geològic actua com a limitació del creixement de les activitats humanes
- b) algunes actuacions humanes donen lloc a determinades degradacions, de vegades irreversibles, de les característiques del medi.
- c) les modificacions produïdes per l'home de la dinàmica inicialment existent, poden generar-ne una de nova o modificacions de l'anterior que puguin comportar danys a la pròpia activitat humana.
- d) la incorrecta gestió dels recursos naturals, pot determinar la creació de situacions que dificultin, e - normement, el desenvolupament harmònic de les activitats humanes a curt i llarg termini.

No obstant, el pes dels paràmetres geològics és variable en funció dels tipus d'estudi de planificació que es vulgui realitzar i de les característiques intrínseques del medi. El tipus i la quantitat de paràmetres geològics que cal considerar és variable en funció si es tracta d'estudis puntuals (estudis d'impacte), estudis en zones urbanes, zones metropolitanes o

periurbanes i zones rurals. Des del punt de vista d'aquests estudis en principi és pot dir, que la incidència dels paràmetres geològics dintre la consideració del medi natural, disminueix des dels estudis puntuals, fins als estudis de zones rurals ( llevat de casos molt específics, com pot ser un alt grau de sismicitat, gran perill de riuades,.... que influeixen en tot tipus d'activitat). Per aquest motiu, els condicionaments que presenten les característiques del medi geològic davant d'un projecte concret ( construcció d'edificis, carreteres, instal.lació d'un abocador d'escombraries,, pot ser molt rellevants, mentre que en tractar la planificació de l'ús d'un territori on s'ha de prendre la decisió entre l'ús agrícola, residencial, industrial, esbarjo o d'altres, aquests paràmetres són insuficients per avaluar les potencialitats del medi, i han de considerar-se conjuntament amb més factors (qualitat agrícola dels terrenys, característiques silvícoles,...). En definitiva doncs, els paràmetres geològics poden indicar constrenyiments i aptituds davant d'un tipus de sol.licitud del terreny, però no permeten directament poder escollir entre diverses activitats o usos potencials, que és el que de fet pretén l'ordenació territorial.

La manera més idònea per a considerar les característiques geològiques és per mitjà de les cartografies. En estudis de planificació és condició necessària que es considerin tots els paràmetres que poden tenir una determinada influència, en el cas contrari s'ha de ser conscient d'aquesta mancança i no extreure conclusions errònies per oblit d'aspectes fonamentals ( la planificació d'un creixement urbà o industrial pot veure's aturat per la manca de previsió de recursos hídrics disponibles, o un bon terreny per a l'activitat residencial pot esdevenir un lloc inadequat si s'havia oblidat l'existència de risc sísmic).

Amb tot, no n'hi ha prou en contemplar tots els paràmetres, sinó que cal una jerarquitització del pes que han de jugar i la importància que se'ls ha de donar, ja que alguns d'ells poden ser decisius , mentre que d'altres són simplement secundaris. Si hom disposa d'una

matriu de dades on s'expressen els diferents requisits geològics contra possibles usos, pot ser una font d'errors el realitzar valoritzacions de les aptituds per a diferents activitats només en funció del nombre d'incompliments als diferents llocs considerats. Cal la distinció d'uns requisits fonamentals, l'incompliment dels quals invalida el possible ús del lloc o àrea davant l'activitat proposada (permeabilitat davant la localització de possibles abocadors, existència de recursos hídrics davant de certes activitats industrials,....). Altres requisits secundaris permeten classificar els punts que aconsegueixen els mínims requisits fonamentals.

La major part de paràmetres poden ser representats en un atlas de mapes, però en ells cal distingir dos tipus conceptualment diferents, i que corresponen a diferents etapes en l'estudi d'un sector de cara a la seva planificació :

- a) Mapes on es representen les característiques intrínseques del medi (litologia, geomorfologia, recursos...) on s'expressen les dades de base que defineixen el medi i en els quals no hi ha valoració subjectiva : mapes de descripció.
- b) Mapes on a partir de les dades anteriors s'interpreten les potencialitats o limitacions del medi davant els possibles usos ( amb una llegenda en general senzilla on s'indica, per exemple, l'aptitud, l'aptitud parcial o la inaptitud) : mapes d'interpretació.

Els primers tipus de mapes esmentats solen presentar poques modificacions amb el temps, mentre que els segons poden variar força en funció dels avenços tècnics o dels requeriments de la societat (pertant, s'han d'anar posant al dia periòdicament). L'interès principal d'aquesta forma de presentació de les cartografies, rau en que el lector sap quines són les dades de base (expressades en els mapes de descripció) que han estat utilitzades per a la realització dels mapes d'aptitud o risc (mapes d'interpretació) i pertant es

pot conèixer el grau de fiabilitat de les cartografies obtingudes ( en aquest aspecte és molt convenient afegir cartografies de situació de la informació utilitzada).

Davant la multiplicitat de termes que fan referència al paper de la Geologia en els estudis de Planificació, es proposa utilitzar :

- a) Geologia ambiental , per analitzar els aspectes que pertocuen a la possibilitat de danys al medi natural.
- b) Geologia urbana, restringida als estudis realitzats dins l'àmbit de les ciutats i a llur creixement immediat.
- c) Geologia aplicada a l'ordenació territorial , per a referir-se als estudis d'ordenació del territori on s'ha d'escollir entre possibles usos ( agrícola, residencial, industrial,....)

El terme "cartografia geotècnica" que s'utilitza de vegades per a designar col·leccions de mapes on d'entre d'altres s'hi troben mapes hidrogeològics, geomorfològics,.... pot resultar confusori i el restringiríem als mapes que expresen les característiques mecàniques dels sòls i roques.

Finalment a les realitzacions pràctiques durant l'etapa de recollida de la informació existent es constata dos fets :

. dispersió de les fonts d'informació en nombroses entitats que obliga a la inversió d'una part important de temps en la recopilació de les dades.

. manca de normalització completa de les descripcions i assaigs efectuats, que es tradueix en una dificultat de comparança de les dades.

Davant d'això es planteja la ineludible necessitat de creació de bancs de dades que permetin la ràpida consulta i un millor tractament per a llur interoretació. La creació d'aquest banc de dades porta implícit la unificació de les descripcions i assaigs que és una feina bàsica prèvia.

#### A nivell d'estudis realitzats al Vallès Oriental

Les conclusions bàsiques de les dues àrees pilot que hem considerat: Centelles-Aiguafreda i Mollet-Montornès, estan ampliament explicitades als capítols 6.3 i 7.3 respectivament.

Un fet s'ha manifestat de manera molt clara i és el diferent grau d'implantació humana la qual es tradueix a més, per un volum d'informació disponible que juntament amb la desigual composició litològica d'ambdós sectors, ha donat lloc a l'obtenció de documents cartogràfics diferents, com tampoc no sempre s'han representat de la mateixa manera els paràmetres geològics que es trobaven als mapes que tenien la mateixa denominació.

En efecte, alguns paràmetres com ara pot ser les característiques geotècniques referides a la fonamentació d'estructures, no s'han indicat al sector de Centelles-Aiguafreda. La manca d'informes geotècnics que fornissin dades sobre la capacitat constructiva dels materials d'aquest sector, és degut sobretot a la inexistència de problemes en la construcció de fonamentacions. El substrat tant paleozoic, com secundari i terciari, presenta unes característiques excel·lents de capacitat de càrrega, només els recobriments quaternaris poden donar alguna dificultat que es salvada fàcilment degut al poc gruix d'aquestes formacions (2-3 mt. en general) que permet de fonamentar directament sobre el substrat resistent. En canvi, al sector de Mollet-Montornès, els materials no són tan aptes, presenten valors més modestos de la resistència i amb heterogeneïtats a les formacions (bossades de llims a les formacions al·luvials, rebliments, ...) que poden constituir un risc per a l'obra construïda, i per tant justifica la caracterització geotècnica dels materials.

Un segon aspecte a destacar és el grau de reversibilitat de les modificacions introduïdes en el medi degut a les activitats humanes. La major pressió demogràfica del sector de Mollet-Montornès, ha accelerat els canvis en la dinàmica inicial tot afectant una gran superfície. Així doncs, la recuperació dels aqüífers contaminats, la recuperació i millora d'espais afectats per les extraccions, la relocalització de certes activitats.... és difícil i costós. Al sector de Centelles-Aiguafreda no obstant, encara s'hi és a temps per adoptar mesures de prevenció i correcció que permetin un creixement quelcom respectuós amb el medi.

tot seguit indicarem els aspectes més sobresortints de l'ordenació d'aquests sectors, tot realitzant una síntesi del que ha estat exposat als capítols 6.3 i 7.3.

#### SECTOR CENTELLES-AIGUAFREDA

Segurament el condicionament més important que limita el futur creixement urbà i industrial i del sector primari, són els recursos hídrics. Si bé a hores d'ara el balanç és positiu, el creixement de les demandes i la impossibilitat tècnica d'extreure tot el volum que es renova anualment, pot donar lloc a l'escassetat de recursos a mig termini. L'adopció de mesures que aconduixin a un millor aprofitament dels recursos actuals ( controlar les pèrdues de la xarxa de distribució, reconvertir determinats processos industrials,..), afinar amb més precisió el volum de recursos disponibles i preveure en el seu cas la importació d'aigües d'altres llocs, hauria d'ésser un objectiu prioritari. En el mateix sentit s'han d'adoptar mesures de control i prevenció de la contaminació sobretot a les àrees assignades com a vulnerables o molt vulnerables.

L'activitat industrial, llevat del que acabem de dir, no té massa problemes de localització a Centelles, però sí que es veu limitada a Aiguafreda on només disposa dels terrenys de la plana al·luvial al Nord de la població. El relleu condiciona també l'expansió ur -

vana del mateix poble, que es veu obligat cada vegada més a ocupar terrenys més rocosos (20-35%), amb el corresponent encariment per la baixa ripabilitat que en ocasions ofereix el substrat. Igualment han d'ésser excloses les activitats residencials de les amples zones que es troben per sota els cingles ( fins 100 mt. per sota del peu del cingle), on l'existència de desprendiments rocosos posa en perill vides i construccions (Urbanització St. Pau).

De la mateixa manera, el traçat de camins i carreteres presenta greus problemes de disseny perquè existeixen nombroses barreres morfològiques i els pendents són importants. Les obres a realitzar en l'execució dels diferents projectes, presentaran grans dificultats en l'estabilitat dels talussos artificials, sobretot als materials paleozoics de l'àrea de l'avencó, o als diferents nivells calcaris i conglomeràtics dels terrenys secundaris i terciaris. Els únics canals naturals corresponen a la vall del Congost i el Pla de la Garga.

L'activitat agrícola es troba davant d'una gran competència pels terrenys plans amb l'activitat industrial i residencial, que l'ha fet recular una mica a les proximitats de les poblacions. A part d'això, existeixen greus problemes de fertilització per la pèrdua dels horitzons dels sòls a les àrees pròximes a les costes del Puig sagordi i Morro del Porc, sense que fins ara s'hagin pres mesures per a controlar-la. Els voltants de Can Manel, La Rovira de Baix, Ca l'Oreneta, Can Pujol,..... poden augmentar el percentatge de zones ermes i baixar ràpidament la productivitat en el termini d'un - nes poques desenes d'anys.

L'esbarjo i el temps lliure disposen sortosament de zones abundants per a ser practicats. Existeixen també nombrosos punts d'interès geològic que convindria poguessin acollir-se a la Llei 11/ 1975 d'Espais Naturals Protegits per a llur conservació i visita. L'àrea que es troba en perill més imminent ara com ara, és els voltants del Gorg Negre.

## SECTOR MOLLET-MONTORNES

Els recursos hídrics constitueixen també un dels principals factors limitants per al desenvolupament de l'activitat residencial industrial i agrícola. Durant la dècada dels anys 70, s'han produït nombroses situacions de manca d'aigua que s'ha arribat a paliar en part, amb la portada de les aigües del Ter. No obstant això, la vall del riu Tenes es troba en un estat de sobreexplotació que ha donat molts maldecaps a l'activitat industrial. De tota manera, gran part de la problemàtica generada per la manca d'aigua és més deguda a la mala distribució de les captacions que no a la manca estricta de recursos, ja que els balanços parcials efectuats, demostren superàvits a les valls del Congost i Besòs. El que passa és que un gran nombre de captacions es localitzen a les àrees de menys gruix de grava, existint-ne molt poques dintre els paleosols més profunds i molt més productius. L'aprofitament d'aquestes àrees més riques en els moments de més secada pot ajudar a equilibrar els dèficits. De tota manera, la solució ha de passar per un balanç global de la conca, perquè una explotació intensiva de l'aqüífer al·luvial es traduiria en una minva de recursos aigües avall (La Llagosta - Montcada) amb els corresponents perjudicis.

Un aspecte preocupant és l'impacte que la intensa activitat humana ha provocat sobre la qualitat de les aigües, i de retruc sobre el volum de recursos aprofitables. Les aigües superficials contenen altes concentracions d'elements no admissibles per la legislació actual i que impossibiliten la reutilització posterior (continguts alts en crom, cianurs entre d'altres). La degradació sobre les aigües subterrànies és molt greu degut a la multitud de reompliments, abocadors de residus i infiltracions d'aigües superficials, i que juntament amb l'alta duresa natural (superior als 500 ppm de  $\text{CaCO}_3$ ) va esdevenint de més baixa qualitat.

Altres condicionaments que afecten sobretot l'activitat residencial, és el risc sísmic que sol ser sistemàticament ignorat, aplicant-se la normativa sismoresistent només en comptades ocasions.

El fet és més problemàtic si es considera que l'expansió ha ocupat gran quantitat de terrenys al·luvials més susceptibles al moviment de les ones superficials. D'una manera secundària, els nombrosos rebliments constitueixen àrees de característiques geotècniques deficientes que poden donar lloc a problemes.

Les característiques geotècniques de la resta de materials en canvi, no constitueixen cap limitació important al creixement. El mateix es pot dir amb el risc d'avingudes, que si bé havien assolat la plana al·luvial en ocasions anteriors, la canalització actual (excepte per al cas del riu Mogent) sembla ser suficient per a desguassar cabals d'alt període de retorn.

L'activitat agrícola d'alta qualitat ha estat en gran part eliminada, restant però, importants nuclis al barri de Palou (Granollers) i a Vilanova del Vallès. Les planes al·luvials constitueixen sòls d'alt rendiment, sense problemes d'erosió i amb aigua a l'abast. Al marge de consideracions socioeconòmiques, hom hauria de vetllar per llur conservació donada la irreversibilitat del procés urbanitzador. Tenint en compte que el relleu és en aquest cas un condicionant molt poc important, per l'alta ripabilitat dels turons miocènics, es veu més convenient instal·lar l'activitat industrial i urbana fora de les valls fluvials, mantenint les captacions d'aigua a l'al·luvial, que de fet era el motiu més important que justificava la implantació industrial a les terrasses inferiors.

Alguns problemes sanitaris poden aparèixer si no es duu un control de les captacions d'abastament públic pel que fa referència al contingut en Nitrats i els metalls pesants considerats com a tòxics. L'existència d'horts que són regats amb aigües sense cap mena de garantia sanitària poden constituir eventuais focus epidèmics.

L'esbarjo aprofitant les característiques del medi natural es pot considerar com una activitat desapareguda a la zona de les valls i difícilment recuperable (reconversió d'antigues extraccions, transformació de les ribes dels rius prèvia depuració d'aquests..)

## 9.- APORTACIONS I PROPOSTES DE NOUS ESTUDIS

### A nivell conceptual i metodològic

- . Es delimita quins són els tipus d'interaccions home-medi geològic i es planteja la importància d'aquest en la planificació territorial i la gestió del medi ambient.
- . Es planteja el paper que han de jugar els paràmetres geològics en funció dels diferents tipus de planificació ( estudis d'impacte, àrees urbanes, àrees periurbanes i àrees rurals ).
- . Es proposa a nivell conceptual i en les diferents etapes de treball, la separació entre mapes de descripció i mapes d'interpretació, dintre la cartografia geològica aplicada a l'ordenació territorial.
- . Es realitza una descripció crítica dels paràmetres que s'han de representar i dels mètodes de representació.
- . Es proposa un esquema metodològic de les diferents etapes en la realització de cartografies geològiques aplicades a l'ordenació territorial.

### A nivell de coneixements regionals

#### SECTOR CENTELLES-AIGUAFREDA

- . Realització d'un atlas de mapes contenint :
  - mapa litològic
  - mapa de pendents
  - mapa geomorfològic
  - mapa hidrogeològic
  - mapa de roques industrials

- mapa de punts d'interès
  - mapa de vulnerabilitat dels aqüífers
- 
- . Realització d'un inventari de pous i sorgències
  - . Caracterització de les diferents unitats del relleu
  - . Identificació i descripció dels principals processos geomorfològics.
  - . Realització d'una síntesi climàtica
  - . Avaluació del risc de formació d'avingudes extraordinàries
  - . Avaluació global dels recursos hídrics. Realització d'un balanç general.
  - . Interpretació del funcionament hidrogeològic general.
  - . Caracterització de l'aptitud dels diferents materials com a roques industrials. Avaluació de recursos.
  - . Proposta de punts a considerar d'interès científic, didàctic o paisatgístic.
  - . Proposta de tres itineraris didàctics.
  - . S'analitza la influència humana i les interaccions amb el medi natural, proposant algunes solucions als diversos problemes plantejats.

## SECTOR MOLLET-MONTORNES

- Realització d'un atlas de mapes contenint :
  - mapa de situació de la informació litològica i geotècnica
  - mapa de situació de la informació hidrogeològica.
    - mapa litològic
    - mapa de pendents
    - mapa de gruixos dels quaternari al.luvial
    - mapa d'isòbates del substrat de la zona al.luvial
    - mapa hidrogeològic
    - mapa de vulnerabilitat dels aqüífers
- Realització d'un inventari de la documentació existent
- Realització d'un inventari de pous
- Realització d'un inventari de punts d'abocament líquids.
- Caracterització de les diferents unitats del relleu
- Localització i delimitació d'antics solcs al.luvials
- Es descriu el funcionament dels aqüífers quaternaris
- Identificació per primera vegada d'aqüífers temporalment independents a l'al.luvial del Besòs.
- Identificació de la possible independència del funcionament hidrogeològic entre els paleosolcs del riu Congost - marge dret del Besòs, i del riu Mogent-marge esquerre del Besòs.
- Avaluació dels recursos hídrics potencials. Realització del balanç hídric.

- . Realització d'una síntesi climàtica
- . Avaluació del risc de formació d'avingudes extraordinàries.
- . Sintetització de les característiques geotècniques dels diferents terrenys.
- . Avaluació dels gruixos dels diferents al·luvials del sector
- . Anàlisi de la influència humana en l'evolució de les característiques del sector, amb diverses propostes de solució d'alguna de la problemàtica plantejada.

#### Propostes de nous estudis

##### SECTOR CENTELLES-AIGUAFREDA

- . Caracterització geotècnica de les diferents litologies
- . Determinació de les característiques hidràuliques dels diferents aqüífers i avaluació per separat dels recursos de cada un d'ells.
- . Determinació de la relació entre la infiltració de l'avencó i les sorgències de les Barbotes i la Bancó a la vall del Tenes.
- . Avaluació quantitativa de la pèrdua de sòl per erosió.
- . Avaluació de les aportacions del Riu Congost a l'alçada d'Aiguafreda
- . Caracterització hidrogeoquímica de les aigües i llur qualitat.

## SECTOR MOLLET-MONTORNES

- . Caracterització de la geometria de l'al.luvial del riu Mogent i de l'estret de Montmeló.
- . Càlcul de la probable infiltració de les aigües dels cursos fluvials abans de la confluència amb el Besòs.
- . Determinació del risc sísmic i del comportament potencial dels diferents terrenys a la zona.
- . Caracterització precisa de la qualitat de l'aigua subterrània i localització dels principals focus contaminants.

10. BIBLIOGRAFIABIBLIOGRAFIA GENERAL

- ABAD, J. DEL MORAL, M. PEÑA PINTO J.L. 1979  
 "Spanish experience of geotechnical cartography in an urban area". Bull. IAEG nº 19 pp. 79-84
- ABAD, J. AYALA, F.J. i PERNIA, J.Ma 1980  
 "Large scale 1:1000 - 1:5000, geotechnical mapping by the Instituto Geologico y Minero de España (IGME) for industrial and urban planning". Bull. IAEG nº 21 pp. 83-91
- ABRASSART, F. 1979  
 "Etudes d'impact de traces routiers . Diagnostic de vulnérabilité des eaux souterraines.- Dispositifs de protection". Colloque Nat. Connaître le sous-sol un atout pour l'aménagement urbain . Lyon  
Documents du BRGM nº 8 T.I pp. 1-14
- AISENSTEIN, B. SCHULMAN, N. i ISRAEL, A. 1974  
 "The geotechnical map of Jerusalem" Proceeding 2nd Int. Con. IAEG . Vol I. Sao Paulo.
- ALONSO, E. 1979  
 "Toma de muestras en sondeos de reconocimiento geotécnico en España". Publ. E.T.S. Enginyers de Camins, Canals i Ports U.P.B. 39 pp. Barcelona
- ALVAREZ, A. BRIANSO, J.L. i OBRADOR A. 1977  
 "Itinerario geológico : I. Tibidabo" I.C.E 74pp.  
 Universidad Autónoma de Barcelona.
- ALVAREZ, A. BRIANSO, J.L. i OBRADOR, A. 1979 a  
 "Itinerario geológico : II. Figaró " I.C.E. Universitat Autònoma de Barcelona. 58 pp.

- ALVAREZ, A. BRIANSO, J.L. i OBRADOR, A. 1979 b  
 "Itinerario geològic : III. Berga" I.C.E. Universitat Autò -  
 noma de Barcelona. 45 pp
- AMAT, E. MIRALLES, F. i SABATER, J.M. 1980  
 "L'oferta potencial del sòl industrial a Catalunya"  
Butll. CEUMT nº 32 . Edició Catalunya pp. 10-16
- ANTOINE, P. 1977  
 "Reflexions sur la cartographie Zermos et bilan des experien -  
 ces en cours". Bull. BRGM (2eme Série) Sect. III nº 1/2  
 pp. 9-20
- ANTOINE, P. i CASTRO, R. 1974  
 "Essai d'un mode simplifié de cartographie geotechnique".  
Proc. 2nd. Int. Con. IAEG pp. III.17.1 - III.17.8 Sao Paulo
- ANTOINE, P. BALESTRA, G. COUTURIER, B. i LETOURNEUR, J. 1974  
 "Caractères spécifiques des regions de montagne au regard de  
 l'amenagement" Proc. 2nd Int. Con. IAEG pp. III.16.1 -  
 III.16.6. Sao Paulo
- ARNAUD, A. i BARRES, M. 1979  
 "Guide méthodologique pour la réalisation de les études d'im -  
 pact sur l'environnement des decharges controlées" Colloque  
 Nat. Connaître le sous-sol un atout pour l'amenagement urbain  
Documents BRGM nº 8 T.I pp. 77-81
- ARNOULD, M. 1969  
 "Aspects géologiques des problemes d'urbanisme" Bull. Liaison  
 Lab. P. et Ch. nº 41 pp. 93-100
- ARNOULD, M. i VANTROYS, M. 1970  
 "Essai de cartographie geotechnique automatique sur la ville  
 nouvelle d'Evry (Region Parisienne)". Proc. 1st. Int. Con .  
 IAEG pp. 1069 - 1080. Paris

- ARNOULD, M. BROQUET, J.F. et alt. 1979  
 "Cartographie géotechnique de la ville de Paris. Premières réalisations ( 13eme, 19eme, 20eme arrondissements)". Bull. IAEG n° 19 pp. 109-115
- ASTE, J.P. i MESSIN, M. 1979  
 "Analyse géotechnique des plans d'occupation des sols". Colloque Nat. Connaître le sous-sol un atout pour l'aménagement urbain. Documents BRGM n° 8 T.I pp. 109-122. Lyon
- BARTOLOMEI, G. et alt. 1975  
 "Studio geologico coordinato per la pianificazione territoriale del comune di Ferrara". Mem. So. Geol. It. n° 14 pp. 167-205.
- BAZTAN, C. DEHESA, J. et alt. 1980  
 "Incidencia de los estudios del medio físico en la norma subsidiaria de Santillana del Mar". Comunic. 1ª Reunion Nac. de Geol. Ambiental y Ordenación del Territorio. Santander
- BIGUENET, G. DAYRE, M. i FAVRE, J.L. 1970  
 "Essai de cartographie géotechnique de Grenoble et ses environs". Proc. 1st Int. Con. IAEG pp. 930-941. Paris
- BITEAU, F. LEROY, M. et alt. 1979  
 "Mise en informatique de 2000 sondages dans les alluvions de la Loire entre Nantes et Saint Nazaire (Loire Atlantique)". Colloque Nat. Connaître le sous-sol un atout pour l'aménagement urbain. Documents BRGM n° 8 T. I pp. 223-239. Lyon
- BOIS, J. 1979  
 "Etude géotechnique effectuée dans le cadre de l'établissement du P.O.S. de la commune de Riom (Puy-de-Dôme)". Colloque Nat. Connaître le sous-sol un atout pour l'aménagement urbain Documents BRGM n° 8 T.I pp. 259-267. Lyon

- BOUCHERON, C. i PIALAT, A. 1979  
 "Carrieres. Etude d'impact". Colloque Nat. Connaître le sous-sol, un atout pour l'aménagement urbain. Documents BRGM n° 8 T. I pp. 293-301 . Lyon
- BRANAGAN, D.F. 1972  
 "Geological data for de city engineer. A comparison of five Australian cities". Proc. 24th. Int. Geol. Con. Section 13 pp. 3-12 . Montreal
- BROWN, L.F. BRENTON, J.L. et alt. 1976  
 "Environmental geologic atlas of the Texas Coastal Zone. Corpus Christi Area". Bureau of Economic Geology, The University of Texas at Austin . 123 pp.
- BUSQUETS, P. DOMINGUEZ, A. i VILAPLANA, M. 1979  
 "Geologia d'Osona". Escola Universitària de Mestres d'Osona 199 pp.
- CALZADA, S. i DE JAIME, J. 1978  
 "Algunos itinerarios geológicos desde Barcelona". Dpto. Ciencias del Colegio S. Antonio Abad. Museo de Geología del Seminario de Barcelona. 38 pp.
- C.A.P.O i S.G.O.P 1970  
 "Estudio de los recursos hidráulicos totales del Pirineo Oriental". Policopiat.
- CENDRERO, A. 1975 a  
 "El mapa geológico ambiental en la evaluación de los recursos naturales y en la planificación del territorio. Su aplicación a la zona de Santander y su bahia". Secretariado de Publicaciones. Univ. de Santander. 89 pp.
- CENDRERO, A. 1975 b  
 "Environmental geology of the Santander Bay Area, Northern Spain". Environ. Geol. Vol. 1 n° 2 pp. 97-114.

- CENDRERO, A. 1980  
 "Bases doctrinales y metodològicas". Ponencia 1ª Reunion Nac. de Geol. Ambiental y Ordenaci3n del Territorio. Santander.
- CLASCA, J.R i VIDAL, J. 1973  
 "Estudio geotécnico y edafològico del centro direccional de Sant Cugat- Cerdanyola". Comision de Urbanismo y Servicios co munes de Barcelona y otros municipios. Inèdit.
- CLOTET, N. GALLART, F. i CALVET, J. 1979  
 "Mapa geomorfològico de Saldes- Maçaners". Universitat de Barcelona. Inèdit.
- COLOMBETTI, A. et alt. 1975  
 "Metodologia geologica di base per la formazione dei piani comprensoriali in Emilia-Romagna : un esempio di una zona di pianura". Mem. Soc. Geol. It. nº 14 pp. 267-282.
- COOKE, R.U. i DOORNKAMP, J.C. 1977  
 "Geomorphology in environmental management. An introduction" Clarendon Press . 413 pp. Oxford
- COROMINAS, J. 1980  
 "Metodologia de trabajo en la cartografia geològica ambiental del Vallès Oriental (Barcelona)". Comunicaciones 1ª Reunion Nac. de Geol. Ambiental y Ordenaci3n del Territorio . Santander.
- COROMINAS, J. 1981 a  
 "Pla General d'Ordenaci3 del Municipi de Centelles. Fase A - vanç. Volum II : Proposta". Inèdit.
- COROMINAS, J. 1981 b  
 "Pla General d'Ordenaci3 del Municipi de Montmeló. Memòria informativa". Inèdit.

- COROMINAS, J. 1982 a  
 "Geologia i Ordenació Territorial" I.C.E. Univ. Barcelona.  
 (en premsa).
- COROMINAS, J. 1982 b  
 "Geologia i Planificació. Els condicionaments geològics d'uti-  
 lització del territori a Catalunya" Dpt. Política Territorial  
i Obres Públiques. Generalitat de Catalunya. (en premsa)
- COROMINAS, J. i PORTA, J. 1980  
 "Pla General d'Ordenació del Municipi de Centelles. Fase A -  
 vanç. Volum I : Memòria informativa". Inèdit.
- COROMINAS, J. i BATLLE, A. 1981  
 "Metodología de estudio de zonas aptas para el vertido contro-  
 lado de residuos sólidos domesticos en zonas densamente po-  
 bladas". Comunic. III Con. Iberoamericano del Medio Ambiente.  
 Santiago de Compostela.
- COSTA, J.E. i BAKER, V. 1981  
 "Surficial Geology. Building with the earth" John Wiley and  
Sons. 497 pp.
- CRATCHLEY, C.R. i DENNES, B. 1972  
 "Engineering geology in urban planning with an example from  
 the new city of Milton Keynes". Proc. 24th. Int. Geol. Con.  
Section 13 pp. 13-22. Montreal
- CULSHAW, M.G. et alt. 1979  
 "Engineering geological mapping of the Banda Aceh alluvial  
 basin, Northern Sumatra, Indonesia". Bull. IAEG nº 19  
pp. 40- 47.
- CUSTODIO, E. 1981  
 "Evaluación y causas de la contaminación por invasión de agua  
 marina, de los acuíferos de la costa peninsular y en las áreas

insulares". Jornadas sobre análisis y evolución de la contaminación de las aguas subterráneas en España. Barcelona, ( en prensa).

CHAZAN, W 1973

"Le plan ZERMOS". Symp. Nat. Sol et sous-sol et securité des constructions. T.I pp. I-93 a I-99 . Cannes.

CHOPARD, C. 1979

"Etude d'impact de la decharge controlée des residus urbains du Plateau d'Andilly (Val d'Oise)". Colloque Nat. Connaître le sous-sol un atout pour l'aménagement urbain. Documents BRGM n° 8 T.I pp. 451-462. Lyon

DAVIS, S.N. 1976

"Asientos del terreno debidos al bombeo de agua subterranea" a Hidrologia Subterránea de CUSTODIO, E. i LLAMAS, M.R. Capítol 22.1 2359 pp. Ed. Omega. Barcelona

DEARMAN, W.R. i FOOKES, P.G. 1974

"Engineering geological mapping for civil engineering practice in the United Kingdom". Q. Jour. Eng. Geol. Vol. n° 7 pp. 223-256.

DEARMAN, W.R. i MATULA, M. 1976

"Environmental aspects of engineering geological mapping". Bull. IAEG n° 14 pp. 141-146.

DEARMAN, W.R. et alt. 1977

"Engineering geological mapping of Tyne and Wear conurbation North-East England". Q. Jour. Eng. Geol. n° 10 pp. 145-168.

DEARMAN, W.R. i COFFEY, J.R. 1981

"An engineering zoning map of the permian limestones of the N.E. England". Q. Jour. Eng. Geol. Vol. n° 14 pp. 41-57.

- DE BEER, E. et alt. 1980  
"A review of engineering geological mapping in Belgium"  
Bull. IAEG nº 21 pp. 91-98.
- DIAZ DE TERAN, J.R. i GOMEZ, L. 1980  
"Primeros resultados del estudio geológico ambiental de la franja costera de la provincia de Santander". Comun. 1ª Reunión Nac. Geol. Ambiental y Ordenación del Territorio. Santander.
- EDWARDS, R.J.G. 1972  
"The engineering geologist in project reconnaissance and feasibility studies". Q. Jour. Eng. Geol. Vol. 4 pp. 283-298.
- FISHER, W.L. et alt. 1972  
"Environmental geologic atlas of de Texas Coastal Zone. Galveston- Houston Area". Bureau of economic Geology. The Univ. of Texas at Austin . 91 pp.
- FLAWN, P.T. 1970  
"Environmental Geology". Harper and Row Publ. 313 pp. New York.
- FLOR, G. i PEREZ-PINTO, J.E. 1980  
"Contribución al estudio de la ordenación del territorio del concejo de Navía (Asturias)". Comun. 1ª Reunion Nac. Geol. Ambiental y Ordenación del Territorio. Santander.
- FLOTTE, J.P GOUNON, A. et alt. 1973  
"La carte géotechnique de Vence-Cagnes (Alpes Maritimes) et l'analyse des risques liés a des sites a forts contrastes". Symp. Nat. Sol et sous-sol et sécurité des constructions Vol. I pp. 124-133. Cannes
- FOLCH, R. et alt. 1976  
"Natura ús o abús. Llibre blanc de la gestió de la Natura als Països Catalans". Ed. Barcino 570 pp. Barcelona

- FOLCH, R. et alt. 1979  
 "El patrimoni natural d'Andorra. Els sistemes naturals andorranos i llur utilització". Ketres Editora 446 pp. Barcelona
- FREEZE, R.A. i CHERRY, J.A. 1979  
 "Groundwater". Prentice-Hall 604 pp.
- FUGANTI, A. i PANIZZA, M. 1975  
 "La Geologia nella pianificazione territoriale della comunità del Garda". Mem. Soc. Geol. It. n° 14 pp. 35-108.
- GANGOPADHYAY, S. 1978  
 "Geotechnical evaluation for the planning of land-use in Sikkim Himalayas". Proc. 3th. Int. Con. IAEG Section I Vol. 1 pp. 56-63. Madrid
- GASSIOT, X. i RIERA, M. 1981  
 "Itinerari per la zona volcànica del N.E. de Catalunya". I.C.E. Univ. Autònoma de Barcelona 36 pp.
- GEOLOGICAL SOCIETY ENGINEERING GROUP WORKING PARTY 1977  
 "The description of rock masses for engineering purposes". Q. Jour. Eng. Geol. Vol. 10 pp. 355-388.
- GHISTE, S. 1970  
 "La carte d'interpretation géotechnique de la region de Mons (Belgique). Problemes et solutions". Proc. 1st Int. Con. IAEG pp. 904-915. Paris
- GHISTE, S. 1972  
 "Probleme de la cartographie géotechnique en Belgique". Proc. 24th. Int. Geol. Con. Section 13 pp. 23-29. Montreal
- GHISTE, S. 1973  
 "La cartographie géotechnique de la province du Hainaut". Proc. 3rd Int. Con. IAEG. Sect. I Vol. 1 pp. 64-69. Madrid

- GIGAN, J.P. 1973  
 "Essai de cartographie géotechnique. Région de la Defense et  
 boucle de Gennevilliers (Hauts-de-Seine. France)". Bull.  
BRGM(2) Section III n° 3 pp. 147-177.
- GONZALEZ DE VALLEJO, L. 1977  
 "Engineering geology for urban planning and development with  
 an example from Tenerife (Canary Islands)". Bull. IAEG n° 15  
pp. 37-43.
- GOUDIE, A. 1981  
 "The human impact. Man's role in environmental change".  
Basil Blackwell Publ. Ltd. 316 pp. Oxford
- GOUNON, A. 1970  
 "Carte d'orientation géotechnique de la région Tigery-Lieu -  
 saint (Esonne-Seine-et-Marne)". Proc. 1st. Int. Con. IAEG  
pp. 942-949 . Paris
- GOUNON, A. 1980  
 "La planification urbaine basée sur la géologie, l'hydrogéologie,  
 la géotechnique. Un exemple : la ville de Nice".  
Bull. IAEG n° 22 pp. 161-166.
- GRANT, K. 1970  
 "Terrain evaluation. A logical extension of engineering geology".  
Proc. 1st. Int. Con. IAEG pp. 1006-1017. Paris
- GRANT, K. 1974  
 "A systematic approach to mapping engineering geology". Proc.  
2nd. Int. Con. IAEG pp. III.PC.2.1 a III.PC.2.9 . Sao Paulo
- GRANT, K i FINLAYSON, A.A. 1978 a  
 "The assessment and evaluation of geotechnical resources in  
 urban or regional environment". Eng. Geol. n° 12 pp. 219-293

- GRANT, K i FINLAYSON, A.A. 1978 b  
 "The application of terrain analysis to urban and regional planning". Proc. 3rd. Int. Con. IAEG Section I Vol. 1 pp. 79-91  
 Madrid
- HARTKE, E.J. i HILL, J.R. 1976  
 "Environmental geologic maps for land use in Morgan County ,  
 Indiana". Environmental studies n° 9. Geological Survey Occ.  
Paper n° 17 10 pp. Bloomington, Indiana
- HASAN, S.E. i WEST, T.R. 1978  
 "Environmental geology data base in land use planning". Proc.  
3rd. Int. Con . IAEG Section I Vol. 1 pp. 209-218. Madrid
- HILL, J.R. 1976  
 "Environmental geologic maps for land use evaluations in John  
 son County, Indiana". Environmental study n° 10 . Geol. Survey  
Occ. Paper n° 18 10 pp. Bloomington, Indiana
- HILL, J.R. i AUSTIN, G.S. 1975  
 "Some environmental geologic factors as aid to planning in  
 Hendricks County, Indiana". Environmental study n° 6. Geol.  
Survey Occ. Paper n° 12. Bloomington , Indiana
- HOFMANN, G.W. 1976  
 "Mapping for urban land-use planning in Southeats Queensland.  
 A first approach". Bull. IAEG n° 14 pp. 113-117.
- HUMBERT, M. 1970  
 "Aptitude des terrains au developement urbain et industriel"  
Proc. 1st. Int. Con. IAEG pp. 950-959 . Paris
- HUMBERT, M. 1972  
 "Les mouvements de terrains. Principes de realisation d'une  
 carte previsionnelle dans les Alpes". Bull BRGM (2) Section  
III, n° 1.

- HUMBERT, M. 1973  
 "La carte géotechnique à 1/50.000 de Clermont-Ferrand (France) et la planification urbaine". Bull. BRGM (2) Section III n° 3 pp. 179-190.
- HUMBERT, M. 1977  
 "La cartographie ZERMOS. Modalités d'établissement des cartes des zones exposées a des risques liés aux mouvements du sol et du sous-sol". Bull. BRGM (2) Section III n° 1/2 pp. 5-8
- IAEG COMMISSION ENGINEERING GEOLOGICAL MAPPING 1979  
 "Classification of rocks and soils for engineering geological mapping. Part 1 : Rock and Soils materials". Bull. IAEG n° 19 pp. 364-371.
- IETTO, A. 1975  
 "Geologia e pianificazione territoriale e urbana in Calabria". Mem. Soc. Geol. It. n° 14 pp. 421-490 .
- INTERNATIONAL SOCIETY ROCKS MECHANICS 1981  
 "Basic geotechnical description of rock masses" Int. Jour. Rock Mech. Min. Sci. and Geomech. Abstr. Vol. 18 pp. 85-110
- JOVENIAUX, A. 1979  
 "L'étude d'impact. Pourquoi et comment?". Colloque Nat. Connaître le Sous-sol, un atout pour l'aménagement urbain. Doc. BRGM. n° 8 T. II pp. 508-516.
- KERTESZ, A. 1979  
 "The representation of the morphology of slopes on engineering geomorphological maps with special reference to slope morphometry". Q. Jour. Eng. Geol. Vol. 12 pp. 235-241.
- LOZINSKA-STEPHEN, H. 1979  
 "Engineering geological maps at scale 1:25.000 for regional planning purposes". Bull. IAEG n° 19 pp. 69-72 .

- LUTTIG, G. 1979  
 "consideraciones sobre la preparación y transformación de los mapas geológicos en documentos directamente utilizables por el proyectista" Bol. Geol y Min. T. XC-II pp. 70-77.
- LLAMAS, M.R. 1981  
 "Aspectos básicos de la contaminación de las aguas subterráneas . Situación en España". Jornadas de Análisis y Evolución de la contaminación de las aguas subterráneas en España ( en prensa) . Barcelona.
- Mc HARG, I. 1969  
 "Design with Nature". Natural History Press. New York.
- MALINOWSKI, J. 1970  
 "Engineering-geological cartography in Poland" Proc. 1st. Int. Con. IAEG pp. 1018-1038 . Paris
- MALLARCH, J.M. i RIERA, M. 1981  
 "El medi ambient en la planificació urbanística i territorial. L'exemple de set municipis gironins". Butll. CEUMT nº 36. Edició Catalunya. pp. 2-9 . Barcelona
- MARSH, W.M. 1978  
 "Environmental analysis for land use and site planning" Mac Graw Hill . 292 pp.
- MASSON, M. 1970  
 "Cartographie géotechnique de l'agglomération rouennaise" Proc. 1st. Int. Cong. IAEG pp. 109-117 . Paris
- MASURE, Ph. 1979  
 "L'ecogeologie dans les plans d'aménagement. Un exemple de - laboration du plan de developement urbain de la ville de la Paz (Bolivie)". Colloque Nat. Connaître le sous-sol, un a - tout pour l'aménagement urbain. Documents BRGM nº 3 t. II pp. 775-791.

- MATULA, M. 1968  
 "Fundamental problems of regional engineering geology in the Czechoslovak Carpathians". Proc. 23th. Int. Geol. Cong. Vol. n° 12 pp. 89-103 . Prague
- MATULA, M. 1974  
 "Engineering geology in country and urban planning" Proc. 2nd. Int. Cong. IAEG . pp. III.GR.1 a III.GR.20. Sao Paulo
- MAZEAS, H. DU MOUZA, J. 1979  
 "Caetographie géotechnique de formations superficielles en zones non urbanisées". Bull. IAEG n° 19 pp. 47-52 .
- MEADOWS, D.H. MEADOWS, D.L. et alt 1972  
 "Los límites del crecimiento". Fondo de cultura económica . Colección Popular n° 116 253 pp. Mexico
- MELIDORO, G. 1970  
 "La carografia geotecnica. Principi, esperienze e riflessioni". Geol. Apl. e Idrog. Vol 5 pp. 27-47.
- MENEROUD, J.P. 1978  
 "Cartographie des risques dans les Alpes Maritimes (France)" Proc. 3rd. Int. Geol. Cong. IAEG . Section I Reg. Planning(2) pp. 98-107. Madrid
- MENEROUD, J.P. i CALVINO, A. 1976  
 "Notice explicative de la carte des zones exposées a des risques lies aux mouvements du sol et du sous-sol a 1/25000 Region de la Moyenne Vesubie (Alpes Maritimes)" L.C.P et Ch. C.E.T.E d'Aix en Provence, BRGM, 11p.
- MERLA, A. MERLO, C. i OLIVIERI, F. 1976  
 "Detailed engineering- geological mapping in selected italian mountainous areas" . Bull. IAEG n° 14 pp. 129-135.

- MESAROVIC, M. i PESTEL, E. 1975  
 "La humanidad en la encrucijada" Fondo de Cultura Económica. Colección Popular nº 142. 260 pp. Mexico.
- MINISTERE DE L'EQUIPEMENT ET DE L'AMENAGEMENT TERRITOIRE 1978  
 "Etudes d'impact des projets routiers" Instruction Provisoire. Direction des Routes et de la Circulation Routière.
- MOSER, P.H. 1972  
 "Environmental geology studies in Alabama". Proc. 24th. Int. Cong. Section 13 pp. 37-42 . Montreal
- NILSEN, T.H. et alt 1979  
 "Relative slope stability and land-use planning in the San Francisco Bay Region, California". U.S. Professional Paper nº 944 . 96 pp.
- O.C.D.E 1979  
 "Environmental impact assessment" . Paris 71 pp.
- OLIVIER, G. 1979  
 "Cartographie géotechnique pour l'aménagement. Exemples de ST. Martin de Bellevue (Savoie) et de Bellegarde (Ain)". Coll. Nat. Connaître le sous-sol, un atout pour l'aménagement urbain. Documents BRGM nº 8 T.II pp. 881-898 .
- OLIVIER, G. i CAMBOLY, D. 1979  
 "Cartographie géotechnique pour l'aménagement". Bull. Liaison Lab. P. et Ch. nº 99 pp. 55-64.
- PALLI, L. i TRILLA, J. 1980  
 "Principales características geoambientales de la region del Alto Fluvià(Gerona)". Comun. 1ª Reunión Nac. Geol. Ambiental y Ordenación del Territorio. Santander
- PEDRAZA, J. de 1981  
 "Introducción a la Geología del Medio Ambiente"- Geología y Medio Ambiente. Monogr. CEOTMA nº 11 pp. 27-37 M.O.P.U.

- PERROT, A. BROCARD, A. i CAQUEL, F. 1976  
 "Notice explicative de la carte des zones exposées a des risques lies aux mouvements du sol et du sous-sol a 1/25000 Region d'Ars-sur-Moselle (Moselle)" L.C.P. et Ch., C.E.T.E de Nancy, BRGM . 15 pp.
- PETER, A. 1966  
 "Essai de carte géotechnique" Sol-Soils n° 16 pp. 13-27
- POLO-CHIAPOLINI, C. 1979  
 "Utilisation des cartes géotechniques urbaines dans la region liegeoise (Belgique)". Coll. Nat. Connaître le sous-sol, un atout pour l'aménagement urbain. Documents BRGM n° 8 t. II pp. 945-956
- PORCHER, M. i GUILLOPE, P. 1979  
 "Cartographie des risques ZERMOS appliquée a des Plans d'Occupation des sols en Normandie". Bull. Liaison Lab. P. et Ch. n° 99. pp. 43-54 .
- POUS, J. 1980  
 "Un programa para el cálculo de la resistividad aparente en medios horizontalmente estratificados" Tecniterrae . año VII n° 37 pp. 42-45.
- RADBRUCH, D.H. 1968  
 "Engineering geology in urban planning and construction in United States". Proc. 23th. Int. Geol. Cong. Vol 12 pp. 105 - 112. Prague
- RADBRUCH-HALL, D.H. 1979  
 "Environmental aspects of engineering geological mapping in the United States". Bull. IAEG n° 19 pp. 351 - 358 .
- RAJU, K.C.C. et alt. 1974  
 "Methodology and utility of geotechnical maps in urban planning and development of the twin-city capital of Hiderabad - Selunderabad, Andhra Pradesh, India". Proc. 2nd. Int. Cong. IAEG . Sao Paulo

- PEMEYI, P. i VARGA, M. 1970  
 "The influence of geological potentialities on the develop -  
 ment of the foundation expenses of residential buildings".  
Proc. 1st. Int. Cong. IAEG pp. 1039-1048. Paris
- ROBINSON, G.D. i SPIECKER, M. 1978  
 "Nature to be commanded...." U.S. Geol. Survey Professional  
 Paper nã 950 96 pp.
- SANEJOUAND, R. 1972  
 "La cartographie géotechnique en France" Ministère de l'Equi-  
 pement et du Logement. ARMINES, DAFU, LCPCh. 96 pp.
- SERVICIO DE ESTUDIOS DEL BANCO DE URQUIJO 1969  
 "El agua recurso natural escaso" 411 pp.
- SOLE, L. 1964  
 "Ciclo de Geología práctica de los alrededores de Barcelona"  
Dirección Gral. de Enseñanza Media . 136 pp. Madrid
- STAMATELLO, H. 1965  
 "Une carte géologique de la ville de Varsovie à l'usage des  
 urbanistes". Rev. Geog. Phys. et Geol. Dyn. (2) Vol. VII  
 Fasc. 1 pp. 3-10 . Paris
- STEPANOVIC, B. GOJGIC, D. i DZAKOVIC, J. 1970  
 "Certaines experiences et pricipes d'elaboration des cartes  
 de geologie de l'ingenieur en Yougoslavie". Proc. 1st. Int.  
 Cong. IAEG pp. 1006-1017 . Paris
- SUBSECRETARIA DE PLANIFICACION 1976  
 "Documentación básica del IV Plan Nacional de Desarrollo .  
 Medio Ambiente". Presidencia del Gobierno 271 pp.
- THE OPEN UNIVERSITY 1974  
 "Constructional and other bulk resources" S.26 Block 4 38 pp.  
The Earth's Physical Resources. Science : A second Level  
 Course. Milton Keynes

- THOMAS, A. 1970  
 "Reflexions sur la cartographie géotechnique" Prc. 1st. Int. Cong. IAEG pp. 960-970 . Paris
- TORAL, T 1970  
 "Informe técnico sobre el área del Port de Comiols - San Salvador de Toló". 5ª Jefetura Regional de Carrteras.  
Inèdit.
- TRILLA, J. 1980  
 "Una experiencia de la Geología Ambiental en la Ordenación del Territorio(criterios para la implantación de industrias en Cataluña)". Comun. 1ª Reunión Nac. Geol. Ambiental y Ordenación del Territorio. Santander
- UNESCO 1976  
 "Guide pour la preparation des cartes géotechniques"  
Les Presses de l'Unesco . 79 pp Paris
- URBINCA 1978  
 "Localización de areas industriales en Catalunya"  
Inèdit
- URGOITI, N. i NIETO, M. 1980  
 "Modelo metodológico para la ordenación de una comarca rural"  
Comun. 1ª Reunión Nac. Geol. Ambiental y Ordenación del Territorio. Santander
- VENTAYOL, A. et alt. 1978  
 "Mapa Geotécnico de Barcelona" Editat pels autors . 32 pp.  
 Barcelona
- VENTAYOL, A. 1979  
 "Contribució al coneixement de les característiques geotècniques de la conurbació de Barcelona". Tesi de Llicenciatura. Fac. de Geologia. Univ. Barcelona. 138 pp. Inèdit

- VIDAL, J. 1979  
"Essai de valorisation géotechnique de la carte géologique de Toulouse (France) et de ses environs". Bull. IAEG n° 19 pp. 53-57.
- WANERT, F. 1977  
"Essai de méthodologie dans le cadre d'une étude de planification écologique. Application à la zone du triangle Aubagne-Toulon-Sainte Baume". Bull. BRGM(2) Section III n° 1/2 pp. 21-24 .
- WAYNE, W.J. 1969  
"Urban geology. A need a challenge" Proc. Indiana Acad. Sci . n° 78 . pp. 49-69 .
- WILSON, H.E. 1972  
"The geological map and the civil engineer". Proc. 24th. Int. Geol. Cong. Section 13th. pp. 83-86. Montreal.
- ZARUBA, Q. 1968  
"The influence of geology on the development of the city of Prague". Proc. 23th. Int. Geol. Cong. Vol. 12 pp. 133-144 Prague.

BIBLIOGRAFIA SECTORIAL

- ALMERA, J. 1914  
 "Mapa geológico y topográfico de la provincia de Barcelona"  
 Region V. Montseny, Vallès y Litoral. Esc. 1: 40.000  
 Diputación Provincial de Barcelona.
- ALONSO, E. 1979  
 "Descripción estadística de las propiedades del terreno  
 (parte A)". Bol. Lab. Transporte y Mec. del Suelo nº 135  
pp. 15-37. Madrid
- ANONIM 1976  
 "Aspectos agronómicos de la contaminación ambiental (II  
 parte). Agrego nº 17 pp. 4-7 . Ed. Enfersa
- A.P.W.A. 1976  
 "Tratamiento de los residuos urbanos" Int<sup>2</sup> de Estudios de  
la Admon. Local 586 pp. Madrid
- ARCHIMBAUD, C. et alt 1981  
 "exemple d'etude de gissement et d'impact d'une carrière  
 de roches massives". Bull. Liaison Lab. P. et Ch. nº 112  
pp. 262-270.
- ASHAUER, H. i TEICHMÜLLER, R. 1935  
 "Die varicische und alpidische gebirgsbildung Kataloniens"  
 Abh. Gess. Wiss. Gott. Math.-Phys. K1(3) 16 79pp. Berlin  
 (traducción de J. M<sup>a</sup> Rios "Origen y desarrollo de las cordi-  
 lleras variscicas y alpidicas de Cataluña". Pub. ext. Geol.  
 España Vol III. pp 1-102 . Madrid 1946).
- BALLAY, D. i CATROUX, G. 1974  
 "Possibilités de limitations de nuisances et des pollutions  
 dues aux élevages porcins". Ann. Agron . nº 25 (2-3)  
pp. 351-381.

- BANDA, E. et alt. 1980  
 "Estat actual i futurs estudis de sismicitat a Catalunya"  
 Servei Geològic de la Generalitat. Inèdit.
- BARALDI, A. i CALVINO, F. 1975  
 "Le cave nella pianificazione territoriale" Mem. Soc. Geol.  
It. n° 14 pp. 133-166.
- BOUCHERON, C. i PIALAT, A. 1979  
 "Carrieres et etudes d'impact" Colloque Nat. Connaître le  
 sous-sol un atout pour l'aménagement urbain. Documents  
BRGM n° 8 T.I pp. 293-301.
- BUSQUETS, P. DOMINGUEZ, A. i VILAPLANA, M. 1979  
 "Geologia d'Osona" Escola Univ. de Mestres d'Osona 199pp.
- CABRERA, L. 1981  
 "Estratigrafia y características sedimentológicas generales  
 de las formaciones continentales del Mioceno inferior de  
 la cuenca del Vallès-Penedès (Barcelona, España)". Est.  
Geol. n° 37 pp. 35-43.
- CAPO-SGOP 1970  
 "Informe contaminación de aguas superficiales" C.E.III  
Estudio de los Recursos Hidraulicos Totales del Pirineo  
Oriental. D.G.O.H - M.O.P.U.
- CAPO-SGOP 1971a  
 "Estudio hidrogeológico de los acuíferos del Besos Medio.  
 Cubeta de la Llagosta". CH-Vb . Estudio de los Recursos  
Hidráulicos Totales del Pirineo Oriental. D.G.O.H-M.O.P.U
- CAPO-SGOP 1971b  
 "Estudio hidrogeológico de los acuíferos miocenos del Valles"  
CH-III. Estudio de los Recursos Hidráulicos Totales del Pi -  
rineo Oriental. D.G.O.H-M.O.P.U.

- CAPO-SGOP 1971c  
 "Estudio hidrogeológico de la cordillera prelitoral entre el río Llobregat y el Macizo del Montseny". CH-1. Estudio de los Recursos Hidráulicos Totales del Pirineo Oriental. D.G.O.H - M.O.P.U.
- CASAS, A. 1981  
 "Mapa de Catalunya del període de retorn per a les intensitats sísmiques IV i VI" . Dpt. Prospecció Geol. i Geof. Univ. Barcelona. Inèdit
- COLOMBO, F. 1980  
 "Estratigrafia y sedimentología del Terciario inferior continental de los Catalanides". Tesis Doctoral. Dpt. Estratigrafia y Geol. H<sup>a</sup> . Univ. de Barcelona. Inèdit.
- COROMINAS, J. i BATLLE, A. 1981  
 "Metodologia de estudio de zonas aptas para el vertido controlado de residuos solidos domesticos en zonas densamente pobladas". III Cong. Iberoamericano del Medio Ambiente. Santiago de Compostela.
- CRUSAFONT, M. 1953  
 "El sistema mioceno de la depresión española del Vallès-Penedès" Mem. y Com. del Int<sup>a</sup> Geol. n<sup>o</sup> X pp. 13-23. Dip. Prov. de Barcelona.
- CRUSAFONT, M i TRUYOLS, J. 1954  
 "Síntesis estratigráfico paleontológica del Vallès - Panadès" Arrahona pp. 1-14.
- CRUSAFONT, M. DE VILLALTA, J.F. i TRUYOLS, J. 1954  
 "Sobre la caracterización del Burdigaliense continental en la cuenca del Valles-Panades" Mem. y Com. del Int<sup>a</sup> Geol. n<sup>o</sup> XI pp. 63-75. Dip. Prov. de Barcelona.

- CUSTODIO, E. i LLAMAS, M.R. 1976  
 "Hidrología Subterránea". Ed. Omega  
 Barcelona
- ESPLUGUES, P. i GUTIERREZ, A. 1977  
 "Eliminación de Residuos Urbanos". Apunts Curs d'ecologia  
i medi ambient. Col.legi d'Enginyers Industrials.
- DIAZ, E. 1965  
 "Estudio de las características del agua circulante del  
 Rio Besòs. Año 1964-65". Conf. Hidrograf. del Pirineo  
 Oriental. Inèdit 68 pp.
- DIAZ, E. i QUERALT, R. 1969  
 "Estudio de la polución de la Cuenca del Pirineo Oriental"  
 Comisaria de Aguas del Pirineo Oriental. Inèdit 136 pp.
- DIRECCION GENERAL DE OBRAS HIDRAULICAS  
 "Análisis de calidad de las aguas" .Red oficial del MOPU  
 anys 1974 a 1981.
- DIRECCION GENERAL DE OBRAS HIDRAULICAS  
 "Aforos" Red oficial del MOPU. Anys 1940 a 1976.
- FONT i SAGUE, N. 1898  
 "Excursió espeleològica a La Banco , Les Barbotes y Sin -  
 gles de Bertí" Buill. del Centre Excursionista de Cata -  
lunya. n<sup>o</sup> 41, 42 i 43. pp. 165-169, 185-196 i 197-205.
- FONTBOTE, J.M. 1954a  
 "Las relaciones tectónicas de la depresion del Vallès-Pe -  
 nedès con la cordillera Prelitoral catalana y la Depre -  
 sión del Ebro". Real.Soc. Esp. H<sup>a</sup> Nat. Tomo commemora -  
ción E. Hernandez Pacheco. pp. 281-310. Madrid.

- FONTBOTE, J.M. 1954b  
 "Sobre la evolución tectónica de la Depresión del Vallès-Penedès" Arrahona 37 pp.
- FONTSERE, E. 1937  
 "L-anomalia tèrmica de la Plana de Vic". Memòries del Servei Meteorològic de Catalunya. Vol I nº 1. 39 pp. Barcelona
- FONTSERE, E i IGLESIES, J. 1971  
 "Recopilació de dades sísmiques de les terres catalanes entre 1100 i 1906". Fund. Vives Casajuana. 547 pp. Barcelona
- GABINETE TECNICO DE LA DIPUTACION DE BARCELONA 1977  
 "Estudio de la gestión de los residuos sólidos urbanos en la Provincia de Barcelona". 261 pp. Diput. Prov. Barcelona.
- GALLART, F. 1979  
 "Observaciones sobre la geomorfología dinámica actual de la Conca d'Odena (alrededores de Igualada . Prov. Barcelona)". Actas III Reunión Nac. del Grupo Español del Cuaternario. Intº Geografía Aplicada . CSIC. Zaragoza
- GALLART, F. 1980  
 "Estudi geomorfològic del Penedès. Sector Anoia i Riudebitlles". Tesi Doctoral. Dpt. Geomorfologia i Tectonica. Univ. de Barcelona. Inèdit 250 pp.
- HOEK, E. i BRAY, J. 1977  
 "Rock slope engineering" The Institution of mining and metallurgy. London
- HUBBERT, M.K. 1940  
 "The theory of groundwater motion" Jour. of Geol. nº 48 pp. 785-944.
- IGME 1974  
 "Mapa de rocas industriales" hoja nº 35 . Barcelona. Esc. 1 : 200.000 . Servicio Pub. Mº de Industria. Madrid

- IGME 1976a  
 "Mapa geológico de España" Hoja nº 364 . La Garriga  
 Esc. 1: 50.000 , Servicio Pub. Mº de Industria. Madrid
- IGME 1976b  
 "Mapa geológico de España" Hoja nº 393 . Mataró Esc.  
 1: 50.000 . Servicio Pub. Mº de Industria. Madrid.
- JIMENEZ SALAS, J.A. i DE JUSTO, J.L. 1975  
 "Geotecnia y Cimientos" Vol. 1 2ª Ed. Ed. Rueda 466 pp.  
 Madrid
- LINSLEY, R.K KOLER, M.A. i PAULUS J.L.H. 1977  
 "Hidrologia para ingenieros" Mc. Graw-Hill Latinoamericana  
386 pp.
- LOPEZ BUSTOS, A, et alt. 1964  
 "Resumen y conclusiones de los estudios sobre las avenidas  
 del Vallès en 1962". Intº de Hidrología . 91 pp. Madrid
- LOPEZ BUSTOS, A. 1980  
 "Antecedentes para una historia de las avenidas en los rios  
 del Pirieno Oriental" Rev. Obras Públicas . Mayo pp.  
369-383.
- LLAMAS, M.R. i LOPEZ VERA, C.F. 1975  
 "Estudio de los recursos hidraulicos subterráneos del Area  
 Metropolitana de Madrid y su zona de influencia : avance  
 de las características hidrogeológicas del Terciario de-  
 trítico de la Cuenca del Jarama". Revista AGUA nº 88 pp.  
36-55.
- LLOPIS, N 1942a  
 "Estudio geológico del Valle del Congost" Pub. del Intº  
Geol. y Topografico . Dip. Prov. Barcelona 102 pp.

- LLOPIS, N. 1942b  
 "Sobre la estructura del Montseny" Bol. Soc. Esp. H<sup>2</sup>  
 Natural. Sec. Geol T. XL pp.513-532.
- LLOPIS, N 1942c  
 "Los terrenos del cuaternario del Llano de Barcelona" Pub.  
 del Int<sup>2</sup> Geol. y Topografico . Dip. Prov. Barcelona  
 n<sup>2</sup> VI 52 pp.
- LLOPIS, N 1947  
 "Contribución al conocimiento de la morfoestructura de los  
 catalanides" C.S.I.C Int<sup>2</sup> Lucas Mallada 372 pp. Barcelona
- MARZO, M. 1980  
 "El Buntsandstein de los catalanides : estratigrafía y  
 procesos de sedimentación". Tesis Doctoral . Dpto Estrati-  
 grafía y Geol. H<sup>2</sup> . Univ. de Barcelona. Inèdit.
- MASSACHS, V. 1958  
 "El clima i les aigües" a Geografia de Catalunya de  
 L.Solé Sabaris . Vol. 1 665 pp. Ed. Aedos Barcelona.
- MERLIN, A. 1976  
 "Características hidrogeológicas de los materiales detrí -  
 ticos de edad terciaria y cuaternaria de los alrededores  
 de Talavera de la Reina (Toledo)". I Simp. Nac. de Hidrogeo  
 logía. 2 Vols. pp. 376-397 . Valencia
- METCALF-EDDY 1977  
 "Tratamiento y depuración de las aguas residuales"  
Ed. Labor 837 pp. Barcelona
- MIR, A. i SALAS, R. 1979  
 "Excursión C-1b, parada n<sup>2</sup> 8. El Forn d'en Sugranyes "  
Actas de la IV Reunión Nac. del Grupo de Trabajo del Cua-  
 ternario. Banyoles .

- MIRO, J. 1979  
 "Plan General de Ordenacion del valle de l'Alt Congost"  
 Memoria proyecto fin de carrera. E.T.S. Enginyers de Ca -  
 mins, Canals i Ports. U.P.B. inèdit
- MOPU 1975  
 "Pliego de prescripciones tecnicas generales para la re -  
 cepcion de cementos". RC-75 74 pp. Madrid
- MOPU 1978  
 "Manual de control de fabricaci3n y puesta en obra de  
 mezclas bituminosas" 267 pp. Madrid
- MOPU 1980  
 "Instrucciones para el proyecto y la ejecuci3n de obras  
 de hormigon en masa o armado" Comisi3n Permanente del  
 hormig3n 423 pp. Madrid
- MOPU 1981 a  
 "Pliego de prescripciones tecnicas generales para obras  
 de carreteras y puentes" P.G-3 570 pp. Madrid
- MOPU 1981 b  
 "Gesti3n de los residuos s3lidos" 265 pp. Madrid
- NORMA SISMORESISTENTE PDS-1 1974  
 "Parte A. Normativa". Decreto 3209/1974 de 30 Agosto
- NOVOA, M. 1979  
 "Estudio de las m3ximas avenidas en la cuenca del Rio Torde-  
 ra". Negociado de Aforos . 79 pp. CAPO - DGOH . Inèdit
- NOVOA, M. 1981  
 "Precipitaciones extremas en la cuenca del Pirineo Oriental.  
 Causas, efectos y prevision" Servicio de Aforos . CAPO -  
 DGOH. inèdit

- OLIVARES, E. MORENO, G.G. i GALLEGO , M. 1977  
 "Tecnología de las rocas en la construcción" Asociación de Investigación de la Construcción . 91 pp. Madrid
- PAVONI, J.L. HEER, J.E. i HAGERTY, D.J. 1975  
 "Solid waste Disposal. Materials and energy recovery"  
Van Nostrand Reinhold Co.
- PRIMEL, L. 1978  
 "Gissements de materiaux et occupation des sols"  
III Int. Cong. IAEG . Regional Planning (2) pp. 235-247  
 Madrid
- PUCHADES, J.M<sup>a</sup> 1948  
 "El Rio Besos. Estudio monografico de hidrologia super -  
 ficial" Miscelanea Almera ( 2<sup>a</sup> parte) . Pub . Int<sup>a</sup> Geol.  
Dip. Prov. Barcelona n<sup>o</sup> VII pp. 195-354
- PUSCHMANN, H. 1968a  
 "Stratigraphische untersuchungen im Paläozoikum des Montseny (Katalonien/Spanien)" Geol. Rundschau 58(3) pp. 1066-1088 Stuttgart
- PUSCHMANN, H. 1968b  
 "La série paléozoïque du massif du Montseny ( Catalogne , Espagne du Nord-Est)" . C.R. Acad. Sci. Paris. T.266 Série D pp. 657-659
- REGUANT, S. 1967  
 "El Eoceno Marino de Vic (Barcelona)" Memorias del Int<sup>a</sup> Geol. y Min. de España. T. LXVIII 350 pp.
- REPARAZ-RUIZ, G. de 1938  
 "Essai su la hydrologie des cours d'eau catalans" Rév. Geographique des Pyr. et Sud-Ouest. T. IX pp. 146-176 , 387-420.

- ROCA, A. i UDIAS, A. 1976  
 "Sismicidad y riesgo sísmico de la zona de Cataluña y los Pirineos". Rev. de Geofísica XXXV pp. 183-207.
- ROSELL, J. et alt 1973  
 "Sedimentologia del Mioceno del Vallès Occidental(Prov. de Barcelona)". Acta Geol. Hisp. T. VIII nº 1 pp. 25-29
- SANGLERAT, G. 1967  
 "El penetrómetro y reconocimiento de suelos". Servicio de Pub. del MOP. 337 pp. Madrid.
- SANTISTEBAN, C. i TABERNER, C. 1977  
 "Barras de marea como control de la formación de arrecifes en el Eoceno medio y superior en el sector de Sant Feliu de Codines-Centelles". Intº de Inv. Geol. Vol. XXXII pp. 203-214 . Dip. Prov. Barcelona
- SCHRIEL, W. 1929  
 "Der geologische bau des Katalonien klistengebirges zwischen Ebromündung und Ampurdan" Beitr. Geol. Westl. Medit-Gebiete 2. Abh. Ges. Wiss. Gottingen, Math-Phys . Kl. NF, Bd 14, 1.
- SKEMPTON, A.W. 1944  
 "Notes on the compressibility of clays" Q. Jour. Geol. Soc. London C. pp. 119-135.
- SOLE, L. 1937  
 "El relleu del Montseny i les Guillerries" Butll. del Centre Excursionista de Catalunya nº 501-502 pp. 41-46 i 57-67.
- SOLE, L. 1940  
 "Superfícies de erosi3n en las cordilleras litorales de Cataluña". Anales de la Univ. de Barcelona. Memorias y comunicaciones. pp. 145-153

- SOLE, L. 1958  
 "El clima i les aigües" a Geografia de Catalunya, Vol. nº1  
 665 pp. Ed. AEDOS . Barcelona
- SOLE, L. 1963  
 "Ensayo de interpretación de cuaternario barcelonés"  
Miscellanea Barcinonensia . Año II nº III 54 pp.
- SOLE, L. i LLOBET, S. 1957  
 "Las terrazas del Congost en la Depreseión del Vallès"  
V Congreso Int. del INQUA. Barcelona
- SOLE, L. et alt. 1957  
 "Livret guide de l'excursion Environs de Barcelone et  
 Montserrat" . V Congres INQUA 38 pp. Barcelona
- TEMEZ, J.R. 1978  
 "Cálculo hidrometereológico de caudales máximos en peque-  
 ñas cuencas naturales" Dirección Gral. de Carreteras  
111pp. MOPU. Madrid
- TERZAGHI, R. i PECK, R.B 1973  
 "Mecánica de suelos en la ingeniería práctica" . Ed. El  
Ateneo 722 pp. Barcelona
- TOMLINSON, M.J. 1977  
 "Pile design and construction practice". Cement and concrete  
association. The Garden City Press 413 pp
- TORAL, T. 1980  
 "Los aridos en Catalunya" Servei Geològic de la Generali-  
 tat. 90 pp. Inèdit
- TOTH, J 1963  
 "A theoretical analysis of ground water flow in small drai-  
 nage basins" J. Geophys. Res. Vol. 68 pp. 4795-4812

- TOTH, J. 1972  
 "Properties and manifestations of regional groundwater movement" Proc. 24th. Int. Geol. Cong. Section 11 pp. 153-163. Montreal
- TOURENQ, C. i ARCHIMBAUD, C. 1974  
 "Propietés des calcaires" 2nd. Int. Cong. IAEG Vol I pp. IV.19.1 a IV.19.11 . Sao Paulo
- TRUYOLS, J. 1952  
 "Estratigrafia del Mioceno de la depresión del Vallès - Penedès" . Paleontologia y Estratigrafia del Mioceno del Vallès-Penedès. 12 Cursillo Int. de Verano en Sabadell. Int<sup>a</sup> de Est. Piren. y Museo de Sabadell. pp. 34-37 CSIC
- VILARO, F. 1977  
 "la contaminación de las aguas subterráneas" a La Contaminación en cauces públicos. Comisión Intercolegial del Medio Ambiente. pp. 139-159
- VENTAYOL, A. et alt 1978  
 "Mapa Geotécnico de Barcelona" Editen els mateixos autors 32 pp.
- VILARO, F. i MARTIN ARNAIZ, M. 1970  
 "Los datos de la cuenca piloto del rio Besos. Base para el sistema de prevención de avenidas". Bol . informativo del MOP nº 148 pp. 19-30
- VIRGILI, C. 1950  
 "El triasico de los Catalanides" Bol. del IGME T. XIX 256 pp. Madrid
- VIRGILI, C. 1960  
 "Estudio de los minerales pesados del Cuaternario continental del litoral catalan" . Anales de Edafologia XII pp.229-240 . Madrid.