

Tesi doctoral

Evolució del paisatge de la muntanya mitjana mediterrània

**Variacions en la fertilitat del sòl i en l'exportació de nutrients al massís de Sant
Llorenç del Munt i la Serra de l'Obac (Serralada Prelitoral Catalana)**

JORDI NADAL TERSA

octubre de 2002

Departament de Geografia
UAB

Evolució del paisatge de la muntanya mitjana mediterrània

**Variacions en la fertilitat del sòl i en l'exportació de nutrients al massís de Sant
Llorenç del Munt i la Serra de l'Obac (Serralada Prelitoral Catalana)**

JORDI NADAL TERSA

Evolució del paisatge de la muntanya mitjana mediterrània

**Variacions en la fertilitat del sòl i en l'exportació de nutrients al massís de Sant
Llorenç del Munt i la Serra de l'Obac (Serralada Prelitoral Catalana)**

Tesi de doctorat dirigida per en
JOAN MANUEL SORIANO LÓPEZ

Departament de Geografia
Universitat Autònoma de Barcelona

Bellaterra, octubre de 2002

Als meus fills, la Marina i l'Alex

*El llit de fusta s'ha quedat sol,
l'home s'aixeca i espera
la llet bullida que es beu d'un glop,
i amb afany esmola l'eina.*

*Amb el sarró i amb el gos ja vell
travessa el bosc cada tarda,
i en el seu front d'arrugada pell
la neu s'hi posa gelada.*

*Van caient arbres i, quan és fosc,
pensa en la seva mainada,
**no vol que passin la vida al bosc
com l'ha passada el seu pare.***

*Pensa en la dona i el temps passat,
i la destrat ja li cansa.
Al cap dels anys, també s'ha tallat
tot el seu bosc d'esperances.*

Cop de destrat (Lluís Llach)

Índex

1. Introducció	1
1.1. Antecedents.....	1
1.2. Interès	3
1.3. Objectius	5
1.4. Estructura de la recerca i del treball	8
2. Estat de la qüestió	15
2.1. L'abandonament del territori.....	16
2.1.1. Definició d'abandonament.....	16
2.1.2. L'abandonament a la muntanya	17
2.1.3. L'abandonament a la plana	19
2.1.4. Camps actius.....	20
2.1.5. Àmbit geogràfic.....	20
2.1.6. Escala de treball	24
2.1.7. Metodologies de treball	25
2.1.8. Successió vegetal.....	26
2.1.9. Processos geomorfològics	26
2.1.10. Sòls.....	28
2.1.11. Estadística	29
2.1.12. Resultats.....	29
2.2. Recerques dutes a terme pels principals grups de treball	31
2.2.1. Instituto Pirenaico de Ecología (IPE).....	31
2.2.2. Institut Jaume Almera de Ciències de la Terra (IJA)	46
2.2.3. Grup de Recerca en Àrees de Muntanya i Paisatge (GRAMP).....	57
2.2.4. Altres grups	66
2.2.5. Relacions entre els grups estudiats i la proposta metodològica del present estudi	79

3. Material i mètodes del present estudi	81
3.1. Treball de gabinet	81
3.1.1. Elaboració d'àrees homogènies per a l'estudi dels sòls	83
3.1.2. Elecció de conques hidrogràfiques	89
3.1.3. Cartografia	94
3.2. Treball amb sòls	129
3.2.1. Recollida de mostres de sòl per a l'estudi de la fertilitat	129
3.2.2. Determinació de la humitat del sòl	139
3.2.3. Determinació de la capacitat d'infiltració del sòl	143
3.2.4. Paràmetres d'anàlisi del sòl	146
3.2.5. Índex de fertilitat	159
3.3. Treball amb aigua	160
3.3.1. Recollida de mostres	169
3.3.2. Paràmetres d'anàlisi	171
4. Àrea d'estudi	179
4.1. La figura del Parc Natural de Sant Llorenç del Munt i Serra de l'Obac	179
4.2. Aspectes del medi natural	181
4.2.1. Geologia	181
4.2.2. Vegetació	185
4.2.3. Clima	189
4.2.4. Sòls	197
4.3. Aspectes del medi social: extensió històrica dels conreus	199
5. Resultats i interpretació	203
5.1. Evolució de les propietats químiques dels sòls	203
5.1.1. pH	203
5.1.2. Conductivitat elèctrica	209
5.1.3. Matèria orgànica	210
5.1.4. Fòsfor	221
5.1.5. Potassi	228
5.1.6. Nitrogen	234
5.1.7. Carbonats	236
5.1.8. Magnesi	238
5.1.9. Relació carboni/nitrogen	242
5.1.10. Índex de fertilitat	250
5.2. Evolució de les propietats físiques dels sòls	257
5.2.1. Humitat del sòl	257
5.2.2. Capacitat d'infiltració	263

5.3. Evolució de les propietats fisicoquímiques de l'aigua	268
5.3.1. pH	268
5.3.2. Conductivitat elèctrica	269
5.3.3. Residu sòlid	270
5.3.4. Nitrats	270
5.3.5. Bicarbonats.....	272
5.3.6. Clorur	272
5.3.7. Calci.....	273
5.3.8. Magnesi	274
5.3.9. Sodi	275
5.3.10. Potassi.....	276
5.4. Explotació estadística.....	277
5.4.1. Àrees homogènies per a l'estudi dels sòls	279
5.4.2. Conques hidrogràfiques	283
5.5. Interpretació dels resultats.....	288
6. Conclusions	297
6.1. Inèrcia temporal dels trets que caracteritzen el paisatge.....	298
6.2. Exportació de nutrients a les conques hidrogràfiques	305
6.3. Sòls i aigües: expressions d'una mateixa realitat	306
7. Referències	309
7.1. Bibliografia.....	309
7.2. Cartografia.....	338
Agraïments.....	339
Annexos	341
1. Fitxes de les àrees homogènies	341
2. Resultat de les analítiques dels paràmetres químics del sòl	355
2.1. Gràfics de les analítiques dels sòls	358
2.2. Valors i gràfics de fertilitat	378
3. Humitat del sòl.....	382
4. Infiltració	386

5. Dades meteorològiques.....	403
5.1. Temperatura	403
5.2. Precipitació	423
5.3. Irregularitat de la precipitació.....	434
6. Resultat de les analítiques dels paràmetres fisicoquímics de l'aigua	439
7. Resultats estadístics.....	453
7.1. Mostres de sòl	453
7.2. Mostres d'aigua	466

Índex de mapes

Mapa 1. Localització de l'àrea d'estudi. E 1:50.000	13
Mapa 2. Vegetació actual (1995). E 1:50.000	97
Mapa 3. Vegetació reclassificada. E 1:50.000	99
Mapa 4. Zones agrícoles. E 1:50.000	103
Mapa 5. Litologia. E 1:50.000	107
Mapa 6. Orientacions. E 1:50.000	109
Mapa 7. Pendants. E 1:50.000	111
Mapa 8. Geoformes. E 1:50.000	115
Mapa 9. Àrees homogènies I. E 1:50.000	119
Mapa 10. Àrees homogènies II. E 1:50.000	121
Mapa 11. Àrees homogènies III. E 1:50.000	123
Mapa 12. Àrees homogènies III. E 1:15.000	125
Mapa 13. Àrees homogènies IV. E 1:15.000	127
Mapa 14. Informació climàtica. E 1:2.000.000	131
Mapa 15. Punts de mostreig. E 1:50.000 i E 1:30.000	133
Mapa 16. Conques hidrogràfiques. E 1:50.000	161
Mapa 17. Usos del sòl de les conques estudiades I. E 1:15.000	163
Mapa 18. Usos del sòl de les conques estudiades II. E 1:15.000	165
Mapa 19. Usos del sòl de les conques estudiades III. E 1:15.000	167

1. Introducció

1.1. Antecedents

El treball que aquí es presenta s'emmarca en la recerca que de forma genèrica fa el grup de Geografia Física del Departament de Geografia de la Universitat Autònoma de Barcelona en àrees de muntanya, que de forma molt sintètica es pot definir com **l'estudi de l'evolució dels paisatges antropitzats**. Entre els treballs que ha produït cal citar els que fan referència a la successió vegetal i a l'evolució de la fertilitat dels sòls en el Prepirineu (SORIANO, 1994 i MOLINA, 2000), en la Serralada Prelitoral (NADAL, 1997) i en el Pirineu central (PÈLACHS, 2000). Tant aquests estudis com altres encàrrecs que diverses administracions públiques han fet a l'equip de recerca s'han desenvolupat sota diversos projectes, entre els que destaquen especialment:

- *Análisis y gestión del territorio. Usos del suelo, paisaje y desarrollo sostenible (PB97-0197).*
- *Usos del suelo, paisaje y desarrollo sostenible en espacios rurales de montaña. Reconstrucción paleoambiental y prospectiva del paisaje (REN2001-1896/GLO).*

La memòria de recerca que vaig presentar amb el títol d'*Efectes de l'abandonament dels camps de conreu en els sòls del Parc Natural de Sant Llorenç i Serra de l'Obac: proposta metodològica*, va ser el primer pas que donava l'esmentat grup de recerca en zones de muntanya mitjana. Aquesta àrea es va escollir perquè servís de complement als estudis esmentats i d'aquesta forma poder entendre del dinamisme del paisatge en diferents àmbits mediterranis. El massís escollit reuneix unes condicions naturals i culturals molt especials, tal i com es veurà en la descripció que es fa de l'àrea d'estudi en el capítol 4.

Avui sembla acceptat per tota la comunitat científica que la influència de les activitats humanes sobre el territori arriben arreu del planeta, sigui en major o menor grau i que no es pot parlar d'àmbits inalterats en sentit estricte. Així doncs, és obvi que la muntanya mitjana mediterrània no n'és una excepció, més aviat al contrari, i que l'estudi del seu canvi d'ús i de

les conseqüències que això té sobre el medi natural és indispensable per comprendre l'evolució dels nostres paisatges. A grans trets s'ha passat d'una muntanya agrària (pastures, conreus, explotació silvícola, masos, etc.) a una muntanya d'oci (restauració, camins excursionistes, activitats relacionades amb el turisme d'aventura), que a més està molt poc habitada, per bé que sovint en moments concrets, és molt freqüentada.

Tal i com s'anirà desenvolupant en els successius capítols, malgrat estar estudiant una zona marcada per una forta marginalitat agrícola (sòls pobres, feixes petites i dificultats d'accés, entre altres), els llocs més aptes havien estat sotmesos a diverses formes de conreu, fins arribar a la quasi total desaparició d'aquestes pràctiques en l'actualitat. Així doncs, sembla prou important veure quin tipus de gestió podem exercir per tenir diverses formes d'evolució d'aquestes terres en el futur.

Si bé dèiem que l'empremta cultural en el territori és present en tot el món, l'abandonament de les activitats tradicionals (agràries bàsicament) és patrimoni dels països rics, perquè de fet, el problema que es presenta en els països econòmicament desfavorits és el procés contrari: cada cop més terres marginals es posen en conreu per poder alimentar una creixent població empobrida, tot i que a mig termini aquestes noves terres exhaureixen el seu limitat potencial agrícola, així com els conreus tradicionals han de deixar pas a les noves agricultures comercials, amb el canvi de tècniques que això comporta.

Tal i com es pot comprovar en el capítol que fa referència a l'estat de la qüestió, són nombrosos els grups de recerca que treballen el problema de l'abandonament del territori des d'una perspectiva similar a la que es fa en aquest treball, tot i que amb diferències significatives, de les quals una de molt important és l'extensió del territori estudiat. La bibliografia està farcida d'articles, ponències en congressos i fins i tot volums sencers dedicats a donar a conèixer la metodologia i els resultats que s'obtenen en treballs a gran escala. És a dir, que una de les diferències fonamentals entre aquesta recerca i altres treballs rau en l'escala de treball. En successius apartats es podrà comprovar com els equips que han treballat més a fons les repercussions ambientals que comporten els canvis d'usos del sòl, i especialment el *no-ús* ho han fet en parcel·les, dites experimentals, on s'obtenen dades molt acurades per comparar-les entre elles, però difícilment extrapolables. Lluny d'aquestes metodologies, el present treball, igual que els publicats per la resta de membres de l'equip de recerca, s'han desenvolupat en un espai suficientment gran, de l'ordre d'alguns quilòmetres quadrats, com per pensar que variables excessivament puntuals puguin alterar els resultats.

Òbviament l'escala que hem utilitzat també presenta problemes metodològics, dels quals potser el primer és la dificultat de comparar resultats amb altres treballs de recerca, degut a la manca de producció científica que hi ha en àrees com la que aquí s'estudia. Un altre problema no menor ha estat l'aïllament de les variables que no intervenen en el model proposat, fet que és relativament senzill quan el territori és molt reduït, però que es complica a mesura que es treballa una superfície més gran.

1.2. Interès

Tal i com s'ha dit, l'evolució del paisatge producte dels canvis d'usos recents, que fonamentalment significa el pas de la utilització agrària a l'abandonament, és una realitat que afecta una part molt important del món rural en el nostre àmbit. En menys d'un segle s'ha passat d'una economia en la qual el sector primari tenia un pes molt important a una societat terciaritzada. És a dir, que l'ús del territori ha variat dràsticament, i això té implicacions en el present, però també suposa dinàmiques a llarg termini que no sempre són fàcils de preveure a partir de la imatge que tenim en els nostres dies, ja que aquesta evolució no és lineal.

Aquest canvi econòmic ha suposat molts cops el pas de l'ús al *no-ús*; el pas d'un tractament agrícola i ramader, sovint secular, a un abandonament total o parcial; el pas d'una gestió integral de l'espai a una gestió centrada en una part molt petita del territori. En zones d'alta muntanya això s'ha traduït en un progressiu abandonament dels vessants i una revalorització econòmica dels fons de vall, on s'ha substituït els conreus de cereal pels prats, i els ramats d'oví per la ramaderia de vacú; a les zones de muntanya més baixa aquest procés ha estat més traumàtic, ja que s'ha passat d'una agricultura de cereal i una ramaderia ovina a la pràctica desaparició de qualsevol activitat, amb una caiguda de la població com històricament no s'havia produït mai (ARNÁEZ, 1993), al que cal afegir un règim climàtic, el mediterrani, que no afavoreix gens la conservació de l'espai: pluges torrencials a la tardor i primavera, llargs períodes de sequera, altes temperatures estivals, gelades hivernals, gran irregularitat interanual.

Sigui quin sigui el nivell d'afectació d'aquest abandonament, la primera conseqüència ecològica observable a simple vista és la *naturalització* del territori (CERDÀ, 1994), és a dir el pas d'un paisatge fortament antropitzat a un que evoluciona cap a formacions vegetals no agrícoles. Dir que aquest procés de revegetació segueix la seqüència teòrica d'herbassar-

bosquina-bosc, és una generalització excessiva, ja que en la pràctica totalitat de les situacions actuen unes variables o unes altres que alteren aquesta evolució lineal, portant-la a estadis diferents de l'inicial o a situacions d'avenços i retrocessos alternatius que serveixen per crear situacions intermèdies que perviuen durant dècades (SORIANO, 1994).

Un altre aspecte no menyspreable és la situació d'abandonament no complet, que s'acostuma a donar durant els primers anys o les primeres dècades. El que succeeix en aquests casos és que es passa d'una situació d'activitat agrària intensiva a una extensiva, d'una activitat a temps complet a una a temps parcial, i les combinacions que entre aquests dos fets es puguin donar. Un cas molt típic i amb una gran transcendència paisatgística és la substitució de l'activitat agrícola per una ramadera de baixa intensitat que interfereix l'evolució vegetal dels antics camps de conreu.

Una conseqüència d'aquesta evolució vegetal són els processos d'erosió que acompanyen a l'abandonament, malgrat que com assenyala GARCÍA-RUIZ (1996) l'agricultura marginal, la deforestació, el conreu de vessants, els incendis periòdics i el trepig del bestiar ja havien desencadenat potents mecanismes d'erosió i transport de sediments des de l'Edat Mitjana. Aquests nous processos erosius vénen donats per l'abandonament del sistema de drenatge, de les pràctiques de conservació de sòls (murs de pedra seca, camins, etc) i la manca d'una coberta vegetal suficient, especialment durant el primer període.

Del que s'ha dit fins ara es desprèn que ens trobem davant d'una realitat territorial, relativament nova, amb profundes implicacions paisatgístiques, tant socials (despoblament, reordenació econòmica i d'usos) com naturals (revegetació, activació de processos erosius, pèrdua de sòl). Així doncs, l'interès per l'estudi dels mecanismes que controlen aquests processos és bàsic per comprendre'ls i poder actuar en el territori. No podem pensar a deixar d'actuar en un territori que ha estat secularment organitzat socialment sense veure'ns abocats a partir els efectes d'una profunda desorganització social de l'espai.

Per tant, sembla evident l'interès que té l'estudi de l'abandonament agrari del territori, i de forma molt especial per l'impacte que hi té, l'abandonament a les zones de muntanya: evolució-estancament de comunitats vegetals, aparició de processos erosius, reestructuració de les xarxes de drenatge, canvis en les qualitats dels sòls, etc., i en el nostre cas, aquest interès intrínsec que té la problemàtica exposada convergeix amb els interessos dels Parcs Naturals que, entre molts d'altres, són la promoció del coneixement científic del seu territori.

1.3. Objectius

Aquest treball de recerca s'emmarca, tal i com s'ha dit, en l'àmbit de l'estudi de l'evolució dels paisatges de muntanya fortament antropitzats. Hi ha multitud d'aspectes que governen aquesta evolució, ja siguin de caire natural o socioeconòmic, amb una interrelació entre ells innegable. Així, per exemple, la caiguda demogràfica de les comarques de muntanya, la terciarització de la seva economia, les polítiques agràries de la Unió Europea, etc, tenen una plasmació directa en el territori: camps de conreu abandonats, progressió de formacions boscoses secundàries, disminució de la cabana ramadera, competència per la utilització de certs espais davant de la manca d'ús de la resta. Dins d'aquesta situació general hi ha un objectiu clar que vol respondre a la pregunta: quins són els fets essencials que serveixen per entendre aquests nous paisatges de muntanya?

Per tant doncs, l'objectiu principal d'aquest treball, com ho és el de tota la producció científica del Grup de Geografia Física, és **entendre els mecanismes que governen l'evolució del paisatge de muntanya lligat al canvi d'usos que s'hi dona**.

El paisatge, com diu George Bertrand, fundador de l'escola del paisatge de Tolosa de Llenguadoc, és la combinació dinàmica, i per tant inestable, d'elements físics, biològics i antròpics que interactuen uns sobre els altres i fan del paisatge un conjunt únic i indisociable, en perpètua evolució. Si partim d'aquesta definició i de l'objectiu primer de la recerca que aquí es presenta, es fa inabordable un estudi holístic, per l'extensió i diversitat dels temes a tractar. Pensem doncs, que cal agafar alguns d'aquests mecanismes per observar-los i poder-ne descriure acuradament la seva evolució.

De l'objectiu genèric presentat es deriven altres tres més específics, relacionats amb les característiques físiques de la zona d'estudi i amb l'ús secular d'aquest territori:

1. Valorar les diferències de l'evolució del paisatge en relació a les variables geoecològiques de la zona. Per treballar això s'ha escollit una zona de muntanya mitjana enfront de les àrees fins ara estudiades pel nostre grup i així poder entendre en el futur la dinàmica dels paisatges de muntanya a una escala més petita, que inclourà tant l'alta muntanya com la mitjana. Per a aquest objectiu s'estudiarà el comportament de diferents paràmetres que aportin informació d'aquest procés evolutiu. Se n'han seleccionat dos: l'evolució dels sòls i l'exportació de nutrients a les conques hidrogràfiques, perquè ambdós

són suficientment dinàmics com per mostrar a mig termini la influència de les variables a treballar. El primer paràmetre, l'evolució dels sòls, ha estat estudiat prou a fons a les tesis i tesines citades a l'apartat 1.1, i el segon, l'exportació de nutrients, s'ha treballat per altres grups a diverses zones del Pirineu i Prepirineu, però creiem que no han estat suficientment interrelacionats. És a dir que l'estudi conjunt dels sòls i de la conca hidrogràfica on es troben poden donar-nos la clau d'una part de l'evolució del paisatge.

El que s'ha exposat fins ara s'ha de dur a terme òbviament sobre un territori. Aquest, com ja s'ha dit és la muntanya mitjana mediterrània. Dins d'aquest àmbit bioclimàtic ens centrarem en el Parc Natural de Sant Llorenç del Munt i Serra de l'Obac (mapa 1).

Dins dels usos del sòl estudiats: alzinars, rouredes, pinedes, pastures, camps de conreu actius i abandonats i bosquines, d'aquest darrer, com a comunitat de trànsit entre els camps de conreu abandonats i la coberta arbòria, es vol observar si té un nivell de conservació del sòl comparable o superior al del bosc al Parc Natural. Quan la pressió antròpica que ha suportat el territori ha estat molt gran, l'estrat arbori no aconsegueix desenvolupar-s'hi fins al cap de moltes dècades i en aquests casos s'instal·la una bosquina que crea les condicions perquè amb el temps puguin aparèixer els primers arbres. Si bé és cert que s'intueix que **l'estructura del sòl pot estar directament relacionada amb la pressió antròpica exercida, la densitat arbustiva que ofereixen les bosquines cal pensar que les pot du a tenir un nivell de protecció davant de l'erosió i l'exportació de nutrients que pot ser equiparable a les de les formacions arbòries**. Abans d'arribar a aquest estadi, però, els camps de conreu abandonats hauran passat per una fase inicial de duració molt variable, que suposa el moment de mínima protecció, a causa de l'escassa coberta vegetal, i per tant, el de màxima pèrdua de sòl i de nutrients.

També es vol comprovar si les conques hidrogràfiques de camps de conreu abandonats presentaran un nivell d'exportació de sediments i de nutrients superiors als de les conques amb usos forestals, perquè se suposa que **l'alteració dels sistemes *naturals* que resulta de l'antropització del territori i del canvi d'organització posterior que comporta l'abandonament tindran una resposta negativa a la protecció del territori**. Així doncs la comparació entre conques *naturals* i *antropitzades* pot oferir diferències significatives, que a més han de permetre establir una certa jerarquia en el territori.

Igual que se suposa que poden haver-hi diferències edàfiques notables en els sòls dels camps de conreu abandonats fa cinquanta anys i les pinedes producte d'un desbosc molt

important, l'exportació de nutrients i de sediments de conques hidrogràfiques amb aquests usos del sòl també seran diferents, donant volums més importants en el primer cas, perquè la intervenció va ser més important conseqüentment la seva recuperació més lenta.

2. L'objectiu específic per a l'àrea d'estudi és **valorar la incidència de l'activitat antròpica en el Parc i les repercussions que aquesta ha tingut en el paisatge actual i en el futur**. Per desenvolupar aquests objectius, l'1 i el 2, íntimament lligats entre ells, es proposa una parcel·lació del territori en unitats de mostreig per a l'estudi dels sòls, i en conques hidrogràfiques per a l'estudi de les aigües. En el primer cas es compararan els sòls de formacions naturals amb els d'antics camps de conreu dels quals es coneix la seva època d'abandonament, i en el segon cas la comparació buscarà pautes de comportament entre conques hidrològiques forestals i conques hidrològiques antropitzades.

La dinàmica de l'abandonament dels camps de conreu té una gran inèrcia, fet que li confereix pautes de comportament a llarg termini pel que **deixar d'actuar sobre un territori que ha estat secularment intervingut portarà a una dinàmica edafològica i hidrològica que trigarà molts anys a ser comparable a la dels espais forestals anteriors, sobre els que es van instal·lar les activitats humanes**.

L'evolució teòrica que segueix el territori un cop abandonat és relativament lineal, però la quantitat de variables antròpiques i no antròpiques que intervenen fa que sovint hi hagi alteracions d'aquest procés evolutiu (pastura posterior a l'abandonament agrícola, explotació forestal, etc).

Malgrat que la fisonomia d'aquests camps de conreu al cap d'unes dècades d'abandonament pot ser semblant al de formacions boscoses, es pot suposar que la resposta que ofereixen davant de l'erosió, l'exportació de nutrients, i de fet en la seva composició edàfica, perdura molt més temps lligada al seu passat d'antropització que al nou aspecte que va prenent. Així doncs, es creu que **el paisatge visual no sempre reflecteix els processos naturals que es donen en el territori i no permet veure els mecanismes que governen aquesta evolució**.

En aquest sentit, cal suposar que les actuals pinedes instal·lades sobre els camps de conreu abandonats des de més antic i les pinedes que provenen d'una forta antropització de l'espai, però que no van arribar a ser mai conreus, han de tenir diferències edàfiques substancials.

3. Un darrer objectiu, un cop delimitat l'abast general de l'estudi, és **definir les variables geomorfològiques que tenen una major influència en tot aquest procés.**

Les geofomes còncaves, per definició, són receptores de sediments, les convexes són exportadores i les planes se situen en un punt intermig. Així doncs, això s'ha de manifestar en sòls més aptes en les primeres geofomes per a la recuperació de la vegetació potencial un cop acaba la pressió antròpica.

No cal dir que els condicionants socials futurs semblen tant o més importants que els purament físics. Condicionants que ara per ara es poden resumir en la manca d'atractiu turístic d'aquestes zones i en general en una manca de potencial per oferir serveis a la resta del territori, que aconseguixin assegurar un mínim de població que es dediqui encara que sigui de forma parcial a l'explotació agrícola. Bé és cert que en algunes zones econòmicament deprimides, com la que és objecte d'estudi, ha sorgit una certa agricultura i ramaderia que ha apostat per la *qualitat* enfront de la *quantitat* (ramaderia ecològica, conreus que no utilitzen pesticides, etc.), però no pensem pas que siguin suficients per modificar de forma important la dinàmica endegada des de fa dècades.

1.4. Estructura de la recerca i del treball

Tal i com s'ha dit en l'apartat 1.1, aquest treball de recerca forma part d'una línia engegada des de fa anys pel Grup de Geografia Física de la UAB. Així mateix, la pretensió, un cop aquest treball quedi enllestit, és que s'hagin obert nous fronts d'investigació, aconseguint per un costat respondre les preguntes que els investigadors precedents van deixar a l'aire en les seves recerques, i per un altre costat oferir noves preguntes per a propers membres de l'equip, o per a qualsevol estudiós que s'hi senti motivat. També s'ha dit que aquesta recerca no només neix dins d'aquest col·lectiu, sinó que ho fa també com a continuació de la memòria de recerca de l'autor.

La investigació que aquí es desenvolupa s'ha estructurat en la forma clàssica que adopten els treballs que estudien algun dels múltiples aspectes del medi físic, i que de forma aproximada acostuma a ser: introducció, estat de la qüestió, descripció de l'àrea d'estudi, metodologia, anàlisi dels resultats obtinguts i conclusions.

La introducció, capítol en el qual ens trobem, serveix per contextualitzar la recerca i justificar la seva validesa científica i utilitat social. Com és obligat, al mateix temps que necessari, s'expliciten els antecedents en els que es basa, els objectius del treball i les hipòtesis que es formulen.

El segon apartat fa un repàs el màxim d'exhaustiu possible de la bibliografia existent sobre l'objecte d'estudi. Explícitament s'analitza la producció científica dels principals grups de recerca i les publicacions que existeixen sobre el tema, amb el propòsit de tenir un bon punt de partida sobre cadascun dels àmbits dels quals es pot abordar la problemàtica que s'estudia: successió vegetal, efectes geomorfològics, efectes hidrogeomorfològics i canvis edàfics, com a principals manifestacions de l'abandonament agrari.

Donat que aquesta recerca es du a terme en un territori concret, com quasi totes les recerques geogràfiques, l'estat de la qüestió sobre aquest territori també es tracta de forma exhaustiva, amb l'objectiu de tenir a l'abast el coneixement científic produït sobre aquest àmbit, susceptible d'estar relacionat amb la temàtica que aquí es tracta.

L'apartat metodològic, d'un pes cabal en aquesta recerca, està dividit en tres parts: les metodologies de gabinet, les metodologies relacionades amb l'estudi dels sòls i les metodologies utilitzades per a l'estudi de les aigües. Pel que fa a les primeres cal citar el paper que han tingut els Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG), eina utilitzada àmpliament en la confecció de les unitats homogènies de treball, bàsiques per a la confecció del mostreig. Cal destacar el treball de camp necessari en aquest apartat, perquè encara que pugui semblar oposat ordinador i camp, són ben complementaris: a l'ordinador s'han dissenyat les zones d'estudi que ha calgut verificar sobre el terreny, per tornar al gabinet i ajustar-les d'acord amb la realitat. Cal remarcar la potència de treball que ofereixen els diferents programes informàtics que existeixen en el mercat del SIG, que han permès calcular per a innombrables punts els graus de pendent del terreny, la seva orientació i geoforma, insolació, litologia, recobriments vegetals, etc.

La metodologia de treball amb sòls inclou les tècniques de mostreig dins de les zones escollides prèviament, la recollida de mostres un cop trobats els punts de mostreig, i el transport i conservació d'aquestes al laboratori. La part més extensa en aquest punt és l'explotació de les tècniques de laboratori per obtenir de les mostres de sòl recollides al camp, els resultats analítics. Tot plegat ha de permetre respondre les nostres preguntes, que en aquest punt i simplificant molt són: quines diferències s'observen en la fertilitat dels sòls entre

diferents àrees? quina relació hi ha entre aquests canvis? i per últim, hi ha una seqüència lògica en l'evolució dels sòls entre conreu-abandonament-forestació? Preguntes que en gran part queden respostes a través de l'evolució de la fertilitat del sòl.

Pel que fa a l'estudi del vector aigua en funció dels usos del sòl de les conques mostrejades, ha rebut un tractament conceptual igual al dels sòls: definir molt bé les necessitats de mostreig de les conques a analitzar, situar els punts de mostreig en el camp, recollir mostres i realitzar les anàlisis fisicoquímiques, buscant en aquest cas les diferències i les similituds entre conques de drenatge en zones *naturals* i conques de drenatge en zones fortament *antropitzades*.

En tots els apartats d'aquest treball apareix constantment la dicotomia *natural-antròpic* en el sentit de veure com evoluciona el paisatge. És per això que cal deixar clar el significat que s'ha volgut donar a aquestes dues paraules. *Natural*, segons PÈLACHS (2002) és un paisatge amb un percentatge nul o molt baix d'elements antròpics i una elevada presència d'elements biòtics i abiòtics; i *antròpic* és la situació oposada: percentatge alt o molt alt d'elements antròpics i poca presència d'elements naturals. Nosaltres, però, els hem donat l'accepció d'espais poc o molt poc intervinguts i de molt intervinguts per l'home, respectivament. Així quan parlem de *naturalització* dels antics espais conreats, ens referim a l'evolució que la vegetació experimenta des del moment que es deixa de conrear fins a l'estadi en el que es troba en el moment de l'observació, que si ha passat un lapse de temps suficient haurà seguit les etapes de sòl nu, herbassar, bosquina i formació boscosa, igual o no a l'original. Al mateix temps quan es parla de territoris *antropitzats* es farà referència a boscos molt intervinguts, a antics conreus o a zones conreades en l'actualitat. Per tant, som conscients que fora del context d'aquest treball, i tal i com senyala Pèlachs, tot el territori estudiat és antròpic.

Un cop definides les metodologies utilitzades en cadascun dels apartats es presenten els resultats obtinguts, amb tot l'acompanyament de comentaris, comparacions amb altres treballs i l'explotació estadística que s'ha dut a terme. Si bé no sembla necessari fer-ne més comentaris des d'aquí a aquest capítol, cal dir que és el més dens, ja que la descripció dels valors obtinguts per a cadascuna de les variables d'anàlisi és fa molt voluminosa. Serveixi aquí tan sols de referència dir que s'han analitzat per a cent i escaig mostreigs de sòls, més de deu variables, i unes tantes altres variables per a set conques hidrogràfiques amb mostres recollides en diversos moments de l'any. En aquest capítol ha existit la voluntat explícita de

fer constant referència a altres treballs per tal de poder establir comparacions que ajudin a determinar quines són les variables decisives en l'evolució del paisatge.

El darrer capítol de continguts és, òbviament, el que fa referència a les conclusions, on es presenten les aportacions més destacades extretes a partir dels resultats elaborats en el capítol anterior, i es reprenen els objectius presentats a l'inici.

Després de les conclusions, resta la bibliografia, que és un recull de la literatura existent al voltant del tema d'estudi, tant de les obres citades explícitament en el text, com de les consultades per a l'elaboració de la tesi. Per tancar el treball hi ha un apartat d'annexos en el que es troba la informació analítica dels mostreigs de sòls i d'aigües, les dades climàtiques i l'explotació estadística dels resultats. Creiem que per a una correcta interpretació d'aquests resultats i de les conclusions a les quals s'arriba, cal saber quin mètode analític s'ha seguit en cada cas, ja que tal i com es veurà en l'apartat de metodologia, sovint les dades varien notablement en funció de la tècnica utilitzada, per la qual cosa el seu valor pot ser més relatiu que absolut i això invalidaria qualsevol comparació que no tingués en compte aquest factor.

L'apartat cartogràfic s'ha resolt amb 19 mapes, que van des de la situació de l'àrea d'estudi, la representació espacial de les variables seleccionades i la combinació d'aquestes variables fins a donar les àrees homogènies de treball. També s'ha mapificat la situació climàtica del Parc Natural.

(mapa 1)

(mapa 1)

2. Estat de la qüestió

La roturació de noves terres i l'abandonament de conreus ha estat una constant dualitat en la història de les societats, des del Neolític fins els nostres dies. En èpoques d'expansió demogràfica, de guerres i en general en qualsevol dels extensos episodis de fam que s'han donat al llarg de la història, l'espai agrícola ha variat notablement, ocupant indrets difícils, ja sigui per les condicions climàtiques, edàfiques o topogràfiques adverses que havia de suportar. Quan ha estat possible treballar zones més adients i mantenir un comerç interregional estable, aquestes zones s'han abandonat, començant evidentment, per les terres més dolentes, on la relació energia/producció era més desavantajosa¹.

Per tant, cal veure la situació actual de reducció dels espais agrícoles com un fet conjuntural, malgrat que la dimensió que ha pres aquesta evolució sigui suficientment important com per plantejar-se motius estructurals, ja que el procés d'abandonament que té lloc des de finals del segle XIX a la muntanya europea, és d'un caire nou i desconegut fins al moment, tant per la intensitat com per les dimensions que assoleix.

L'abandonament de l'espai agrícola ha suposat el deteriorament de l'acció secular de l'home: conservació del sòl, sistemes hidràulics, modificació de la topografia existent, etc., donant lloc a processos erosius, modificacions edàfiques i reforestació, entre altres. Aquest fet no s'ha produït només a la muntanya, sinó que també ha tingut lloc a la plana, i fins i tot en última instància en les terres de regadiu. Aquesta nova realitat ha estat estudiada des de diverses disciplines acadèmiques com són la geologia, la biologia, l'agronomia, entre altres, però és la geografia la que ha intentat donar una visió global del problema, treballant alhora els aspectes socials i físics.

Els primers estudis cal buscar-los als Estats Units de Nordamèrica, on es va produir l'abandonament de conreus com a conseqüència de les grans migracions del camp a la ciutat

¹ MEEUS, *et al.*, 1988; LASANTA, 1996; GARCÍA-RUIZ, 1996

durant les crisis econòmiques del primer quart del segle XX. En aquest context es fan els primers estudis de successió vegetal en els camps de conreu abandonats² i d'evolució de les característiques del sòl³. En una segona etapa apareixen estudis més puntuals, com ara les conseqüències sobre els sistemes naturals, el control de plagues, etc⁴.

Posteriorment, quan les relacions contemporànies camp-ciutat comencen a variar a Europa, apareixen les primeres publicacions al nostre continent. Els primers articles tracten el tema de forma indirecta i sempre dins del context de l'abandonament general de l'hàbitat rural, i especialment a la muntanya⁵.

Partint d'aquests inicis, a la dècada dels setanta ja trobem força literatura al respecte. Es tracta amb profusió el despoblament de les zones rurals⁶, les conseqüències ecològiques de l'abandonament dels conreus⁷ i els problemes relacionats amb el sòl⁸.

2.1. L'abandonament del territori

Tot i que la major part de la producció escrita sobre l'abandonament se centra en l'experimentació empírica (metodologies de treball de camp, descripció d'àrees d'estudi, etc.), també hi ha un nombre important d'obres de síntesi, que donen idea de les causes i conseqüències del procés en determinades àrees. El que manca, potser per immaduresa del camp d'estudi, és un cos teòric que englobi i doni suport als estudis que s'estan realitzant.

2.1.1. Definició d'abandonament

La definició d'abandonament no acostuma a aparèixer en els estudis, i els autors que ho fan són relativament contradictoris entre ells. Per a LLORENTE, LUENGO (1986: 105) és la "(...) *relaxació de la pressió antròpica*". BAUDRY (1991: 15) presenta diverses definicions en funció de l'objectiu a aconseguir; de forma restrictiva el considera com "*una terra no utilitzada*

² JUDD, JACKSON, 1939; WHITMAN, 1943

³ JUDD, WELDON, 1939

⁴ WILBUR, FRITZ, PAINTER., 1942

⁵ VIGNAUD 1961; DEGENER, 1963; SAVORNIN, 1965; BAZZAZ, 1968, 1975

⁶ DELANO, 1975; COLAONE, PIUSSI, 1975; INRA, ENSSAA, 1977

⁷ HAUG, 1970; CONNELL, SLATYER, 1977; C.C.E., 1979; GRAY, CRAWLEY, EDWARDS, 1987

⁸ JENKINSON, 1970; SOIL SURVEY STAFF, 1975; LEIKOLA, 1977; GISI, FROSSARD, OERTLI, 1979

durant un període de temps prolongat per a l'agricultura o per a qualsevol altra activitat econòmica del món rural"; també el defineix com *"un canvi d'ús des del model tradicional o recent a un altre"*; fins i tot es pot considerar com la *"conversió de terres llaurades a prats permanents, amb addició o no d'inputs"*. Per a aquest autor *"la tendència cap a un pastoreig extensiu dels prats també es pot considerar com una forma d'abandonament"*. SORIANO (1994: 6), per contra, el defineix com *"(...) una parcel·la de territori que deixa de suportar l'acció antròpica directa en un sentit agrícola ni que sigui tan suau com el simple fet de dallar i femar"*.

2.1.2. L'abandonament a la muntanya

Gran part de l'ocupació de l'espai muntà per part de les societats agrícoles i ramaderes ha estat conseqüència dels avatars històrics: pressió demogràfica, manca d'estabilitat social, etc., per la qual cosa quan la pressió ha estat menor gran part d'aquest territori s'ha abandonat. Així doncs, la muntanya europea en general, i la muntanya mediterrània de forma molt especial, és un espai marcat per l'abandonament contemporani del territori⁹. Aquesta és la raó per la qual els grups de recerca més importants treballen directament en àrees de muntanya (Instituto Pirenaico de Ecología, Institut Jaume Almera de Ciències de la Terra, Instituto de Estudios Riojanos i Departamento de Geografía de la Universidad de La Rioja, etc.); així doncs, és obvi que el gruix de la producció científica a l'Estat espanyol correspongui a aquestes àrees.

El primer d'ells, l'Instituto Pirenaico de Ecología (IPE), té una àrea de treball a la vall d'Aisa (Pirineu central), d'on prové la major part del seu treball empíric¹⁰, tot i que els seus investigadors també han publicat articles que ocupen àrees més grans¹¹, que fins i tot abasten una part important dels Pirineus¹².

L'Institut Jaume Almera de Ciències de la Terra (IJA) també té una àrea experimental on duen a terme el seu treball. En aquest cas és la conca de Cal Parisa, a Vallcebre

⁹ CORTÉS, 1995; SILVA, 1995; LASANTA, 1996; GARCÍA-RUIZ, 1996; ESTEBAN, PÈLACHS, SORIANO, 2000; PÈLACHS, 2000; VICENTE, LASANTA, CUADRAT, 2000B

¹⁰ RUIZ-FLAÑO, *et al.*, 1990; RUIZ-FLAÑO, GARCÍA-RUIZ, 1990A; 1990B; GARCÍA-RUIZ *et al.*, 1991; PARDINI, *et al.*, 1991; RUIZ-FLAÑO, ORTIGOSA, GARCÍA-RUIZ, 1991; RUIZ-FLAÑO, GARCÍA-RUIZ, ORTIGOSA, 1992; GONZÁLEZ FERNÁNDEZ-NIETO, 1994; MOLINILLO, GARCÍA-RUIZ, LASANTA, 1994; GARCÍA-RUIZ *et al.* 1995; LASANTA *et al.*, 1995; PINI *et al.*, 1995; LASANTA, GARCÍA-RUIZ, 1999; LASANTA, *et al.*, 2001

¹¹ GARCÍA-RUIZ, 1991; RUIZ-FLAÑO, VAN HEMERT, 1994

(Prepirineus catalans), d'on n'han publicat gran quantitat d'articles¹³. A l'igual que l'altre grup, també tenen altres publicacions que reflecteixen estudis més generals¹⁴.

El darrer dels grans grups de treball és el format per l'Instituto de Estudios Riojanos i el Departamento de Geografía de La Rioja, que treballa fonamentalment a la comarca de Cameros Viejo, La Rioja¹⁵, tot i que la seva producció està més diversificada que la dels altres grups, fent articles de caire sintètic per a la vall del Jubera¹⁶, La Rioja i encara per a àrees més grans¹⁷.

Hi ha un darrer grup, format per investigadors de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, que malgrat no tenir l'entitat dels anteriors, ha treballat força sobre l'abandonament dels conreus afeixats de l'illa¹⁸.

A més dels grups mencionats, amb línies de recerca clares i amb una producció científica considerable, hi ha molts altres articles provinents de grups més petits o de persones que han treballat l'abandonament de forma puntual o colateral al seu treball habitual. Entre aquests es pot citar el Departamento de Geografía de la Universidad de Granada¹⁹, el de la Universidad de Salamanca²⁰ i el de la Universidad de León²¹; la Unitat de Geografia de la Universitat Rovira i Virgili²², el de la Universitat Autònoma de Barcelona²³, el Departamento Interuniversitario de Ecología de la Universidad Complutense y Universidad Autónoma de Madrid²⁴, i la Eusko Herriko Unibertsitatea²⁵.

La literatura sobre els camps de conreus abandonats és present a tots els països europeus, encara que per la problemàtica que aquest fet comporta i la seva relació directa amb el règim de precipitacions mediterrànies i la pobresa dels sòls de l'alta muntanya, és en països on aquests àmbits predominen on és més abundant: Estat espanyol, francès, italià, i

¹² GARCÍA-RUIZ, LASANTA, SOBRÓN, 1988; LASANTA, 1988; 1989; LASANTA, RUIZ-FLAÑO, 1990; GARCÍA-RUIZ, 1991; LASANTA, PÉREZ, GARCÍA-RUIZ, 1994A; GARCÍA-RUIZ, 1996; VICENTE, LASANTA, CUADRAT, 2000B

¹³ LLORENS, GALLART, 1990; 1991; LATRON, 1991; LLORENS, GALLART 1992; LLORENS, LATRON, GALLART, 1992; LLORENS, QUERALT, PLANA, 1992; LLORENS, GALLART 1994; RABADÀ, GALLART, LLORENS, 1994

¹⁴ GALLART, LLORENS, 1994

¹⁵ LASANTA, *et al.*, 1989; LASANTA, PÉREZ, GARCÍA-RUIZ, 1994B; ORTIGOSA, OSERÍN, ARNÁEZ-VADILLO, 1994; OSERÍN, 1996; RODRÍGUEZ, ERREA, LASANTA, 1998; LASANTA, *et al.*, 2001

¹⁶ GARCÍA-RUIZ, ORTIGOSA, MARTÍNEZ, 1988; SOBRÓN, ORTIZ, 1989; ARNÁEZ-VADILLO, ORTIGOSA, OSERÍN, 1993

¹⁷ LASANTA, SOBRÓN, 1988; ARNÁEZ-VADILLO *et al.*, 1990; LASANTA, PÉREZ, GARCÍA-RUIZ, 1994A; LASANTA, *et al.*, 1994

¹⁸ ARNÁEZ-VADILLO, PÉREZ-CHACÓN, 1986; ROMERO, RUIZ-FLAÑO, PÉREZ-CHACÓN, 1994

¹⁹ JIMÉNEZ, 1989; RODRÍGUEZ, JIMÉNEZ, 1993

²⁰ CABERO, 1990

²¹ LLORENTE, LUENGO, 1986

²² PÉREZ, 1995

²³ SORIANO, 1994; SORIANO *et al.*, 1994; MOLINA, 1996; MOLINA, MIRÓ, 1996

²⁴ GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, 1991

²⁵ EDESO *et al.*, 1994

secundàriament Suïssa i Àustria. Les publicacions existents abasten des de la Toscana²⁶, als Alps francesos i la Provença²⁷, Gran Bretanya²⁸, els Alps italians²⁹, la regió mediterrànea de França i el vessant nord dels Pirineus³⁰, als Alps austríacs³¹ i als suïssos³². També hi ha investigadors que han dut a terme treballs en llocs fora del seu país, com és el cas de University of Northumbria, que ha estat treballant aquest tema a Las Alpujarras, Andalusia³³.

Aquest problemàtica també preocupa a llocs tan allunyats d'Europa com els Andes³⁴, Etiòpia³⁵ o Austràlia³⁶.

2.1.3. L'abandonament a la plana

Si bé els espais de muntanya han estat abandonats abans que la plana i de forma més generalitzada, aquest fenomen també ha arribat a aquests darrers. Els grups que han desenvolupat una tasca més important són els departaments de Geografia de les universitats de Múrcia i València, donat que les condicions semiàrides del sud-est peninsular en el qual es troben han provocat un important abandonament de les terres agrícoles des de fa molt. Pels mateixos motius, l'IFE ha treballat també aquest vessant de l'abandonament³⁷.

La Universidad de Murcia, ha fet estudis en diverses àrees, tant de la pròpia Múrcia, com d'Alacant i València, però sense tenir una àrea pilot on centralitzar la seva recerca³⁸; i el mateix es pot dir de la Universitat de València³⁹.

Igual que succeeix entre els investigadors que han treballat de forma més o menys ocasional en l'àmbit de la muntanya, a la plana també es dona aquest fet. En aquest cas, els

²⁶ HERNÁNDEZ, 1995

²⁷ REPARAZ, 1982

²⁸ BALENT, 1986; 1991; BUNCE, 1991; BROWN, 1991

²⁹ GUIDI, PIUSSI, 1993

³⁰ HUBERT, 1991

³¹ TAPPEINER, CERNUSCA, 1993

³² DARBELLAY, 1984

³³ DOUGLAS, *et al.*, 1994

³⁴ HARDEN, 1996; GONZALES DE OLARTE, TRIVELLI, 1999

³⁵ GETAHUN, 1984

³⁶ LIANGZHONG, WHELAN, 1993

³⁷ LASANTA, *et al.*, 2000

³⁸ FRANCIS, 1986; MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, *et al.*, 1994; FRANCIS, 1990

³⁹ PÉREZ, CALVO, 1984; VERA, MARCO, 1988; CERDÀ, 1994; CERDÀ, *et al.*, 1994; PALLARÉS, CALVO, 1994; CERDÀ, 1995; MARCO, PADILLA, 1995

articles provenen del Departamento de Geografía de la Universidad de Málaga⁴⁰ i del Departamento de Ecología de la Universidad de Salamanca⁴¹.

2.1.4. Camps actius

Sovint apareixen treballs que combinen la situació que es dona a les zones abandonades amb la que presenten els camps de conreu actius, o que simplement tracten problemes geomorfològics d'àrees cultivades, que en tot cas serveixen per comparar els resultats amb els que obtenen altres autors, destacant-ne publicacions sueques⁴², angleses⁴³, holandeses⁴⁴, franceses⁴⁵ i canadenques⁴⁶. Entre les publicacions d'aquest estil a l'Estat espanyol, cal citar les de l'Instituto de Estudios Riojanos⁴⁷, les de la Universitat de València⁴⁸ i les de la Universitat de Barcelona⁴⁹. També són freqüents els articles d'aquesta temàtica que apareixen en publicacions, cursos, etc. sobre els problemes de l'abandonament en general⁵⁰.

2.1.5. Àmbit geogràfic

Tal i com s'ha vist, la literatura sobre abandonament està en gran part publicada per grups de recerca que treballen aquests aspectes de forma prioritària. Aquests grups tenen parcel·les experimentals on realitzen el seu treball empíric, com són les ja citades vall d'Aísa (Pirineu aragonès) i conca de Cal Parisa (Prepirineu català), o àrees de treball més grans, com el Parc Natural del Cadí-Moixeró, o les muntanyes de Prades. Així doncs l'àmbit geogràfic de recerca està en relació directa amb aquest fet, tot i que també s'ha vist que hi ha nombrosos grups de recerca petits que han treballat altres àrees disperses del territori.

⁴⁰ FERRE, *et al.*, 1994

⁴¹ MATÍAS, *et al.*, 1989

⁴² ALSTRÖM, ÅKERMAN, 1992

⁴³ EVANS, 1990; QUINE, *et al.*, 1994

⁴⁴ KWAAD, 1991

⁴⁵ REPARAZ, 1982; BALENT, 1986; PETIT, COSANDEY, MUXART, 1987

⁴⁶ MARTZ, 1992

⁴⁷ LASANTA, SOBRÓN, 1988; LASANTA, 1989A; LASANTA, *et al.* 1995

⁴⁸ PÉREZ, CALVO, 1984

⁴⁹ MARQUÉS, 1991

⁵⁰ GONZÁLEZ REBOLLAR, 1996

Pirineus

La població dels Pirineus històricament es va mantenir més o menys estable fins que a partir de mitjans del segle XVIII va començar a créixer progressivament. Aquesta evolució demogràfica ascendent va culminar a mitjans del segle XIX, moment que es dona una autèntica superpoblació. Tot plegat va fer que s'adeqüés agrícolament una part molt important del territori. El posterior abandonament ha deixat un magnífic laboratori natural on poder observar el fenomen i intentar comprendre'n els seus mecanismes.

La zona on s'ha treballat més és la vall d'Aísa. Els nombrosos articles publicats sobre aquesta conca es troben citats a l'apartat 2.2, per la qual cosa no es tornen a referenciar aquí.

Una segona zona dins de la serralada és la cocna experimental de Cal Parisa (Prepirineu català). A l'igual que l'anterior cas, la literatura sobre aquesta zona també es troba citada al mateix apartat.

Altres parts del Pirineu que han estat objecte d'estudi són el Parc Natural del Cadí-Moixeró⁵¹ i el municipi de Tuixén⁵².

Hi ha un nombre reduït d'articles que tracten els Pirineus en conjunt, extrapolant els resultats obtinguts en zones puntuals a àrees de territori més grans. Entre aquests es poden citar LASANTA (1988; 1989) on descriu el procés d'abandonament del Pirineu aragonès; a GARCÍA-RUIZ, ORTIGOSA, MARTÍNEZ, (1988) que relacionen l'antropització del paisatge pirinenc amb l'augment dels processos erosius; a ARNÁEZ-VADILLO, *et al.* (1990) comparant la situació de la muntanya pirinenca amb la d'una zona de muntanya mitjana a La Rioja; a BALENT (1991) que explica el procés d'extensificació de les pastures; i a PÉREZ-CHACÓN, VABRE (1988) mostrant aspectes de la successió vegetal en els camps abandonats.

Sistema Ibèric i Depressió de l'Ebre

Tal i com s'ha dit en l'apartat anterior, l'Instituto de Estudios Riojanos i el Departamento de Geografía de la Universidad de La Rioja han treballat especialment a la comarca de Cameros Viejo (Sistema Ibèric), i han publicat una important quantitat d'articles que fan referència a diversos aspectes de l'abandonament.

⁵¹ MOLINA, 1996; MOLINA, MIRÓ, 1996

⁵² SORIANO, 1994

Sobre la Depressió de l'Ebre existeixen diversos estudis publicats per autors del mateix Instituto de Estudios Riojanos⁵³, per l'Institut Pirenaico de Ecología de Saragossa⁵⁴, i per altres⁵⁵.

Sud-est peninsular

Les persones que han treballat en aquesta àrea pertanyen majoritàriament a la universitat de Múrcia, tal i com ha quedat exposat. Les universitats del País Valencià també han publicat diversos articles sobre aquesta àrea⁵⁶.

A més d'aquests, cal citar FERRE, ASENSI, SENCIALES (1994) per al cas d'Almeria, i JIMÉNEZ (1989) i DOUGLAS *et al.* (1994) per a Las Alpujarras.

Illes Canàries

El procés d'humanització de l'espai canari ha estat molt gran, igual que ho ha estat el posterior abandonament, sobretot en els conreus en pendent o afeixats dels vessants volcànics. La Universidad de La Laguna⁵⁷ i la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria tenen diversos treballs sobre aquesta problemàtica⁵⁸.

Altres zones de la Península Ibèrica

Fora dels equips descrits fins ara, trobem un nombrós grup d'autors que ha treballat diverses àrees de la península, tot i que el nombre de publicacions és escàs i que no s'han produït recerques en profunditat.

CABERO (1990) i LLORENTE, LUENGO (1986) han descrit la transformació de l'habitat a les muntanyes del nord-oest peninsular; MATIAS, *et al.* (1988) treballen la dinàmica de la successió vegetal en antigues feixes a una comarca de la conca del Duero; EDESO, *et al.* (1994) avaluen l'efecte de les tècniques forestals sobre els sòls del País Basc; GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, (1991) valora les conseqüències ecològiques de l'abandonament a Guadarrama

⁵³ ARNÁEZ-VADILLO, ORTIGOSA, OSERÍN, 1993; LASANTA, PÉREZ, GARCÍA-RUIZ, 1994b; ORTIGOSA, OSERÍN, ARNÁEZ-VADILLO, 1994

⁵⁴ LASANTA, *et al.*, 1989; ERREA, LASANTA, 1995

⁵⁵ SOBRÓN, ORTIZ, 1989

⁵⁶ PÉREZ, CALVO, 1984; VERA, MARCO, 1988; PALLARÉS, CALVO, 1994; MARCO, MORALES, 1995; MARCO, PADILLA, 1995; PADILLA, 2000

⁵⁷ QUIRANTES *et al.*, 1994

⁵⁸ ARNÁEZ-VADILLO, PÉREZ-CHACÓN, 1986; ROMERO, RUIZ-FLAÑO, PÉREZ-CHACÓN, 1994

(Madrid); i per últim, RODRÍGUEZ, JIMÉNEZ (1993) estudien l'evolució del paisatge producte de l'abandonament de camps de conreu a Sierra Nevada.

Catalunya

A més a més del quantios treball de l'Institut Jaume Almera, i dels mencionats SORIANO (1994), SORIANO, *et al.*, (1994) i MOLINA (1996), cal destacar la recerca que PÉREZ (1995) du a terme a les muntanyes de Prades (Serralada prelitoral catalana), MOLINA, de MIRÓ (1996) al Prepirineu, LÓPEZ (1979) a la comarca del Vallès, SANS (1990) a les Garrigues, VERDÚ, BATALLA, POCH, (2000) al Solsonès, i MARQUÈS (1991) a l'Anoia. També existeix bibliografia que abasta la transformació de la totalitat de l'espai agrari català⁵⁹.

Altres països

Els primers estudis apareixen als Estats Units, tal i com s'ha indicat⁶⁰. A Europa la recerca s'ha centrat especialment en àrees de muntanya, sobre tot als dos vessants dels Pirineus⁶¹, als Alps francesos⁶², italians⁶³, suïsos⁶⁴ i austríacs⁶⁵, i al Massís Central francès⁶⁶. Altres llocs de muntanya tractats fora de l'àmbit europeu, són els Andes equatorians⁶⁷.

També hi ha estudis de llocs molt diversos, com ara: Finlàndia⁶⁸, Suècia⁶⁹, Gran Bretanya⁷⁰, Holanda⁷¹, França⁷², Canadà⁷³, Austràlia⁷⁴ o el Líban⁷⁵.

⁵⁹ MOLINA, NADAL, SORIANO, 1997B; SORIANO, *et al.*, 1999

⁶⁰ JUDD, JACKSON 1939; JUDD, WELDON 1939; WILBUR, FRITZ, PAINTER, 1942; WHITMAN, *et al.* 1943; TAYLOR, 1970

⁶¹ BALENT, 1986; PÉREZ-CHACÓN, VABRE, 1988; LEWUILON, 1991

⁶² SAVORNIN, 1965; REPARAZ, 1982; HUBERT, 1991

⁶³ GUIDI, PIUSSI, 1993

⁶⁴ GISI, FROSSARD, OERTLI, 1979; DARBELLAY, 1984

⁶⁵ TAPPEINER, CERNUSCA, 1993

⁶⁶ PETIT, COSANDEY, MUXART, 1987

⁶⁷ HARDEN, 1990

⁶⁸ KIIRIKKI, 1993

⁶⁹ ALSTRÖM, ÅKERMAN, 1992

⁷⁰ EVANS, 1990; BALENT, 1991; BAUDRY, 1991; BUNCE, 1991

⁷¹ KWAAD, 1991

⁷² ESCARRÉ, HOUSSARD, DEBUSSCHE, 1983; LEPART, ESCARRÉ, 1983

⁷³ MARTZ, 1992

⁷⁴ LIANBZHONG, WHELAN, 1993

⁷⁵ ZUAYK, 1994

2.1.6. Escala de treball

Seguint la classificació d'escala d'estudi que fa SORIANO (1994: 15), que les divideix en: *macro* (centenars o milers de km²), *meso* (desenes de km²) i *micro* (menys 1 km²), la majoria de les publicacions consultades utilitzen el nivell *meso* per a contextualitzar el seu treball, i el nivell *micro* per a la experimentació directa.

A continuació se citen els treballs més importants a escala *micro* i *macro*, ja que la gran majoria dels treballs relacionats fins ara estan fets a escala *meso*, la qual cosa significaria tornar-los a repetir. Per tant doncs, aquesta escala de treball es pot trobar en la majoria dels treballs citats fins ara, i de forma especial en els de l'Institut Pirenaico de Ecología.

Microescala

En general tots els articles produïts per l'Institut Jaume Almera de Ciències de la Terra utilitzen aquesta escala, pel fet que se centren principalment en aspectes parcials de la geomorfologia de la conca de Cal Parisa.

Artemi Cerdà també ha produït treballs d'aquest tipus, donat que la seva recerca està enfocada als efectes de la microerosió⁷⁶. A la mateixa àrea trobem un seguit d'altres estudis d'aquest tipus⁷⁷.

Macroescala

Els mateixos investigadors que solen fer estudis a microescala són els que han publicat articles en els que han utilitzat l'escala *macro*. Això és així perquè el seu nivell de coneixement de la problemàtica de l'abandonament els permet generalitzar a partir del seu treball de camp en diverses àrees.

Quan parlem d'escala *macro*, ens referim normalment a grans unitats de relleu, com per exemple els treballs sobre el conjunt dels Pirineus, o a una part significativa d'aquests⁷⁸; al sud-est de la península⁷⁹, als Alps⁸⁰ o als Andes⁸¹. Ocasionalment trobem algun article que

⁷⁶ CERDÀ, 1994; CERDÀ *et al.*, 1994; CERDÀ, 1995

⁷⁷ PÉREZ, CALVO, 1984; FRANCIS, 1986; 1990; MARCO, PADILLA, 1995

⁷⁸ LASANTA, 1989A; GARCÍA-RUIZ, LASANTA, 1990; GARCÍA-RUIZ, 1991

⁷⁹ CARRERA, 1990; GARG, HARRISON, 1992

⁸⁰ GUIDI, PIUSSI, 1993

fa referència a unitats encara més grans, com pot ser tot un estat o una part considerable d'aquest⁸².

La relativa manca de treballs a aquesta escala, que han de ser lògicament estudis de síntesi, demostra la falta de maduresa d'aquest camp d'estudi.

Escala temporal

Aquesta variable està en funció de la metodologia que segueixen els diferents treballs i de l'àmbit geogràfic que abasten. Així, per exemple LASANTA (1996) descriu el procés de marginació de terres a l'Estat espanyol durant les últimes dècades, mentre que el mateix autor té altres treballs en els quals la variable temps no és decisiva⁸³.

El fet que a l'Estat espanyol les primeres sèries de fotografies aèries que cobreixen tot el territori són de l'any 1956 ha marcat en molts treballs la data a partir de la qual s'ha pogut començar la reconstrucció del paisatge agrícola amb certa exactitud⁸⁴.

2.1.7. Metodologies de treball

Tal i com s'ha indicat en les escales de treball, la metodologia dels estudis està en funció de l'àmbit geogràfic que ocupen. Quan l'escala de treball és *micro*, quasi sempre són treballs empírics en parcel·les experimentals, on es busquen aspectes lligats a microprocessos erosius, malgrat que algun cop la vegetació també sigui analitzada. L'escala de treball *meso* acostuma a servir per emmarcar treballs en els quals s'analitza la successió vegetal que segueix a l'abandonament del territori, o bé seguir l'evolució de l'erosió, encara que lògicament amb un detall inferior que en el cas anterior. Per últim, l'escala *macro* s'utilitza per descriure situacions i preveure la seva possible evolució, per la qual cosa els autors es basen en treballs anteriors, propis o d'altres, d'escala més gran on s'ha fet la recerca puntual, servint aquests de síntesi dels anteriors.

⁸¹ HARDEN, 1996

⁸² JUDD, WELDON, 1939; WILBUR, FRITZ, PAINTER, 1942; WHITMAN, *et al.*, 1943; DARBELLAY, 1984; BUNCE, 1991; HERNÁNDEZ, 1995

⁸³ LASANTA, PÉREZ, GARCÍA-RUIZ, 1994A

⁸⁴ LASANTA, 1988; GARCÍA-RUIZ, 1991; ORTIGOSA, OSERIN, ARNÁEZ-VADILLO, 1994; SORIANO, 1994; PÉREZ, 1995; MOLINA, 1996

2.1.8. Successió vegetal

El mètode més senzill i més utilitzat per fer una primera aproximació a l'evolució de la vegetació en els camps abandonats són els inventaris⁸⁵, que es poden complementar amb una anàlisi de la composició de les comunitats vegetals i de la cobertura de cada espècie⁸⁶.

Una forma de fer un mostreig acurat és a través d'una anàlisi geosistèmica, en la qual es caracteritzen diverses variables fins a obtenir una tipologia representativa⁸⁷. Aquesta tipologia pot respondre a la successió vegetal que s'hi dona, i serveix per determinar possibles estadis futurs d'evolució⁸⁸. Quan es vol aprofundir més en aquest camp s'utilitzen tècniques com ara el test de dispersió i germinació de llavors⁸⁹.

Per últim es poden citar els articles que fan exposicions generalitzades sobre la successió, o sobre aspectes que hi influeixen: característiques bioclimàtiques⁹⁰, faunístiques⁹¹, etc.

2.1.9. Processos geomorfològics

Els estudis que treballen aquests aspectes solen començar per definir la topografia de les àrees estudiades: alçada, pendent, exposició, drenatge i posició geogràfica⁹².

L'Institut Jaume Almera de Ciències de la Terra ha fet nombrosos estudis a la conca experimental de Cal Parisa (Prepirineus catalans), produint treballs detallats sobre aspectes hidrològics de l'evolució dels camps abandonats d'aquesta àrea. La conca està monitoritzada per seguir la seva evolució meteorològica⁹³, la radiació, el flux tèrmic, etc.⁹⁴, i s'hi prenen mesures d'humitat del sòl⁹⁵. Tot això els ha permès fer balanços hídrics molt acurats⁹⁶ que serveixen per sustentar les seves tesis sobre els problemes que suposa la reforestació dels

⁸⁵ JOCHIMSEN, 1991; FERRE, ASENSI, SENCIALES, 1994; PADILLA, A. 2000

⁸⁶ MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, *et al.*, 1994

⁸⁷ PÉREZ-CHACÓN, VABRE, 1988

⁸⁸ SORIANO, 1994

⁸⁹ GARCÍA-RUIZ, *et al.*, 1991

⁹⁰ PRACK, 1992; MOLINA, PÈLACHS, SORIANO, 2000

⁹¹ PITZ, 1992

⁹² ARNÁEZ-VADILLO, ORTIGOSA, OSERÍN, 1993; GONZÁLEZ FERNÁNDEZ-NIETO, 1994

⁹³ LLORENS, GALLART, 1992

⁹⁴ LLORENS, GALLART, 1994

⁹⁵ RABADÀ, GALLART, LLORENS, 1994

⁹⁶ LLORENS, GALLART, 1990

vessants d'aquesta zona. Altres tècniques més generals que han utilitzat són la teledetecció⁹⁷, la quantificació del sediments transportats en diversos esdeveniments, la composició química de l'aigua, etc.⁹⁸.

L'Institut Pirenaico de Ecología ha estudiat de forma particular l'evolució geomorfològica a la vall d'Aísa amb diferents mètodes. La fotografia aèria s'ha utilitzat per delimitar l'àrea d'estudi, mètode de treball molt generalitzat entre tots els investigadors, ja que permet una delimitació molt acurada del lloc que s'estudia, tot i que presenta la limitació de no disposar d'un vol que cobreixi tot l'Estat espanyol fins al 1956, motiu pel qual molts treballs no han anat més enrera en la datació del l'abandonament de la seva àrea d'estudi. Aquest grup ha fet el seu treball empíric en parcel·les experimentals⁹⁹, on s'han aplicat diverses tècniques per mesurar l'escolament superficial i la concentració de sediments en determinats punts de la conca. Entre aquestes destaquen els transectes i les trampes de sediments¹⁰⁰, pedres marcades amb pintura (per seguir el seu desplaçament), cartografia de detall 1:125, i estudi del sòl amb simuladors de pluja (porositat, estabilitat, etc.)¹⁰¹. Les parcel·les estan equipades amb caixes Gerlach, pluviògrafs i *data loggers*, entre altres¹⁰².

Tal i com s'ha dit, partint de la cartografia feta amb fotografies aèries, s'identifiquen els camps abandonats sobre els que s'estudien diverses qüestions¹⁰³. ARNÁEZ-VADILLO, ORTIGOSA, OSERÍN (1993) identifiquen els moviments en massa que es produeixen en els salts de feixa i els microprocessos d'erosió superficial a través de diversos transectes en la part superior, intermèdia i inferior de la parcel·la. Altres mètodes per al càlcul de l'erosió són els claus d'erosió, les taules *splash*, el simulador-pulveritzador i el microperfilador topogràfic¹⁰⁴.

Els treballs que tenen com a objectiu primordial quantificar les taxes d'erosió utilitzen de forma majoritària la *Universal Soil Loss Equation* (USLE)¹⁰⁵ o bé fan un tractament més relacionat amb dades socioeconòmiques¹⁰⁶.

⁹⁷ LATRÓN, 1991

⁹⁸ LLORENS, GALLART, 1991

⁹⁹ GARCÍA-RUIZ, *et al.*, 1995

¹⁰⁰ LASANTA, *et al.*, 1994

¹⁰¹ GARCÍA-RUIZ, *et al.*, 1991

¹⁰² RUIZ-FLAÑO, GARCÍA-RUIZ, ORTIGOSA, 1992; RUIZ-FLAÑO, 1993

¹⁰³ MOLINA, NADAL, SORIANO, 1997A

¹⁰⁴ EDESO, *et al.*, 1994

¹⁰⁵ PETIT, COSANDEY, MUXART, 1987; EDESO, *et al.*, 1994; RUIZ-FLAÑO, VAN HEMERT, 1994

¹⁰⁶ MOLINA, 1998; MOLINA, NADAL, 1998

Per tal de comparar respostes diverses davant d'un mateix fenomen, alguns autors inclouen en el seu mostreig camps actius, camps abandonats i zones forestals¹⁰⁷. Un mètode molt utilitzat per quantificar l'erosió produïda per la pluja és la pluja simulada, que dóna dades d'infiltració, escolament, etc.¹⁰⁸.

Una eina que cada cop s'utilitza amb més profusió són els Sistemes d'Informació Geogràfica, tant raster¹⁰⁹ com vectorial¹¹⁰, els Models Digitals d'Elevacions¹¹¹, els ortofotomapes i les imatges satèl·lit¹¹².

Un element molt important en els camps de conreu en pendent és el mur de pedra seca. En nombrosos estudis han estat descrites les tipologies que es donen i els problemes geomorfològics que es presenten un cop abandonats¹¹³.

També s'han de citar articles que tracten el vessant històric, i per tant social, del fenomen dels processos erosius, com és el cas de BARATHON (1993).

2.1.10. Sòls

El tercer element d'anàlisi en els estudis sobre els camps abandonats és el sòl, que junt amb la vegetació i els processos geomorfològics donen una idea global del que ha succeït en el territori estudiat. Per aquest motiu molts treballs combinen dues o tres d'aquestes variables, però són pocs el que tracten el sòl de forma exclusiva.

El primer pas que utilitzen els autors per explicar possibles canvis en el sòl és descriure'n les seves característiques actuals. Això que en altres medis pot ser relativament fàcil, aquí resulta complex, ja que cal fer perfils edàfics i descriure'ls, segons la carta Munsell de colors¹¹⁴ per exemple.

L'anàlisi química serveix per determinar les proporcions que conté el sòl en fòsfor, potassi, matèria orgànica, carbonats totals, pH, nitrogen, etc.¹¹⁵; la granulometria, per

¹⁰⁷ CERDÀ, 1995

¹⁰⁸ CERDÀ, 1994; FRANCIS, 1986; MARTZ, 1992

¹⁰⁹ ORTIGOSA, OSERÍN, ARNÁEZ-VADILLO, 1994

¹¹⁰ SORIANO, 1994; PÉREZ, 1995; GARCÍA-RUIZ, *et al.*, 1996; MOLINA, 1996; NADAL, MOLINA, 1997; NADAL, *et al.*, 1997

¹¹¹ SORIANO, 1994; MOLINA, 1996

¹¹² LATRON, 1991; DOUGLAS, *et al.*, 1994

¹¹³ FOSTER, 1952; JIMÉNEZ, 1989; LEWUILLON, 1991; PALLARÉS, CALVO, 1994; MARCO, MORALES, 1995

¹¹⁴ LIANBZHONG, WHELAN, 1993

¹¹⁵ MATÍAS, *et al.*, 1988; SORIANO, 1994

diferenciar la mida del material¹¹⁶; i la porositat i estabilitat dels agregats per definir el seu comportament¹¹⁷.

Altres autors estudien també la quantitat de fullaraca present en el sòl i la seva taxa de descomposició¹¹⁸, o bé, han treballat de forma específica alguna tècnica, com pot ser la mesura de la humitat a través de la Reflectometria en el Domini Temporal (TDR)¹¹⁹.

2.1.11. Estadística

Molts dels estudis utilitzen el suport estadístic per elaborar part dels seus resultats. Els usats més comunament són: *clusters* per agrupar els camps abandonats en models i *T-Student* per trobar diferències entre els models¹²⁰; matrius de correlació, coeficients de correlació linial múltiple pas a pas i anàlisi factorial de components principals¹²¹; anàlisi discriminant¹²²; correlacions¹²³; mostreig estratificat-aleatori¹²⁴; *ji quadrat*, anàlisi de residus, anàlisi de la varianza¹²⁵; i anàlisi multifactorial¹²⁶.

2.1.12. Resultats

Malgrat que la procedència dels articles és molt diversa i que els aspectes estudiats, així com les metodologies emprades, difereixen notablement entre ells, hi ha una qüestió en la qual semblen estar d'acord tots els autors: l'heterogeneïtat de les situacions geomorfològiques i biogeogràfiques dels camps abandonats, que no tenen una relació directa, en principi, amb els factors físics i amb l'edat de l'abandonament *per se*¹²⁷. La majoria dels estudis conclouen que els aspectes antròpics són la variable decisiva per entendre

¹¹⁶ JIMÉNEZ, 1989

¹¹⁷ GARCÍA- RUIZ, *et al.*, 1991; PARDINI, *et al.*, 1991; PINI, *et al.*, 1995

¹¹⁸ MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, *et al.*, 1994

¹¹⁹ RABADÀ, GALLART, LLORENS, 1994

¹²⁰ ARNÁEZ-VADILLO, ORTIGOSA, OSERÍN, 1993

¹²¹ GARCÍA-RUIZ, LASANTA, SOBRÓN, 1988

¹²² LASANTA, 1988

¹²³ LASANTA, *et al.*, 1994

¹²⁴ MATIAS, *et al.*, 1988

¹²⁵ SORIANO, 1994; MOLINA, 1996

¹²⁶ PÉREZ-CHACÓN, 1988

aquesta heterogeneïtat¹²⁸. Els efectes d'aquesta antropització de l'espai són tant o més importants un cop s'ha abandonat el conreu que per l'efecte del propi cultiu, ja que el sobrepastoreig, el foc (lligat normalment a l'anterior) i el desbroç, trenquen la dinàmica de la successió vegetal, i alteren els controls naturals a l'erosió¹²⁹. Els motius pels quals s'abandonen els conreus no han estat sempre els mateixos; se'n poden distingir dos períodes relatius, lligats primer a les variables físiques (pendent, orientació, alçada) i després a les humanes (accessibilitat, distància, tipus de conreu, etc.)¹³⁰.

Pel que fa a l'erosió, els autors que l'han tractada també semblen estar d'acord que la recolonització per part de la vegetació, i de forma molt especial de la bosquina, serveix per controlar-ne els efectes¹³¹. Els primers anys d'abandonament s'hi instal·len processos d'erosió difusa, i posteriorment es passa a una organització espacial més complexa, tot i que les situacions que es donen entre un i altre són enormement diverses¹³². Tot i això, l'aixaragallament laminar sembla ser la forma d'erosió més estesa.

A l'igual que succeeix amb els processos erosius, la recolonització vegetal no segueix una evolució linial¹³³ i en qualsevol cas, tal i com indiquen SORIANO, *et al.* (1994), "*el que es produeix és una uniformització de l'espai, uniformització que no és sinònim, però, de retorn a la situació anterior, prèvia a l'expansió de l'agricultura*". Aquests canvis tenen efectes positius (producció biològica, qualitat ambiental) i efectes negatius (desordres hidrològics, focs forestals incontrolats, etc.)¹³⁴, que han de ser controlats i gestionats de forma selectiva, ja que en alguns casos seran necessàries polítiques que afavoreixin la ràpida revegetació i regeneració dels sòls en els anys que transcorren des de l'abandonament fins a la recolonització, especialment en zones semiàrides¹³⁵, i en altres casos les condicions ambientals permeten una cobertura vegetal suficient, sobretot en àrees de muntanya¹³⁶.

¹²⁷ CERDÀ, 1994; LASANTA, RUIZ-FLAÑO, GARCÍA-RUIZ, 1994; GARCÍA-RUIZ, 1991; GARCÍA-RUIZ, *et al.* 1991; RUIZ-FLAÑO, ORTIGOSA, GARCÍA-RUIZ, 1991; PÉREZ-CHACÓN, VABRE, 1988; SORIANO, *et al.*, 1994

¹²⁸ ARNÁEZ-VADILLO, ORTIGOSA, OSERÍN, 1993; HARDEN, 1996; SORIANO, 1994

¹²⁹ GARCÍA-RUIZ, 1991; MOLINILLO, GARCÍA-RUIZ, LASANTA, 1994; GÓMEZ, SCHANBEL, 1996; HARDEN, 1996

¹³⁰ LASANTA, *et al.*, 1989; PÉREZ, 1995

¹³¹ ARNÁEZ-VADILLO, ORTIGOSA, OSERÍN, 1993; CERDÀ, 1994; LASANTA, RUIZ-FLAÑO, GARCÍA-RUIZ, 1994

¹³² RUIZ-FLAÑO, MARTÍNEZ-RICA, GARCÍA-RUIZ, 1990; RUIZ-FLAÑO, GARCÍA-RUIZ, ORTIGOSA, 1992

¹³³ PÉREZ-CHACÓN, VABRE, 1988

¹³⁴ GUIDI, PIUSSI, 1993

¹³⁵ CERDÀ, *et al.*, 1994; RUIZ-FLAÑO, VAN HEMERT, 1994; CERDÀ, 1995

¹³⁶ GARCÍA-RUIZ, *et al.* 1991

2.2. Recerques dutes a terme pels principals grups de treball

Fins ara s'ha fet un recull bibliogràfic de les publicacions editades al voltant d'objecte d'estudi de la recerca i s'han tractat segons l'àrea geogràfica i la metodologia emprada. En aquest punt s'analitzarà el treball dels principals grups de recerca a l'Estat espanyol per valorar quines han estat les seves línies d'investigació i com poden servir per elaborar la metodologia del present estudi.

Amb els dos apartats, el present i l'anterior, es vol tenir el punt de partida de la recerca a utilitzar en la present tesi i així poder elaborar la metodologia de treball que permeti comparar els resultats obtinguts amb els dels grups estudiats i per altre costat trobar un component d'especificitat en aquesta recerca.

2.2.1. Instituto Pirenaico de Ecología

Per a aquest grup de treball els camps de conreu abandonats són encara ara, després d'uns anys d'estudi, un tema de plena actualitat en la investigació. Gràcies a la recerca que s'ha dut a terme, actualment assistim a un canvi d'enfocament i nous interrogants han aconseguit desplaçar i substituir els inicials. En un principi es va abordar l'abandonament com un problema geomorfològic amb un interès centrat en la diversitat de processos i en les pèrdues de sòl produïdes després de l'abandonament. En l'actualitat, i especialment en els camps en pendent, es treballa com un problema geoecològic on, junt amb l'evolució geomorfologia¹³⁶, és necessari considerar de manera integrada la hidrogeomorfologia¹³⁷, la progressió de la vegetació¹³⁸, l'evolució de la fertilitat del sòl¹³⁹, els usos sobre el territori¹⁴⁰ i el que podríem dir aspectes generals¹⁴¹.

¹³⁶ GARCÍA-RUIZ, *et al.*, 1985; PÉREZ-CHACÓN, VABRE, 1986; GARCÍA-RUIZ, *et al.*, 1988; RUIZ-FLAÑO, *et al.*, 1990; RUIZ-FLAÑO, GARCÍA-RUIZ, 1990A; 1990B; GARCÍA-RUIZ, *et al.*, 1991; RUIZ-FLAÑO, *et al.*, 1991; RUIZ-FLAÑO, *et al.*, 1992; RUIZ-FLAÑO, VAN HEMERT, 1994; GARCÍA-RUIZ, *et al.* 1995; GARCÍA-RUIZ, 1996; GARCÍA-RUIZ, *et al.*, 1996; LASANTA, *et al.*, 2000

¹³⁷ GONZÁLEZ FERNÁNDEZ-NIETO, 1994; LASANTA, *et al.*, 1994

¹³⁸ GARCÍA-RUIZ, LASANTA, 1989; MOLINILLO, *et al.*, 1994; ERREA, LASANTA, 1995; MONTSERRAT, 1990; RODRÍGUEZ, *et al.*, 1998

¹³⁹ LASANTA, GARCÍA-RUIZ, 1999; PARDINI, *et al.*, 1991; PINI, *et al.*, 1995; VICENTE, *et al.*, 2000B; LASANTA, *et al.*, 2001

¹⁴⁰ GARCÍA-RUIZ, 1988; GARCÍA-RUIZ, LASANTA, 1993; GARCÍA-RUIZ, *et al.*, 1996; OSERÍN, 1996; MOLINILLO, *et al.*, 1997

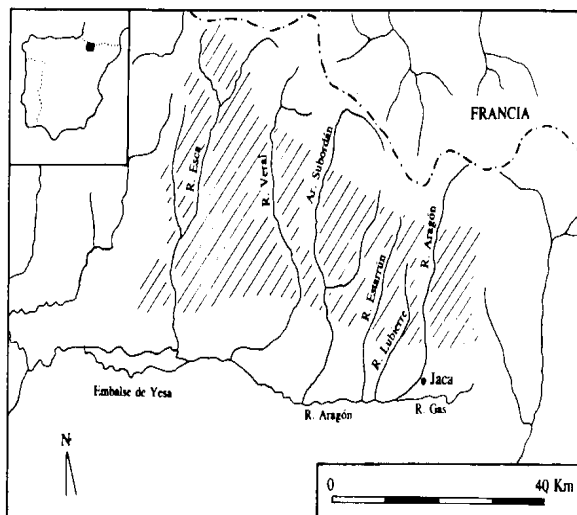
¹⁴¹ LASANTA, 1988; 1989A; 1989B; LASANTA, RUIZ-FLAÑO, 1990; LASANTA, *et al.*, 1994A; LASANTA, 1996

Àrea d'estudi

L'Institut Pirenaico de Ecologia ha treballat en diferents zones, entre les quals destaquen parts dels Pirineus aragonesos i navarresos (com són les valls dels rius Esca, Veral, Aragón Subordán, Estarrún i Lubierre) (fig. 2.1), la conca "Loma de Arnás" (fig. 2.2), el centre de la Depressió de l'Ebre (Peñaflor) (fig. 2.3) i, molt especialment, la vall d'Aisa (fig. 2.4).

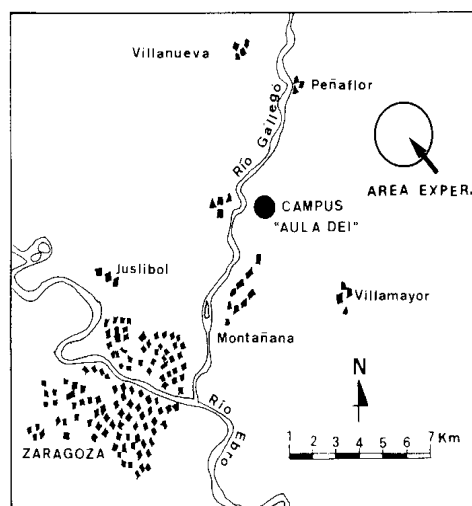
L'àrea on aquest institut ha dut a terme més estudis i on hi ha instal·lat una estació experimental sobre la qual han aplicat diverses metodologies de treball és la darrera, motiu pel qual s'ha escollit aquí per estudiar-ne la metodologia emprada i els resultats obtinguts. Malgrat això, en algun cas es fa referència a estudis fets en altres zones, encara que només sigui a efectes comparatius.

Fig. 2.1: Valls dels rius Esca, Veral, Aragón Subordán, Estarrún i Lubierre



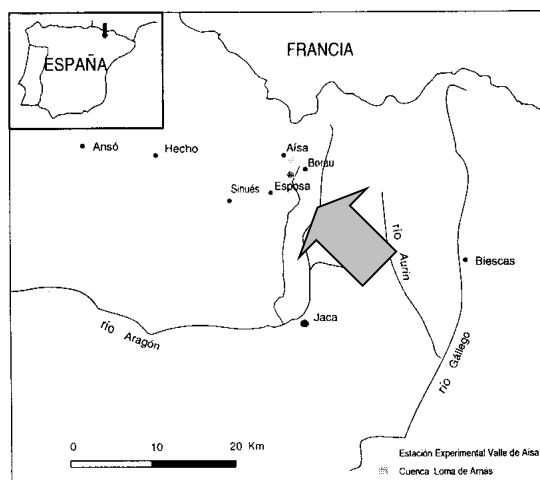
Font: Reproduït de RUIZ-FLAÑO, VAN HEMERT, 1994

Fig. 2.3: Depressió de l'Ebre (Peñaflor)



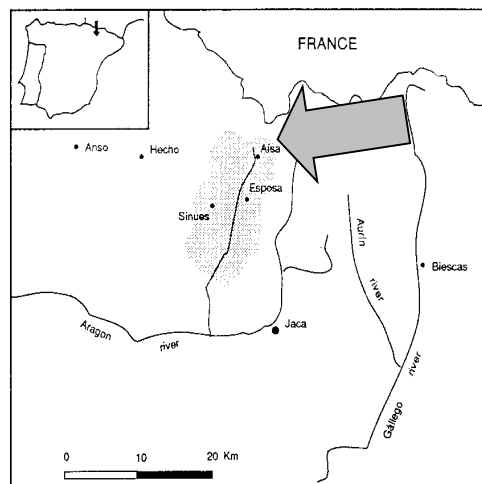
Font: Reproduït de LASANTA, et al., 1994

Fig. 2.2: Conca "Loma de Arnás"



Font: Reproduït de GONZÁLEZ, 1994

Fig. 2.4: Vall d'Aísa (Pirineu aragonès)



Font: Reproduït de RUIZ-FLAÑO, et al., 1991

La vall d'Aísa està drenada pel riu Estarrún, afluent per la dreta del riu Aragón, i es troba a l'àrea de flysch eocè surpirenaic, de màxima utilització agropecuària en el passat. La seva topografia és molt homogènia, amb pendents bastant similars en els vessants. Actualment hi ha quatre nuclis de població (Aísa, Esposa, Sinués i Candanchú), que sumen 321 habitants.

Ocupa una superfície total de 8.154 ha de les quals el 19% han estat conreades en alguna ocasió, i es destinava al consum humà. Actualment només el 4,8% de la superfície total continua en cultiu, la qual cosa representa un abandonament del 73,8%. Els camps abandonats es concentren a les exposicions solanes, les més conreades per raons climàtiques, en pendents entre el 20 i el 40%, entre els quals se situa el 75% de la superfície de la vall, i en alçades de 900 a 1.300 m. El model tradicional utilitzat ha estat el de camps en pendent que, ocasionalment, tenen un petit replà final, i la tècnica de l'afeixament, tan estesa en altres indrets, aquí tan només representa el 6% de la superfície treballada.

El clima és submediterrani de muntanya amb matisos continentalitzats. Els hiverns són llargs i freds (gela el 22% de dies de l'any) i els estius són curts i càlids, encara que amb nits fresques. Les precipitacions superen els 1.100-1.200 mm anuals, que a les cotes més elevades, superiors als 2.000 m, arriben a ser de més de 2.000 mil·límetres. La distribució és molt uniforme al llarg de tot l'any, i només en els mesos centrals de l'estiu i a les parts més baixes de la vall s'acusa un lleuger dèficit hídric. Les pluges de major intensitat es concentren a finals d'estiu i principis de tardor, i plantegen seriosos problemes de drenatge dels sòls.

Els sòls són bruns, molt pedregosos i presenten escassa potència. Es tracta de regosols amb un horitzó superior que molts cops ha estat erosionat. De textura franca i francoargilosa, mostren deficiències en nutrients bàsics com potassi i fòsfor i se situen al voltant de l'1,5% de matèria orgànica. Són, per contra, rics en carbonats i tenen unes condicions d'estabilitat relativament acceptables.

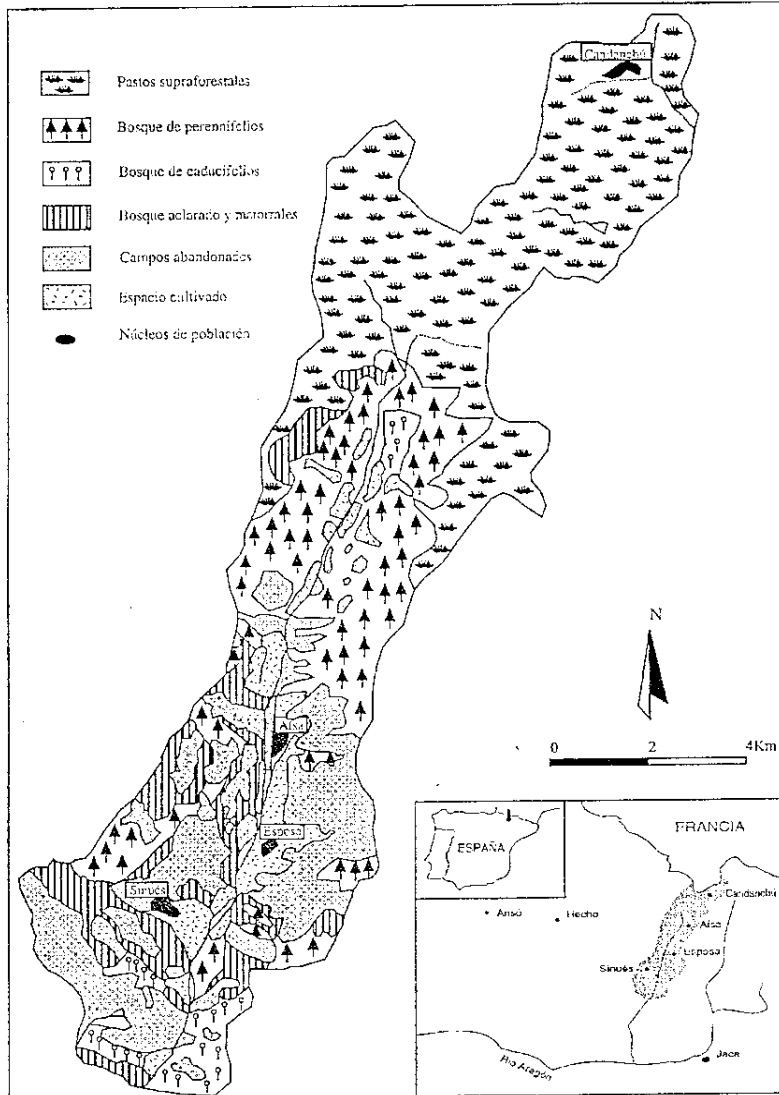
La intensa utilització de l'espai de la vall es manifesta de manera molt clara en la vegetació actual, producte de la reducció dràstica de l'extensió dels boscos, que se circumscriuen a les obagues, on les pinedes de *Pinus sylvestris* conformen boscos de certa entitat. En oposició, les solanes apareixen ocupades quasi per complet per camps abandonats que es presenten en diferents fases de la successió secundària. *Genista scorpius*, *Buxus sempervirens*, *Echinopartum horridum* i *Juniperus oxicedrus* són algunes de les espècies més representatives del procés de colonització vegetal, les quals donen lloc a una bosquina submediterrània que alterna amb boscos de *Quercus faginea*.

L'ús actual de l'espai és el pastoreig d'oví i de vaquí a les estacions intermèdies, i les repoblacions forestals.

Metodologia

En diversos articles d'aquest grup de treball es pot seguir la delimitació de les àrees de camps abandonats, per tal de conèixer l'extensió del problema i situar-lo en un context més ampli. A partir de les fotografies aèries de 1956, 1977 i 1981 han cartografiat els usos del sòl, dedicant una atenció especial als usos agrícoles (fig. 2.5).

Fig. 2.5: Esquema dels usos del sòl a la vall d'Aísa (Pirineu aragonès)



Font: Reproduït de LASANTA, et al., 1995

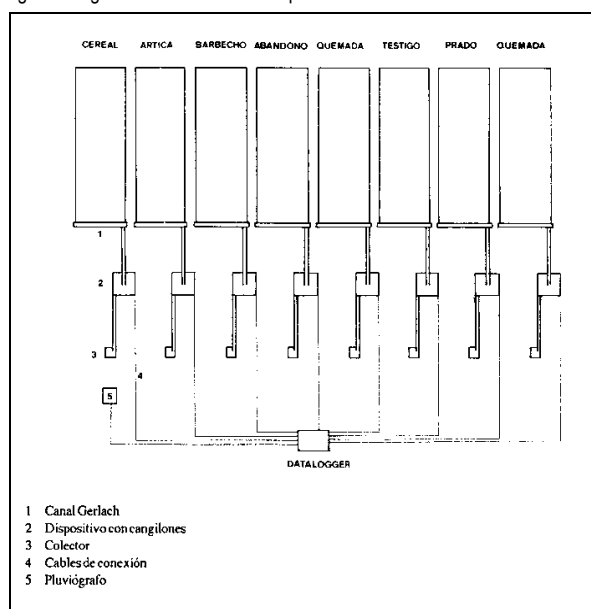
Es distingeixen diferents models de camps i la seva distribució espacial d'acord amb els atributs topogràfics (com ara exposició, altitud i pendent) i els geomorfològics. La informació es digitalitza a escala 1:50.000 en AutoCad v.12 per tractar-la en el Sistema d'Informació Geogràfica ArcInfo v.7.02. D'aquesta forma es pot conèixer la superfície ocupada per cada ús i la seva distribució espacial en relació amb les variables topogràfiques. Aquestes últimes es generen a partir del Model Digital del Terreny des de la cartografia digital del *Servicio Geográfico del Ejército* (1:50.000, equidistància entre corbes de nivell 20 m).

L'Estació Experimental "Valle de Aísa" va constar inicialment de sis parcel·les de 10 x 3 m, tancades amb una xapa metàl·lica clavada 15 cm a terra i amb caixes Gerlach a la part

baixa per a la recollida d'aigua i sediments (fig. 2.6), que són derivats a través d'un tub a un sistema de cubetes que basculen i colpegen un imant que envia la informació a dos *Data loggers* que guarden la informació cada 2 minuts. Cada senyal emmagatzemada representa un escolament de 500 centímetres cúbics, excepte en una de les parcel·les, que les cubetes són de 250 cc. Als *Data loggers* també hi ha connectat un pluviògraf que permet conèixer la resposta hidrològica de diferents usos per a una precipitació donada, la qual cosa fa possible la reconstrucció dels hidrogrames corresponents.

La concentració de sediments s'obté a través de la derivació de part de l'escolament que passa per les cubetes a uns dipòsits de 31 litres, que es buiden després de cada pluja per a l'anàlisi química (calci, magnesi, sodi, potassi, fòsfor, silicats i nitrogen) i per mesurar el contingut de sediments en suspensió.

Fig. 2.6: Organització de l'Estació Experimental "Valle de Aisa"



Font: Reproduït de GARCÍA-RUIZ, et al., 1994

Les sis parcel·les reproduïxen diferents usos del sòl: agricultura de rotació amb cereals (ordi fertilitzat amb cendres), guaret, cereals (amb fertilitzants químics), camps cremats, coberta arbustiva densa (amb la vegetació original inalterada) i pastures.

Per als estudis geomorfològics han utilitzat la tècnica dels transectes, que permeten conèixer la importància relativa i la freqüència de diferents microambients geomòrfics i la seva variabilitat d'acord amb l'edat d'abandonament (menys de 10 anys, de 10 a 25 anys, de 25 a 50 anys i més de 50 anys) i amb la forma del vessant (convex, còncav i pla). Aquesta tècnica es basa en el fet que tots els processos que actuen sobre un vessant deixen una empremta

que es manifesta mitjançant una forma determinada de microambient. La seva quantificació consisteix a col·locar una cinta mètrica sobre la superfície del sòl, sempre de manera transversal a la línia de màxim pendent, i mesurar la longitud que ocupen les diferents formes o microambients geomorfològics tallats per la cinta. Aquests transectes s'acompanyen d'informació referida a la pedregositat i a la vegetació de cada microambient, i es realitzen a la part alta, mitjana i baixa de les parcel·les per tal de conèixer la variabilitat espacial a l'interior del propi camp (taula 2.1). Paral·lelament s'ha obtingut informació sobre els sistemes tradicionals de conservació de sòls i sobre els sistemes actuals de maneig del bestiar.

Taula 2.1: Ocupació dels microambients geomorfològics a la vall d'Aisa

<i>Microambient</i>	<i>Ocupació (%)</i>	<i>Longitud mitjana (cm)</i>
<i>Incisions</i>	5,6	30,56
<i>Acumulacions</i>	19,6	73,13
<i>Moviments en massa</i>	3,9	54,16
<i>Erosió difosa forta</i>	26,6	78,09
<i>Erosió difosa dèbil</i>	19,7	82,36
<i>Erosió nul·la</i>	21,4	128,80
<i>Enllosat</i>	3,2	61,10

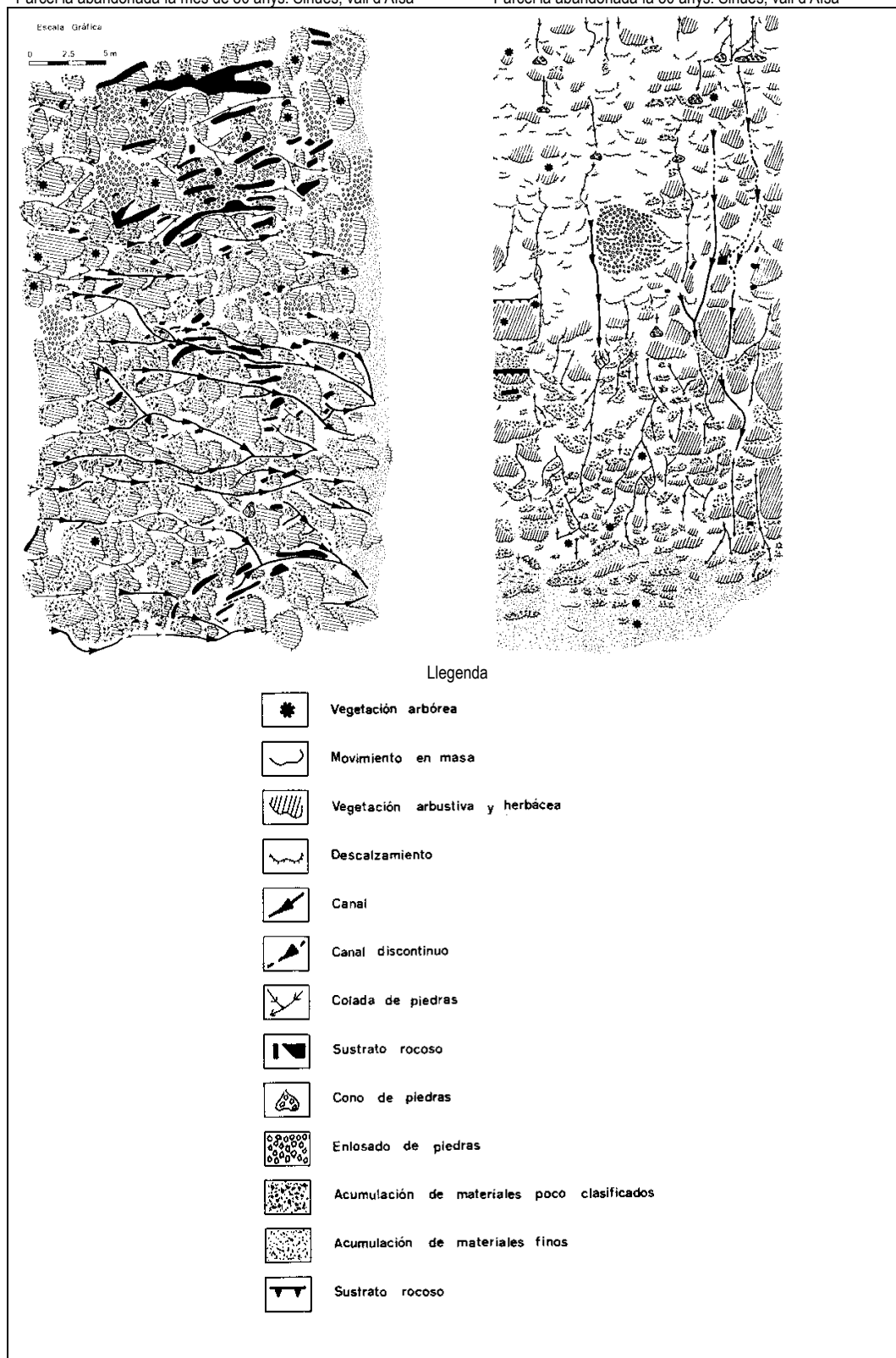
Font: RUIZ-FLAÑO, et al.1991

Per a algunes de les parcel·les s'han elaborat mapes geomorfològics molt detallats, a escala 1:125, que inclouen el traçat de la xarxa de drenatge i un exhaustiu mostreig del pendent per tal de disposar d'informació de l'organització espacial dels processos geomòrfics i de les relacions de veïnatge que s'estableixen entre ells (fig. 2.7).

Fig. 2.7: Esquema geomorfològic

Parcel·la abandonada fa més de 80 anys. Sinués, vall d'Aisa

Parcel·la abandonada fa 50 anys. Sinués, vall d'Aisa



Font: Reproduït de RUIZ-FLAÑO, GARCÍA-RUIZ, 1990

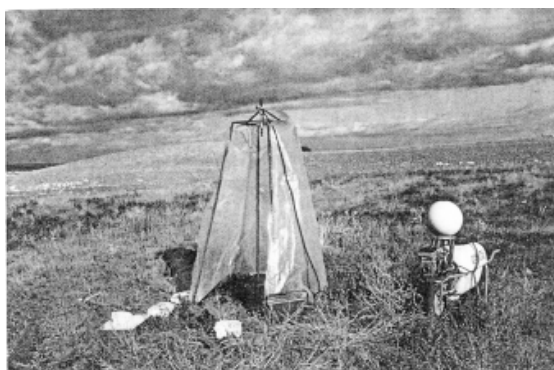
Donada la pedregositat de l'ambient que s'estudia, han volgut controlar la mobilitat de les pedres i els seus efectes sobre la infiltració i la producció de sediments. Per dur-ho a terme han construït trampes de sediments, que posteriorment s'han recobert amb una malla de 2 mm de llum per retenir els sediments mobilitzats per les incisions en cada precipitació (foto 2.1). També han pintat pedres de diferents mides en incisions i en sectors *interrills* per controlar la seva mobilitat i la longitud dels seus desplaçaments.

Foto 2.1: Trampa de sediments en incisió formada en un camp abandonat fa més de 50 anys



Font: Reproduït de RUIZ-FLAÑO, GARCÍA-RUIZ, 1990

Foto 2.2: Simulador de pluja amb motor



Font: Reproduït de LASANTA, et al., 1994

L'estudi dels sòls inclou l'anàlisi granulomètrica, el contingut en nutrients, la porositat, l'estabilitat d'agregats i la variabilitat estacional de la humitat, que han mesurat quinzenalment.

La capacitat i velocitat d'infiltració ha estat mesurada amb proves de simulació de pluja sobre un anell de 42 cm de diàmetre que recull l'escolament que es produeix, el qual surt fora per un tub que recull l'aigua amb els sediments (foto 2.2). La utilització del simulador de pluja té l'avantatge de poder repetir les proves tants cops com sigui necessari, de manera que un factor tan irregular com la pluja es troba controlat, cosa que permet disposar de més informació que l'obtinguda en condicions normals. Entre els inconvenients del simulador destaca la pertorbació que introdueix en el sòl la instal·lació de l'anell d'acer dins del qual se simula la pluja; això altera notablement la quantitat de sediments que són arrossegats per l'escolament. També resulta evident que la simulació de pluja no reflecteix les característiques pluviomètriques de l'àrea d'estudi, tant en volum com en intensitat de les precipitacions, la qual cosa relativitza els resultats.

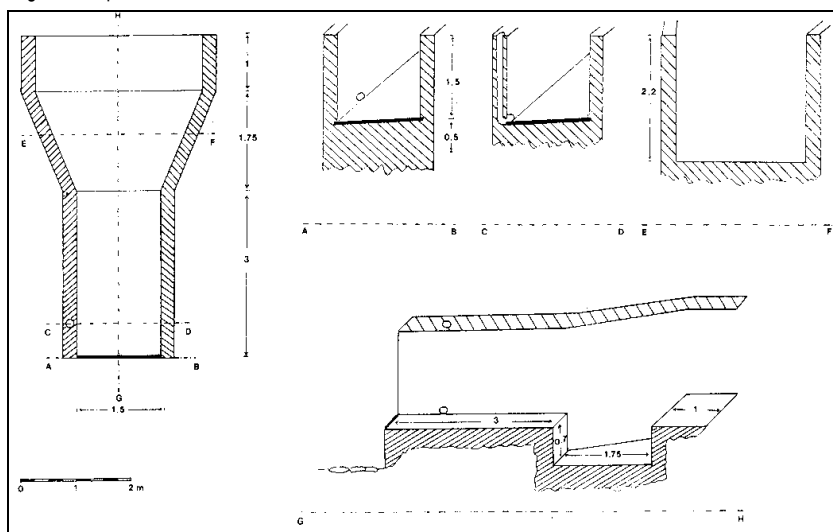
La colonització vegetal ha estat estudiada a partir d'inventaris en parcel·les de diferent edat d'abandonament. També han efectuat proves de germinació i de dispersió de

llavors, especialment de *Genista scorpius*, la bosquina més estesa en els camps abandonats i peça fonamental en l'evolució de la successió vegetal. Altres mètodes per conèixer el percentatge de cobertura i composició de les espècies són els mostreigs a l'atzar.

En els diversos estudis s'utilitzen tècniques estadístiques (anàlisi de variança, cluster, anàlisi discriminant, anàlisi de contingència, etc.) que permeten jerarquitzar i establir classificacions. Les dades obtingudes sobre escolament i producció de sediments a l'estació experimental "Valle de Aísa" han estat estudiades per a tota la conca per tal de conèixer els efectes de l'abandonament de conreus en els recursos hídrics i en el balanç de sediments. La conca "Loma de Arnás" (fig. 2.2) va ser escollida perquè permetia una comparació fiable amb la primera. Les condicions fonamentals que complia aquesta conca són: homogeneïtat topogràfica i litològica: mida adequada per poder controlar-ne les descàrregues més grans previsible i l'exportació de sediments, haver estat conreada en el passat, perquè sigui representativa del comportament hidrològic i geomorfològic d'aquestes àrees, i ser de fàcil accés.

L'instrumental que va instal·lar-hi l'Institut Pirenaico de Ecologia està dissenyat per obtenir informació meteorològica, hidromètrica i sedimentològica. Van construir un sistema d'aforament basat en un flume en H de làmina lliure, que a la seva part anterior té una prolongació en forma d'embut que n'assegura la recollida de tot el cabal durant les grans avingudes. La càrrega de fons queda retinguda en una trampa de sediments per tal de no fer malbé l'instrumental (fig. 2.8).

Fig. 2.8: Esquema del flume construït a la conca "Loma de Arnás"



Font: Reproduït de GONZÁLEZ, 1994

El cabal es mesura amb un sensor instal·lat a l'interior d'un orifici cilíndric del lateral del flume que comunica amb el fons. Aigües avall s'ha enllosat una petita depressió natural per assegurar-ne la caiguda del flux en règim de làmina lliure, on s'ha instal·lat un turbidímetre que mesura la quantitat de sediments en suspensió, i un recollidor de mostres automàtic. Per últim, la conca va ser equipada amb una estació meteorològica per obtenir dades de precipitació, temperatura de l'aire, humitat relativa, velocitat i direcció del vent, etc.

Resultats

- Successió vegetal

Un cop que es deixen de conrear els camps s'inicia un procés de successió vegetal que passa per les etapes següents: invasió d'herbàcies i llenyoses arbustives durant els primers anys, expansió i cobriment total per llenyoses arbustives, retracció de les llenyoses arbustives i domini d'associacions d'herbàcies entre els 35 i 60 anys i expansió de llenyoses arbòries en camps amb més de 60 anys.

Inicialment la colonització és molt ràpida, principalment per plantes anuals, que produeixen llavors de fàcil dispersió. Després s'hi instal·len plantes bianuals, produint-se al cap de 10 o 15 anys una expansió generalitzada de *Genista scorpius*. Posteriorment penetren altres arbusts, com ara *Buxus sempervirens*, *Rosa canina* i *Juniperus communis*. Al cap de 50 anys d'abandonament, la *Genista scorpius* entra en una fase regressiva, i passa a ser substituïda per *Buxus sempervirens*. Finalment, les parcel·les amb més de 100 anys d'abandonament estan colonitzades per *Pinus sylvestris*, *Juniperus communis*, *Prunus spinosa*, *Crataegus monogyna* i, ocasionalment, pels primers exemplars de *Quercus faginea*. Si una parcel·la es pastura, o es crema freqüentment, la progressió cap a fases més madures de la successió vegetal és molt lenta.

- Erosió

L'erosió difusa forta és el microambient geomorfològic més estès, sobretot a la part alta i mitjana de la parcel·la, on la pedregositat superficial és més important a causa del rentat de sediments fins efectuat per l'aixaragallament no concentrat. Aigües amunt dels peus dels arbusts es produeixen acumulacions de material heteromètric que, en ocasions, dona lloc a un enllosat de pedres. A la zona immediatament inferior, la bosquina es troba descalçada a conseqüència de la concentració de l'aigua a les seves vores i per acció del poder erosiu

superior de l'aigua concentrada en els talls de la vegetació (*stemflow*), que produeix un enfonsament de la base frontal de la bosquina. La pedregositat superficial disminueix a la part inferior de la parcel·la, on la suavització del pendent dóna lloc a una important deposició de material fi, on ocasionalment es poden observar les empremtes de l'erosió difusa forta en la formació de pinacles.

Segons mostra la taula 2.2, l'edat de l'abandonament sembla explicar la major part de les variacions produïdes en els camps. Els microambients que impliquen l'existència d'importants pèrdues de sòl augmenten clarament la seva presència en els camps abandonats més antics, especialment en els de 50 anys. La progressió més espectacular és l'experimentada per les acumulacions que des de xifres molt baixes en el moment de l'abandonament, passen a suposar el 31% en els camps més antics. Aquesta progressió es troba molt vinculada a la que experimenten àrees d'erosió nul·la, amb increments continuats tal i com penetren les comunitats de bosquina. Aquesta tendència creixent es trenca en les parcel·les de més edat, on les taques d'erosió nul·la es redueixen, coincidint també amb una menor densitat de vegetació.

Taula 2.2: Variació dels microambients i de la cobertura del sòl en funció del període de temps abandonat (%) a la vall d'Aisa

Microambient	Edat d'abandonament			
	<10	10-25	25-50	>50
<i>Incisions</i>	1,30	4,66	4,40	9,24
<i>Acumulacions</i>	0,76	11,28	21,05	31,09
<i>Mov. massa</i>	0,00	7,77	1,20	5,19
<i>Erosió dif. forta</i>	60,03	22,42	21,71	24,71
<i>Erosió dif. dèbil</i>	34,36	31,97	16,59	8,10
<i>Erosió nul·la</i>	3,56	19,58	33,08	15,21
<i>Enllosat</i>	0,00	2,30	1,96	6,38
<i>Pedregositat</i>	40,96	47,18	60,07	61,52

Font: RUIZ-FLAÑO, 1991

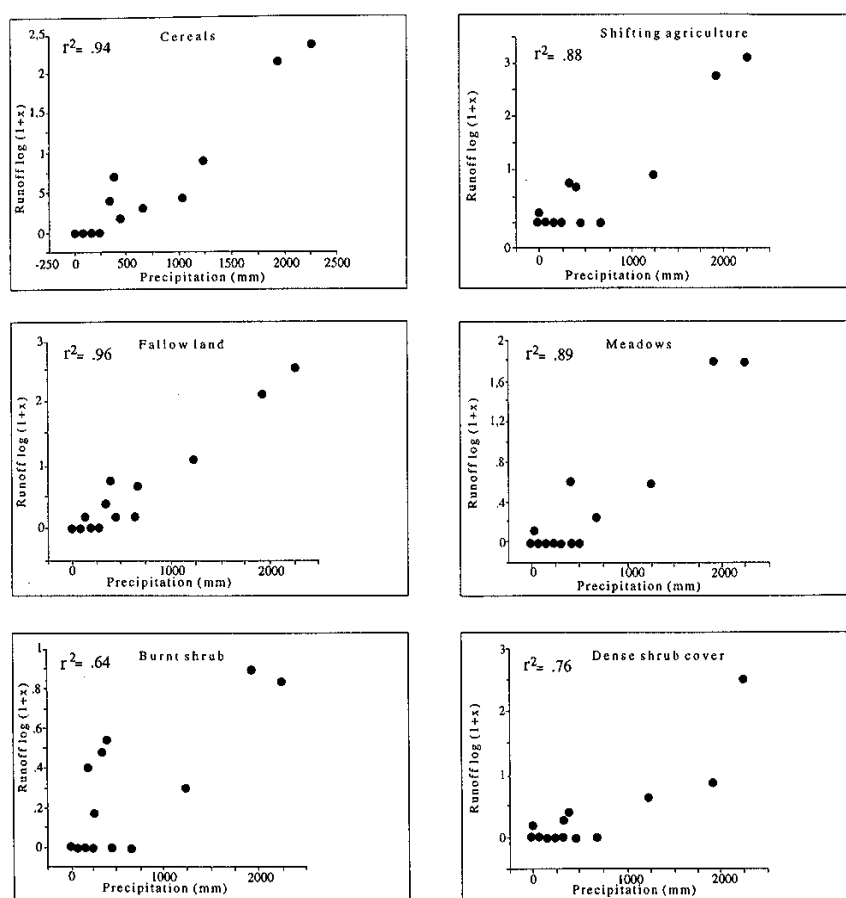
En funció de la diversitat i ocupació dels microambients que inclouen els transectes geomorfològics, n'han fet la classificació següent: transectes amb erosió moderada o nul·la, on aquest tipus d'erosió pot arribar a ser el 60% del total de la superfície; transectes amb erosió dèbil, en els quals domina l'erosió difusa dèbil (59%); transectes amb erosió difusa forta, deguda especialment als arrossegaments per fluxos hídrics no concentrats, i transectes amb erosió severa, que és el grup més abundant i el que enregistra la proporció més gran de

processos actius -incisions, enllosament i erosió difusa forta-, tot i que el microambient més estès és el de les acumulacions.

- Hidromorfologia

Hi ha una estreta relació entre precipitacions i escolament, encara que quantitativament no es manifesta per igual en tots els usos del sòl. La figura 2.9 mostra les relacions existents entre precipitació i escolament per a diferents parcel·les.

Fig. 2.9: Correlacions entre precipitació i escolament a la vall d'Aisa



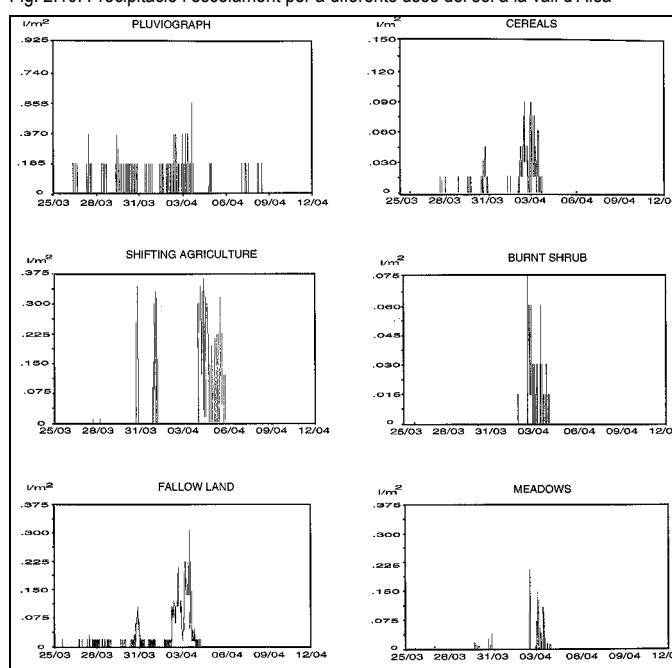
Font: Reproduït de GARCIA-RUIZ, et al., 1994

Aquestes relacions són clarament exponencials en la majoria dels casos, el que no deixa de ser lògic si es té en compte que amb pluges de baix volum la infiltració absorbeix la major part de l'aigua caiguda, fins que superat un llindar comença a funcionar l'escolament de saturació. Els valors més alts es donen a l'artiga, amb molta distància sobre el guaret, el cereal i el rostoll, més lluny hi ha la pastura i finalment la parcel·la cremada i la testimoni.

Pel que fa al temps de resposta, l'artiga reacciona molt aviat, igual que la pastura, el guaret i el cereal. A l'extrem oposat es troba la bosquina densa, amb una inèrcia més gran en la seva resposta hidrològica.

Segons mostra la figura 2.10, el guaret i l'artiga tenen la resposta més ràpida, reaccionant amb quasi totes les quantitats de precipitació. El cereal amb fertilitzants químics sempre produeix escolament, però el màxim és sempre menor, especialment durant la primera precipitació del període. De fet l'hidrograma de la parcel·la de cereal és quasi idèntic al de la parcel·la de guaret, tot i que l'eix de les ordenades redueix l'escala a la meitat.

Fig. 2.10: Precipitació i escolament per a diferents usos del sòl a la vall d'Aisa



Font: Reproduït de GARCIA-RUIZ, et al., 1994

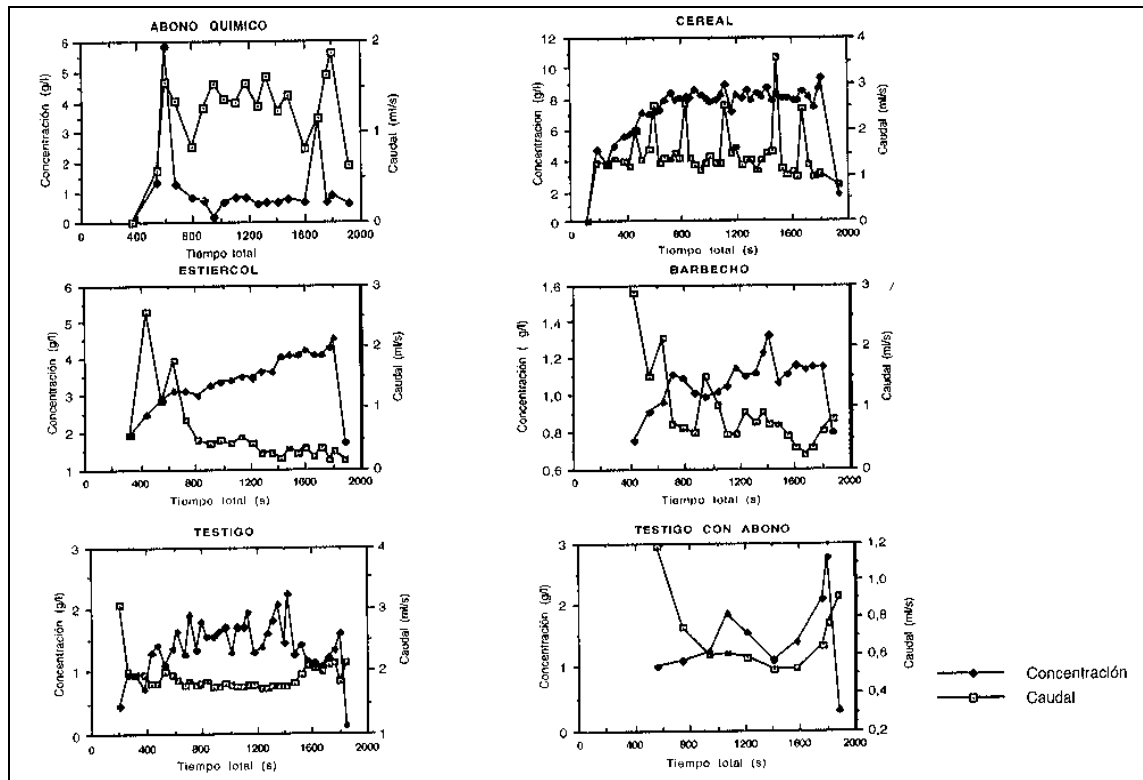
La parcel·la de pastura produeix molta aigua d'escolament, mentre que la de cobertura densa té una resposta menor i més lenta. La prova d'aquest comportament moderat està en el fet que durant nombrosos esdeveniments de precipitació, la parcel·la amb una cobertura densa no va enregistrar escolament, la qual cosa confirma l'efectivitat del seu comportament hidrològic.

Els resultats que han obtingut a la Depressió de l'Ebre (fig. 2.11), mostren una doble tendència. Per un costat, l'escolament tendeix a augmentar lleugerament des del principi fins al final, com a conseqüència de la saturació de l'horitzó superior i l'efecte de segellat dels porus superficials per efecte de l'impacte de les gotes de pluja. Per altra banda, la producció

de sediments disminueix des de l'inici de la prova, la qual cosa s'explica perquè les partícules soltes de sòl són arrossegades per l'escolament inicial que efectua un rentat en els primers minuts. El fet és que l'evolució de l'escolament i el de la producció de sediments mostren una tendència contradictòria que s'explica bàsicament perquè l'arrossegament de partícules depèn més de la disponibilitat d'aquestes en condicions de ser arrossegades que de l'escolament.

La conseqüència directa de l'escassa densitat de la vegetació i de la poca o nul·la estructura dels sòls (deguda al baix contingut en matèria orgànica) és que els coeficients d'escolament són molt elevats, entre el 40 i el 75 per cent, i que el front d'humectació penetra a molt poca profunditat. Els resultats són, tot i això, molt diferents segons els usos del sòl; destaca per sobre de tot l'elevat coeficient d'escolament de la parcel·la abandonada sense cap tipus de gestió posterior. Les dades més baixes corresponen a la parcel·la testimoni amb adob, al cereal i al guaret amb fems, encara que en aquests casos les diferències són reduïdes. Pel que fa al front d'humectació, la penetració més important es dona al guaret amb fems i al guaret amb adob químic, la qual cosa confirma que tant la remoguda del sòl, com la incorporació de nutrients afavoreixen una més fàcil entrada de l'aigua cap a nivells més profunds del sòl.

Fig. 2.11: Evolució de l'escolament i la concentració de sediments en cada ús del sòl a la vall d'Aisa



Font: Reproduït de LASANTA, et al., 1994

El cabal mitjà més elevat correspon a la parcel·la testimoni sense adob, amb molta diferència sobre el cereal, mentre que la millor resposta la proporcionen la parcel·la testimoni amb adob i el guaret amb fems.

2.2.2. Institut Jaume Almera de Ciències de la Terra

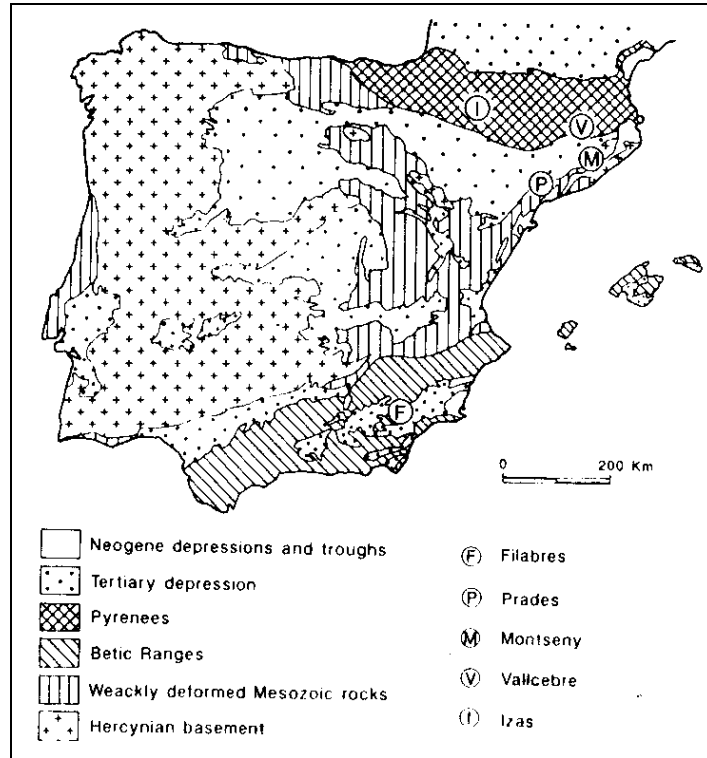
Un segon grup d'investigadors són els pertanyents a l'Institut Jaume Almera de Ciències de la Terra a Barcelona, també depenent del CSIC, al front del qual hi ha Francesc Gallart. Aquest col·lectiu treballa a la conca experimental de Cal Parisa, a Vallcebre (Prepirineus catalans) i estudia fonamentalment les conseqüències hidrològiques i hidrogeomorfològiques de la reforestació d'antics camps de conreu¹⁴².

L'estudi de la conca de Cal Parisa forma part del projecte Lucdeme núm. 6: "Resposta de conques petites en ecosistemes mediterranis: monitorització, experiències i modelització" (fig. 2.12). El principal propòsit d'aquest projecte és coordinar el treball de diversos grups de recerca que estudien 14 xarxes de drenatge de conques petites del vessant mediterrani de l'Estat espanyol des de dos punts de vista: biogeoquímic i geomorfològic.

El treball del grup de recerca de l'Institut Jaume Almera de Ciències de la Terra dins d'aquest projecte és valorar el comportament hidrològic i el temps de resposta davant de diferents esdeveniments de pluja de la conca de Cal Parisa, i els processos erosius i de transport que se'n deriven.

¹⁴² LLORENS, GALLART, 1990; 1991; LATRON, 1991; HARO, *et al.*, 1992; LLORENS, GALLART, 1992; LLORENS, LATRON, GALLART, 1992; LLORENS, QUERALT, PLANA, 1992; GALLART, LLORENS, 1994; LLORENS, GALLART, 1994; RABADÀ, GALLART, LLORENS, 1994; GALLART, LLORENS, 1996

Fig. 2.12: Localització de les àrees de drenatge estudiades dins del projecte Lucdeme núm. 6

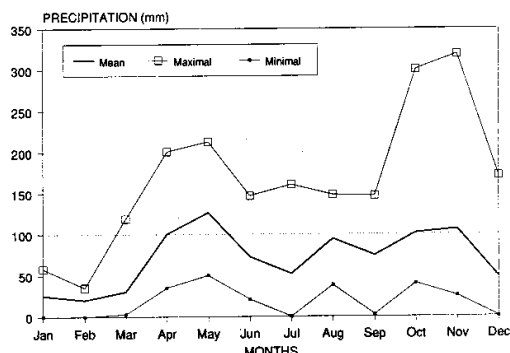


Font: Reproduït de LLORENS, GALLART, 1992

Àrea d'estudi

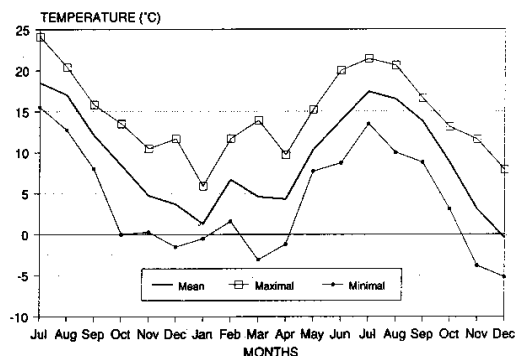
La conca de Cal Parisa es troba a la capçalera del riu Llobregat entre 1.400 i 1.700 m d'altitud, amb el 70% de la superfície entre 1.420 i 1.560 m, i ocupa una extensió de 36 hectàrees. L'àrea correspon a un medi muntà amb clima mediterrani de muntanya, enregistrant una pluviositat de $850 \text{ mm}\cdot\text{any}^{-1}$ amb una distribució bimodal que presenta un màxim a la primavera i un segon a la tardor, tot i que freqüentment aquesta distribució té un altre màxim menys important a l'agost, a causa de les tempestes convectives (fig. 2.13). La temperatura mitjana anual és de 9°C , amb una amplitud tèrmica diària i anual molt elevada. Hi ha un promig de 100 dies de gelades a l'any i les nevades són freqüents a l'hivern, tot i que la neu no sol durar gaire dies (fig. 2.14).

Fig. 2.13: Precipitacions mensuals mitjanes, màximes i mínimes (1983-1990) a la conca de Cal Parisa



Font: Reproduït de LLORENS, et al., 1992

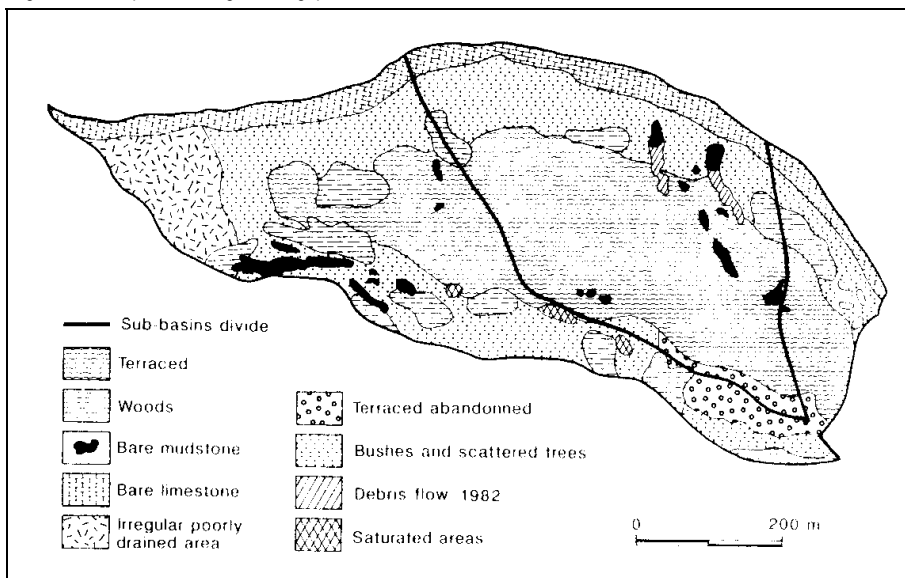
Fig. 2.14: Valors mensuals mitjans, màxims i mínims de les temperatures mitjanes diàries (1989-1990) a la conca de Cal Parisa



Font: Reproduït de LLORENS, et al., 1992

Dins de la conca es poden diferenciar quatre unitats geocollògiques principals: terrasses abandonades, barra de calcàries, zona de vessant i antic lliscament (fig. 2.15).

Fig. 2.15: Principals unitats geocollògiques de Cal Parisa



Font: Reproduït de LLORENS, GALLART, 1991

Les terrasses de la primera unitat van ser construïdes per a usos agrícoles, actualment estan abandonades, i s'han destinat a pastoreig intensiu; al mateix temps que les terrasses es van realitzar canals artificials per evitar la saturació dels camps en períodes humits. La segona unitat (barra de calcàries) delimita la conca septentrionalment i correspon al flanc d'un anticlinal amb l'eix verticalitzat, amb la direcció SW cap a l'interior de l'anticlinal. La tercera unitat (zona de vessant) està adossada a la unitat anterior i presenta un elevat pendent orientat cap al sud (de 30 a 40%); eventualment s'hi troba alguna terrassa de petites

dimensions, abandonades des de molt antic. La quarta unitat (antic lliscament) configura una zona lleugerament elevada que separa dues subconques. Cada subconca està drenada per un sistema de diferents característiques: a la subconca septentrional predomina una xarxa de canals de drenatge artificials; i a la subconca meridional el drenatge està controlat per una xarxa natural.

A causa de l'abandonament agrícola, a l'actualitat el 38% de la conca està cobert per arbusts (*Buxus sempervirens*, *Genista scorpius*, *Juniperus communis*) i per pinedes de *Pinus sylvestris*, que han entrat en expansió sobre els prats antròpics. En una primera fase, la pineda va multiplicar per cinc la seva superfície en 21 anys: va passar del 5% que ocupava sobre la conca el 1967 a un 25% el 1988, ocupant fonamentalment la zona de vessant i l'antic lliscament. Tant les zones d'arbusts com les de pins estan reemplaçant el bosc original, format principalment per *Quercus pubescens*.

Els sòls de la conca són fonamentalment argilosos i presenten un alt contingut en argiles expandibles (esmeclites). Els horitzons superficials tenen una elevada estabilitat estructural a causa del destacat contingut en matèria orgànica, mentre que els horitzons profunds presenten una estabilitat molt baixa junt amb una manca de matèria orgànica. Un altre factor que afavoreix l'estabilitat estructural d'aquests sòls és que les argiles dels horitzons superficials estan altament saturades de bases.

La principal característica de la cobertura forestal en una parcel·la estudiada dins de la conca és la densitat monoespecífica de *Pinus sylvestris* sense sotabosc (2.800 arbres/ha). Els arbres tenen edats molt similars (33 anys de mitjana), però amb alçades bastant diferents, (10,5 m de mitjana i un coeficient de variació del 28%) i importants diferències de diàmetres, ja que la mitjana és de 14 cm, però la variació és del 50%.

Metodologia

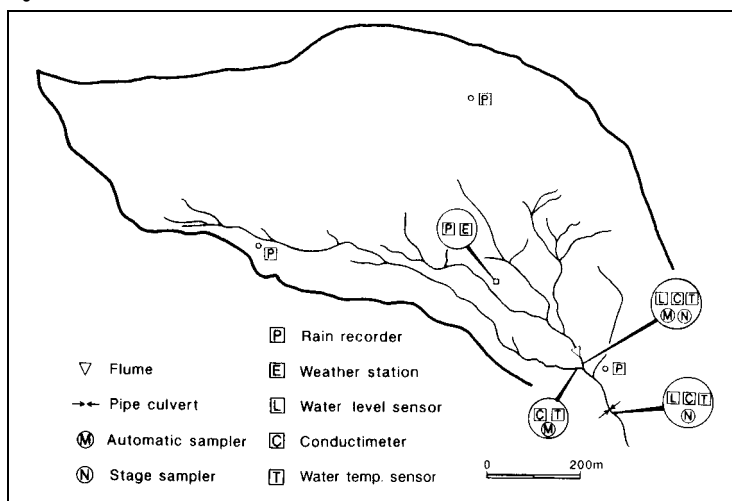
La conca ha estat equipada amb divers material meteorològic i hidrològic, entre el qual destaquen:

Tres pluviòmetres connectats a uns petits *data loggers* dissenyats a tal fet.

Una estació meteorològica amb registre de precipitació, temperatura de l'aire, humitat relativa, velocitat i direcció del vent i radiació global. Els sensors recullen la informació cada 10 segons i els valors són emmagatzemats cada 5 minuts.

Flume en H, de 76 cm, amb un capacitat màxima per a 450 l·s⁻¹, equipat amb un sensor per mesurar el nivell de l'aigua connectat a un *data logger* que permet l'enregistrament en continu. La descàrrega del desguàs principal està controlada per una canonada preexistent amb un diàmetre d'un metre i equipada amb un sensor de capacitat connectat a un *data logger* (fig. 2.16).

Fig. 2.16: Instrumentació de la conca de Cal Parisa

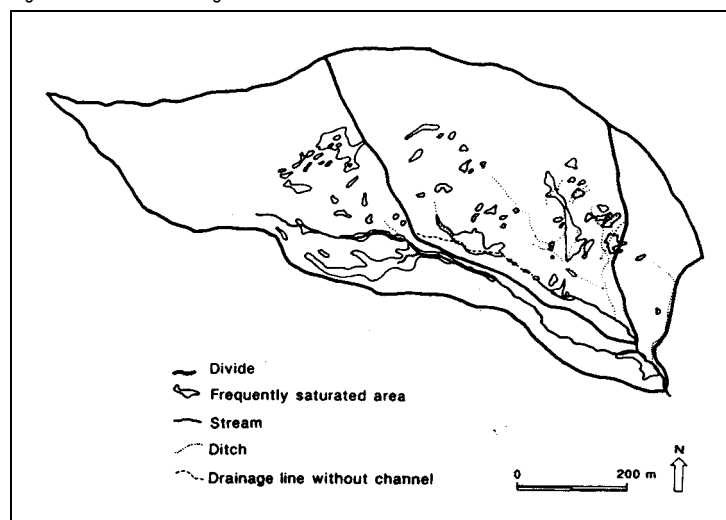


Font: Reproduït de LLORENS, GALLART, 1992

La recollida de dades meteorològiques i les hidrològiques està encaminada a obtenir estimacions acurades de les descàrregues més elevades, ja que es dona per suposat que són el mitjà de transport més important dels sediments. Les mesures s'han realitzat en tres punts, les dues estacions de descàrrega i el canal principal (subconca dreta) abans de la confluència amb l'altra subconca. En tots tres punts es mesura la conductivitat elèctrica i la temperatura, amb sensors connectats a *data loggers*. Les dues estacions de descàrrega tenen mostrejadors automàtics que recullen dotze mostres d'aigua i de sediments transportats durant les crescudes.

Tant els *data loggers* instal·lats a l'estació meteorològica com a l'estació hidrològica llegeixen dades cada 15 segons, però les enregistren cada 5 minuts. Aquestes dades es transfereixen setmanalment a un ordinador portàtil per analitzar-ne la informació.

Fig. 2.17: Xarxa de drenatge i àrees saturades



Font: Reproduït de LLORENS, et al., 1992

Ahora que instrumentaven les subconques, han dut a terme diversos treballs cartogràfics per tal de descriure alguns dels trets característics de l'àrea. Els dos mapes principals elaborats van ser el d'àrees saturades i xarxes de drenatge, i el de zones sense vegetació. El primer mapa està basat en l'observació de *Molinia coerulea*, planta que creix en àrees freqüentment saturades i que presenta un color groguenc a principis de tardor que permet seguir-ne la seva àrea d'ocupació de forma molt acurada (fig. 2.17).

L'origen de les zones saturades és l'aflorament de les aigües freàtiques, induït molts cops pel creuament del nivell freàtic amb la topografia aterassada. Així doncs, és possible distingir dos tipus d'àrees saturades a la conca: les que voregen els eixos naturals de la xarxa de drenatge, i les àrees saturades antròpiques amb una localització i distribució clarament relacionada amb la construcció de terrasses. El mapa, obtingut a partir de la fotografia aèria i del treball de camp, mostra la distribució espacial de les àrees on aflora el substrat argilós, el qual facilita els processos erosius, que donen lloc a una microtopografia de xaragalls i barrancs. Ambdós mapes els van digitalitzar i entrar en un SIG Erdas per contrastar-ho amb altres fonts d'informació, com ara el MDT (Model Digital del Terreny) de l'Institut Cartogràfic de Catalunya.

La instrumentació per al seguiment de la humitat del sòl de la conca ha de permetre caracteritzar les variacions temporals de la reserva hídrica, estimar la variabilitat espacial de la humitat del sòl, així com els factors que la condicionen, i avaluar el paper de la reserva de

la conca en el seu funcionament hidrològic. Per assolir aquests objectius, la instrumentació de la humitat del sòl ha de complir els requisits següents:

- ✓ El rang d'humitat mesurable ha de ser ampli.
- ✓ El mètode ha de tenir una bona repetibilitat.
- ✓ El mètode ha de ser no destructiu per permetre realitzar repetides lectures sobre un mateix punt.
- ✓ Els punts de seguiment han de ser suficients per obtenir informació de la variabilitat espacial.
- ✓ Han de poder-se prendre dades d'humitat superficial.
- ✓ El sistema de seguiment ha d'ajustar-se a un cost assequible, fàcil d'instal·lar i de ràpida lectura.

Dels mètodes no destructius d'avaluació de la humitat en el sòl (sonda de neutrons, blocs de guix, etc.), la Reflectometria en el Domini Temporal (TDR) s'ha considerat el més adequat ja que és un mètode que no planteja problemes ambientals i que permet instal·lar un gran nombre de sondes a baix cost i sense tants problemes de calibració com en altres mètodes.

Per al seguiment d'humitats en el sòl amb el mètode TDR, s'insereix una sonda de barres d'acer en aquest, connectada a l'aparell amb un cable coaxial. En un model de sonda de tres barres, aquestes estan disposades sobre un mateix pla i paral·leles entre si, connectant la central al conductor central del cable coaxial i les laterals a la seva pantalla. L'impuls emès per l'aparell TDR al llarg de les barres viatjarà més lent com més gran sigui el contingut en aigua del sòl. El TDR mesura el temps invertit per l'impuls elèctric, a partir del qual pot calcular-se la constant dielèctrica relativa del sòl (K):

$$K = (V_a / V_s)^2 / (t_s / t_a)^2$$

- On:
- k= constant dielèctrica del sòl
 - V_a= velocitat de l'impuls en el buit
 - V_s= velocitat de l'impuls en el sòl
 - t_a= temps de recorregut en el buit
 - t_s= temps de recorregut en el sòl

Aquesta constant depèn de la proporció de cada una de les fases que hi ha al sòl (aire, aigua i sòlid) ja que la constant dielèctrica de l'aire i dels sòlids és molt baixa (1 per a l'aire i de 3 a 5 per a sòlids), mentre que per a l'aigua és molt elevada (80,36 a 20°C). Aquest

contrast entre la constant dielèctrica de l'aigua amb la resta de les fases del sòl permet trobar una relació entre la constant del medi i el seu contingut en aigua.

La instrumentació de la humitat del sòl de la conca la van realitzar amb dues modalitats: transectes superficials i perfils puntuals. Amb els transectes es vol avaluar la humitat superficial (de 0 a 20 cm) al llarg de diferents medis a la conca. Per dur-ho a terme van instal·lar un total de 108 sondes en 5 transectes (dos longitudinals i tres transversals) amb un seguiment trimestral. Amb els perfils es coneix la variació temporal de la humitat en el sòl i es pot caracteritzar aquesta variació en diferents medis representatius de la conca. En aquest cas el seguiment que realitzen és setmanal.

A més de la monitorització meteorològica i hidrològica, han instal·lat l'instrumental necessari per a la mesura detallada de les pèrdues d'aigua cap a l'atmosfera a la zona de camps abandonats i en la parcel·la de bosc. Per a l'estimació de l'evapotranspiració real en una zona de prat en camps abandonats el mètode més adequat és el de la combinació del balanç energètic i la raó de Bowen (*Bowen Ratio Energy Balance Method*), basat en la mesura dels gradients d'humitat i temperatura sobre la superfície combinats amb la medicació del balanç energètic d'aquesta. En el cas de Cal Parisa aquesta metodologia s'aplica a partir de la monitorització en continu, amb registre cada 5 minuts dels paràmetres següents: radiació neta, flux tèrmic en el sòl i gradients de temperatura i humitat. A més disposen del registre de l'albedo i de la velocitat i direcció del vent a 2 i 10 m d'alçada, cosa que permet la determinació de l'evapotranspiració utilitzant, per exemple, l'equació clàssica de Penman-Monteith.

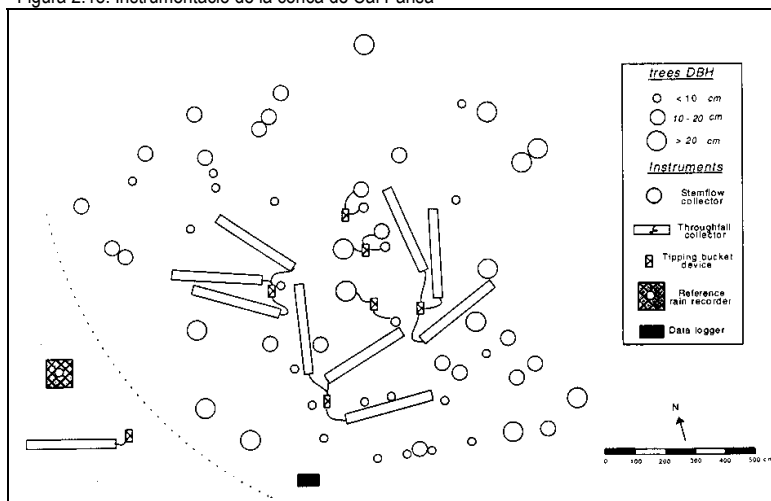
La transpiració del bosc es mesura amb el mètode de Correlació de Remolins, que malgrat ser molt fiable quan es treballa sobre superfícies rugoses, presenta com a inconvenients la necessitat d'instruments de gran precisió i difícil manipulació. Un mètode alternatiu que presenta resultats molt bons en comparat-los amb els anteriors és el Flux de Saba, consistent en la mesura de la diferència de temperatura entre un element escalfat a potència constant inserit en el xilema i una temperatura de referència mesurada també dins de l'arbre.

Per últim és monitoritzen detalladament els fluxos d'entrada d'aigua de l'atmosfera fora i dins del bosc amb la instrumentació següent (fig. 2.18):

- ✓ 9 canals de trascolació d'1,2 m² agrupats de 3 en 3 en cada grup amb un balancí connectat a un *data logger*.

- ✓ 7 anells d'escolament cortical, també agrupats en 3 balancins connectats al *data logger*.
- ✓ Un pluviòmetre registrador de 1,2 m² fora del bosc.
- ✓ Un pluviòmetre registrador de referència (arran de sòl).
- ✓ 6 detectors de la humitat de les copes.
- ✓ Un *data logger* amb registre continu cada 5 minuts.

Figura 2.18: Instrumentació de la conca de Cal Parisa

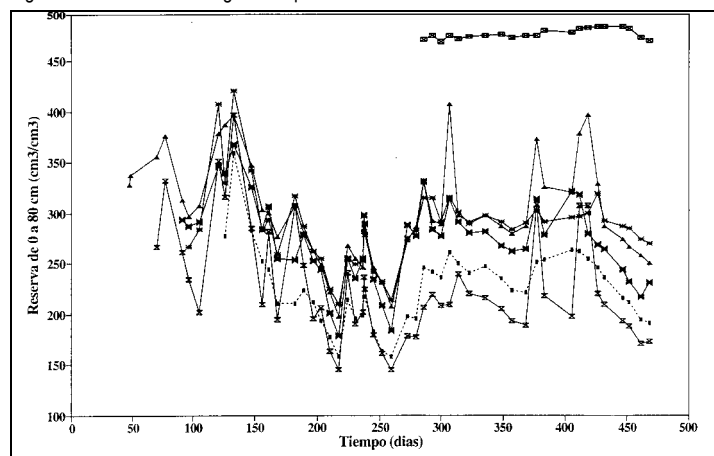


Font: Reproduït de LLORENS, GALLART, 1994

Aquest treball tan detallat obeeix a dos factors: a) les característiques de les precipitacions, ja que les pèrdues per intercepció poden ser més grans en un esdeveniment intermitent que durant un esdeveniment continu encara que la intensitat de la pluja i la duració total sigui la mateixa; b) l'estructura de la vegetació afecta directament a la intercepció de la pluja i a l'evaporació de la pluja interceptada.

Resultats

Fig. 2.19: Reserva total d'aigua dels perfils estudiats a la conca de Cal Parisa



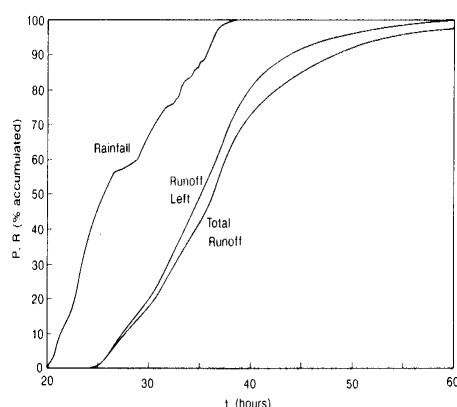
Font: Reproduït de RABADÀ, et al. 1994

Durant l'etapa d'observació s'han succeït tres períodes d'humectació alternats amb tres de dessecació (fig. 2.19). Els períodes d'humectació es produeixen durant les pluges de primavera i tardor i durant el desgel de finals d'hivern, i els tres períodes de dessecació de la conca es produeixen durant el pas de tardor a hivern, de hivern a primavera i de primavera a estiu.

A partir de la variació espacial es poden fer tres grans grups de comportament: a) zones saturables, que mantenen el perfil totalment saturat i molt estable, tot i que els falten dades de l'època seca d'estiu i que el mes d'agost es produeix un dessecament superficial; b) zones sense coberta arbòria, amb tendència a incrementar la humitat en profunditat; c) zones de pineda, que presenten durant tot l'any el rang d'humitats més baix de tots els perfils, tant a nivell de reserva com en les mesures d'humitat per a cada profunditat.

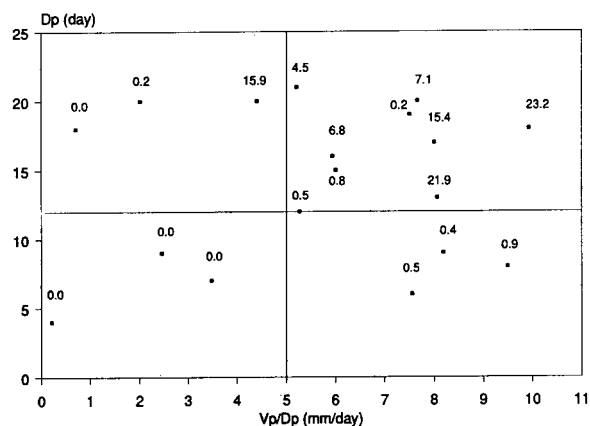
La resposta de la conca té diferències considerables en funció de les condicions d'humitat anteriors. En períodes secs, la conca pot absorbir tempestes sense produir escolament. Així doncs, encara que es produeixi escolament per saturació del flux superficial aquest s'infiltra abans d'arribar a la xarxa de drenatge. Quan les condicions són d'humitat és necessari un terç de la precipitació per aconseguir el nivell de saturació (fig. 2.20).

Fig. 2.20: Precipitació acumulada i descàrrega a la conca de Cal Parisa



Font: Reproduït de LLORENS, GALLART, 1992

Fig. 2.21: Relació entre dies de pluja per mes i volum de precipitació per dia de pluja a la conca de Cal Parisa



Font: Reproduït de LLORENS, et al., 1992

La distribució de les pluges és un dels factors que tenen més incidència en la gran variabilitat de la resposta hidrològica. A escala temporal d'un mes, i analitzant el paper de la producció d'escolament, s'observa que aquest s'ha produït només durant els mesos amb més de 12 dies de pluja i amb un volum de pluja per dia superior a 5 mm. Però també hi ha uns mesos en els quals s'ha superat aquest llindar i que no s'ha produït escolament, per la qual cosa la resposta hidrològica no es pot explicar només en termes de relació pluja-escolament (fig. 2.21).

El funcionament hidromorfològic després de l'abandonament es pot agrupar en les sis categories següents:

- ✓ Situació preagrícola natural: el consum d'aigua per intercepció i transpiració és màxim, així com la protecció del sòl en front de l'erosió, i les lleres dels rius són poc actives tant hidràulicament com geomorfològica.
- ✓ Crema i tala de la vegetació original: es redueixen dràsticament les pèrdues per intercepció i transpiració; per contra dona lloc a un augment de la intensitat i freqüència dels pics de crescuda, i de l'escolament. Es produeix una crisi geomòrfica, generalitzant-se l'erosió difusa i l'augment del transport de sediments per les lleres.
- ✓ Afeixament dels camps: els sediments fins procedents de l'erosió dels sòls es redueixen, i per tant la càrrega en suspensió transportada per les lleres. També és

presumible una millor regulació hidrològica a causa de l'augment de la capacitat de retenció dels sòls on es va realitzar canalitzacions o abans de realitzar-se.

- ✓ Abandonament (fase inicial de revegetació): s'inicia un augment de les pèrdues d'aigua a l'atmosfera per intercepció i transpiració, a costa d'uns cabals decreixents, tant de crescuda com de base.
- ✓ Abandonament (fase mitjana, inici de la degradació de les estructures): s'afavoreix inicialment l'embassament, s'augmenta la regulació hidrològica fins a un punt que arriba a ser superior al que pot suposar-se en les condicions naturals inicials, i disminueix dràsticament l'erosió hídrica difusa i concentrada, tot i que és a costa d'augmentar el risc de moviments de massa i sufusió.
- ✓ Abandonament (fase avançada de degradació de les estructures): la progressiva reestructuració de la xarxa de drenatge porta a un augment de la torrencialitat.

2.2.3. Grup de Recerca en Àrees de Muntanya i Paisatge (GRAMP)

Cal parlar també del grup que s'està formant a la Universitat Autònoma de Barcelona, que malgrat no tenir l'entitat de l'IPE o de l'IJA, comença a tenir una producció pròpia de rellevància, lligada sempre als aspectes més antròpics de l'abandonament del territori de muntanya¹⁴³, dins del qual s'inclou el present treball.

Dins del projecte de recerca DGICYT PB93-0914 "Análisis del territorio y desarrollo sostenido en áreas de montaña", que ha dirigit Antoni F. Tulla, s'han elaborat diversos treballs, que en l'àmbit de la geografia física del Departament de Geografia de la UAB han estat dues tesis doctorals, quatre memòries de recerca i diversos articles, en els quals es tracten aspectes relacionats amb l'abandonament dels camps de conreu. En el treball de Joan Manuel Soriano s'estudia l'evolució de la fertilitat del sòl al municipi de Tuixén¹⁴⁴ i en el de David Molina els processos erosius lligats a l'abandonament al Parc Natural del Cadí-

¹⁴³ SORIANO, 1994; SORIANO, *et al.*, 1994; MOLINA, 1996; MOLINA, DE MIRÓ, 1996; MOLINA, NADAL, SORIANO, 1997A; MOLINA, NADAL, SORIANO, 1997B; NADAL, 1997; NADAL, MOLINA, D. 1997; NADAL, *et al.*, 1997; MOLINA, 1998; MOLINA, NADAL, 1998; SORIANO, *et al.*, 1999; MOLINA, 2000; MOLINA, PÉLACHS, SORIANO, 2000; PÉLACHS, 2000; PÉLACHS, SORIANO, MOLINA, 2000; SORIANO, *et al.*, 2001

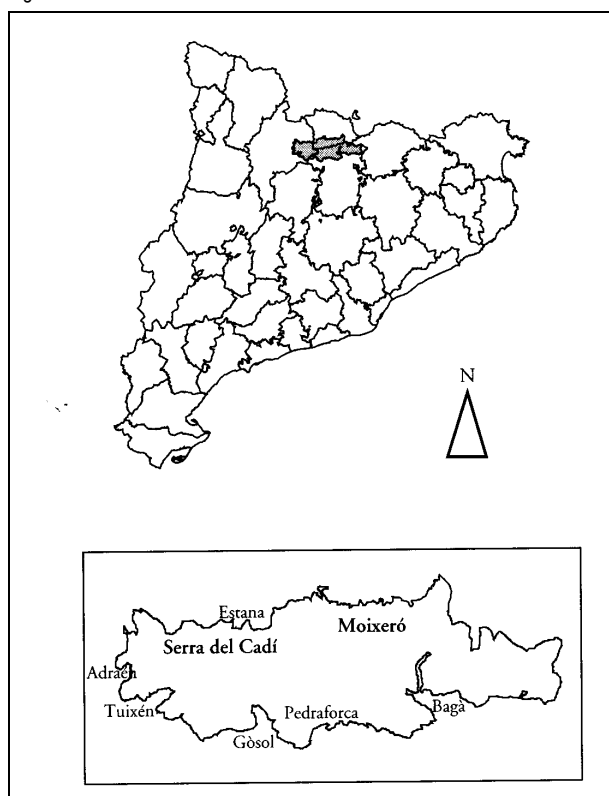
¹⁴⁴ SORIANO, 1994

Moixeró¹⁴⁵. Els antecedents d'aquests treballs cal buscar-los en el projecte MAB-6 Alt Pirineu, on es van realitzar diversos estudis a les àrees esmentades.

Àrea d'estudi

El Parc Natural del Cadí-Moixeró, dins del qual es troba el municipi de Tuixén, és el conjunt orogràfic més extens dels Prepirineus catalans, i un dels millors exemples de l'alta muntanya calcària. Fou creat el 1983 a partir de part de l'antiga Reserva Nacional de Caça, tot i que el Massís del Pedraforca ja havia estat declarat el 1982 Paratge d'Interès Nacional. Aquestes figures administratives el converteixen en el parc natural més extens de Catalunya amb 41.031,68 hectàrees (fig. 2.22).

Fig. 2.22: Parc Natural del Cadí- Moixeró.



Font: Reproduït de MOLINA, MIRÓ, 1996

La varietat litològica i una complexa estructura han accentuat la potència del relleu, que, modelat pels processos geodinàmics externs recents, han configurat una gran diversitat paisatgística. Les serres del Cadí, Moixeró i l'inici del Montgrony són la columna vertebral del parc, al voltant de la qual s'articulen la plana neògena de la Cerdanya, la falla del Segre al

¹⁴⁵ MOLINA, 2000

nord i la complexa disposició dels tres mantells de corriment i els encavalcaments al sud. Sobre aquest substrat s'hi ha establert un conjunt de comunitats vegetals adaptades als diferents estatges altitudinals i a la influència mediterrània o a la centroeuropea. L'extensió del parc i el gran desnivell entre les cotes més baixes i les més altes, fan d'aquest espai un dels més interessants per analitzar les diverses adaptacions i utilització per al conreu dels assentaments humans i el resultat, que com a conseqüència d'aquesta interacció, ha arribat als nostres dies.

L'estructura geològica d'aquesta unitat està formada pel mantell del Cadí, que dona lloc a una serralada que en les unitats superiors manifesta una disposició monoclinial dels estrats, fortament fallats d'est a oest i cabussant cap al sud. El resultat és una alineació de cingles molt escarpats amb més de 500 metres de desnivell, afectats per un modelat glacial, periglacial i postglacial força actiu que ha donat pas a l'aspecte actual. Els torrents que neixen en les dretes canals del cingle passen a ser cursos d'aigua més o menys estables que s'estructuren paral·lelament entre si i perpendicularment al riu Segre, el curs principal. A l'altre vessant del Cadí els cabussaments uniformes al voltant dels 30° S donen lloc a superfícies que sovint poden ser estructurals, amb un descens gradual de l'alçada fins als fons de la vall del riu Lavansa i Josa. Damunt d'aquest vessant trobem els mantells de corriment superiors, anomenats del Pedraforca, que se subdivideixen en el superior i l'inferior.

La vegetació existent avui en dia en aquest territori és una mostra de la coexistència històrica amb el poblament humà. Tradicionalment la silvicultura, la ramaderia i l'agricultura han estat les activitats que s'han estès més profusament per tot el parc; la silvicultura per tots els espais forestals; la ramaderia en tots els estatges, però sobretot en els prats alpins supraforestals; i l'agricultura en les zones més baixes i assolellades on el clima afavoria un millor creixement per a les collites. En períodes històrics més recents les activitats extractives i turístiques també han provocat un canvi considerable de la vegetació allà on s'han assentat, generalment transformant-la en erms o prats. La vegetació dominant de l'estatge montà és la de les rouredes submediterrànies de roure martinenc (*Buxo-Quercetum pubescentis*), tot i que a causa de l'acció antròpica mencionada han estat substituïdes per pinedes de pi roig (*Hylocomio-Pinetum sylvestris*) allà on s'ha restablert el bosc. Aquestes pinedes també són dominants en cotes superiors a 1.300 m, al costat d'algunes avetoses calcícoles (*Buxo-Abietetum albae*) que es troben en la transició dels dominis del pi roig i del pi negre. Les àrees de dispersió d'aquestes comunitats també han estat parcialment conreades, tot i que

els boscos més frondosos de les vessants obagues no han estat aclarits amb tant ímpetu ja que el sostre altitudinal del conreu és més baix en aquests espais amb una menor insolació i major persistència de les gelades. El domini de les coníferes continua muntanya amunt en els límits de les comunitats forestals, representat per les pinedes de pi negre (*Pulsatillo-Pinetum uncinatae*) amb exemplars que s'enfilen a alçades inversemblants sobre les parets calcàries de tot el parc.

A causa de l'efecte de barrera orogràfica que efectuen les diverses serralades i massissos, a l'interior del parc la varietat de microambients és enorme, i tanmateix a grans trets les precipitacions i la rigorositat de la temperatura vénen donades per l'orientació de les diverses valls i l'altitud dels diferents estatges. La influència mediterrània amb les nuvolades provinents de llevant, sobretot a la tardor, marquen els màxims pluviomètrics del sector inclòs a l'Alt Llobregat. Allà on arriba la influència atlàntica, al nord de la serralada, la distribució dels mesos de pluja es reparteix més equitativament de primavera a tardor, tot i que destaca el baix índex pluviomètric a la conca de la Cerdanya. Finalment el sector sensiblement més eixut es concentra en la vall de Lavansa, disposada de llevant a ponent (taula 2.4). A la diversitat d'influències a causa de l'entrada dins les valls d'unes adveccions o d'altres, cal afegir la gradació altitudinal que augmenta la precipitació en alçada, molt evident en els registres de La Molina, alhora que disminueixen les temperatures mitjanes i s'extrema el descens de les mínimes.

Taula 2.4: Precipitacions i temperatures del municipis del Parc Natural del Cadí-Moixeró. Mitjanes mensuals i anuals

Població		Mesos												Any
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Alp	mm	20,0	27,0	47,0	46,0	73,0	53,0	61,0	74,0	64,0	51,0	20,0	44,0	580,0
	°C	2,1	3,4	6,8	10,2	13,0	16,4	19,1	18,8	15,8	11,6	5,9	1,4	
1.159 m	mm	93,9	46,3	55,7	89,6	90,4	92,6	58,9	116,3	35,9	76,0	94,6	35,8	886,0
	°C	2,0	3,1	5,9	8,3	12,6	15,8	19,0	18,8	15,8	10,9	5,7	2,3	
Bagà	mm	34,0	32,4	69,9	65,2	96,4	94,8	57,1	82,4	99,1	84,5	61,0	60,3	837,1
	°C	1,4	2,5	5,3	7,7	12,0	15,2	18,4	18,2	15,2	10,3	5,1	1,7	
962 m	mm	27,3	46,4	92,6	92,4	107,5	76,8	46,4	76,0	107,2	60,4	101,8	117,9	952,7
	°C	0,7	1,1	2,8	4,5	8,7	12,7	16,0	15,4	13,8	9,4	3,4	1,7	
1.339 m	mm	34,0	32,0	87,0	94,0	113,0	74,0	51,0	78,0	116,0	84,0	95,0	85,0	943,0
	°C	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Vallcebre	mm	69,8	57,7	81,7	108,7	148,9	142,8	102,5	117,2	127,0	103,2	126,1	79,1	1264,7
	°C	-1,5	-1,4	0,5	2,8	6,9	10,6	13,9	13,7	11,1	6,7	2,0	-1,7	
1.500 m	mm	34,8	46,4	59,4	69,6	104,5	108,9	87,4	118,9	88,8	68,6	50,7	67,3	905,3
	°C	2,1	3,2	6,0	8,4	12,7	15,9	19,1	18,9	15,9	11,0	5,8	2,4	
La Pobla de Lillet	mm	25,0	33,0	35,0	55,0	75,0	73,0	44,0	85,0	73,0	36,0	48,0	54,0	636,0
	°C	2,2	4,1	8,6	10,8	14,0	18,0	20,7	20,1	16,9	12,2	6,8	3,2	
700 m	mm	21,0	27,0	46,0	74,0	83,0	68,0	62,0	74,0	75,0	49,0	62,0	77,0	718,0
	°C	1,3	3,0	5,2	8,8	12,5	16,2	20,3	19,8	17,8	12,6	6,2	3,4	
989 m	mm	21,0	27,0	46,0	74,0	83,0	68,0	62,0	74,0	75,0	49,0	62,0	77,0	718,0
	°C	1,3	3,0	5,2	8,8	12,5	16,2	20,3	19,8	17,8	12,6	6,2	3,4	

Font: MOLINA, 1996

(*) no hi ha dades

L'origen de la major part dels camps que avui en dia es poden observar, se situa en el creixement demogràfic i l'evolució de l'agricultura catalana al segle XVIII. La millora de les condicions de vida respecte a anys anteriors, a causa de la possibilitat de la població camperola de conrear allò que consideressin més rendible i adaptat a les seves necessitats per tal de crear un excedent amb el qual poder mercadejar, i l'accés a les terres comunals dels camperols sense propietats, provocà un increment de la superfície cultivable al voltant dels pobles en forma de taca d'oli que s'estenia pels vessants de les muntanyes circumdants amb la roturació de les terres mitjançant la construcció de feixes que permetien reduir el fort pendent de la muntanya. Gran nombre d'aquestes impressionats graderies de camps que es troben dins el Parc, la seva perifèria i en general a tot el Pirineu, foren creades per aquesta massa de camperols sense terra que van millorar el seu estatus.

Metodologia

Les hipòtesis de treball sobre les quals s'ha basat el treball de SORIANO (1994) han estat: la relació que existeix entre el nombre d'habitants de l'indret i la superfície conreada ha variat al llarg del temps; existeix una relació entre el procés d'abandonament de camps i els diversos paràmetres relatius al medi físic; en cessar la pressió antròpica sobre el territori, es produeix una evolució que implica l'establiment d'una successió vegetal relacionada amb el temps cronològic i, relacionada amb aquesta, es produeix una variació en la fertilitat del sòl.

Per validar aquestes hipòtesis l'autor ha elaborat una extensa cartografia temàtica que ha servit de base al treball de camp i de laboratori. Així doncs, ha produït el mapa topo-hidrogràfic, amb corbes de nivell equidistants 20 metres, i hi ha sobreposat la xarxa hidrogràfica; el mapa litològic, agrupant les distintes formacions geològiques en tipus litològics a través d'un procés de síntesi en funció de les característiques físiques dels materials (duresa i resistència a l'erosió); el mapa hipsomètric, complementari del topogràfic, facilita la visió immediata de la distribució altitudinal del territori i està realitzat en intervals de dos-cents metres; el mapa d'orientacions, dividit en vuit classes (NNW-NNE, NNE-ENE, ENE-ESE, ESE-SSE, SSE-SSW, SSW-WSW, WSW-WNW, WNW-NNW), serveix de base per treballar les macroorientacions (orientació principal de tot vessant) i microorientacions (cada porció de territori que presenta una orientació determinada, diferent de les veïnes); el mapa de pendents, amb les categories que estableix la classificació utilitzada pel Ministerio de Agricultura per a la Capacidad Agrológica de los Suelos de España (taula 2.5).

Taula 2.5: Distribució de l'estudi (municipi de Tuixén) per pendents

<i>morfologia</i>	<i>pendent en %</i>	<i>pendent en graus</i>	<i>superfície absoluta (ha)</i>	<i>superfície relativa (%)</i>
<i>pla</i>	<3	0-1,7	7,67	0,21
<i>pendent suau</i>	3-10	1,7-5,7	61,45	1,68
<i>pendent moderat</i>	10-20	5,7-11,3	229,75	6,30
<i>pendent fort</i>	20-30	11,3-16,7	413,78	11,35
<i>pendent molt fort</i>	30-50	16,7-26,5	1230,77	33,77
<i>escarpament</i>	>50	>26,5	1702,01	46,69
<i>Total</i>			3645,41	100

Font: SORIANO, 1994

La determinació dels usos del sòl, i molt especialment els usos agrícoles actius i passats, ha estat realitzada a partir de les fotografies aèries de 1957 i de 1988. El procediment de treball ha estat reconèixer els usos a partir d'aquestes fotografies aèries i traspassar-ne el seu perímetre a l'ortofotomapa. Un cop completat cada full s'ha procedit a la seva digitalització.

Per escollir els punts de mostreig van utilitzar dos criteris: estat de regeneració i orientació. En funció d'aquests dos criteris es van cercar àrees pilot que fossin comparables entre si i mínimament representatives del conjunt. Partint d'aquestes premisses es van localitzar tres àrees orientades a solana, a obaga i a llevant-ponent, i dues més a molta alçada i en camps actius en l'actualitat, respectivament. Dins de cadascuna de les àrees s'han mantingut discriminats els diferents tipus de camps, que en total són una vintena, per a cadascun dels quals es van extreure cinc mostres de la part superficial del sòl, sense distingir-ne horitzons, fins a un màxim de 15 centímetres, la qual cosa implica un total de cent mostres de sòl.

Per tot el que fa referència al treball de laboratori amb les mostres de sòl recollides en el treball de camp s'ha utilitzat la metodologia de COBERTERA (1993). Per preparar les mostres per fer les proves analítiques s'han secat i posteriorment se n'ha trencat l'estructura i s'ha tamisat amb sedàs de 2 mm (ja que aquest és el diàmetre màxim que pot tenir una partícula perquè els seus continguts en nutrients siguin aprofitats per les plantes). Els paràmetres químics que analitzats han estat el pH, la quantitat de matèria orgànica, el fòsfor, el potassi, els carbonats totals, el calci actiu, el nitrogen, la relació carboni nitrogen (C/N) i la fertilitat química (com a combinació equilibrada de fòsfor, potassi i matèria orgànica). Aquestes dades han estat ponderades en funció de la profunditat del sòl i del percentatge de terra fina (< 2mm). La taula 2.6 reflecteix les tècniques utilitzades per a determinar cadascun dels paràmetres.

Taula 2.6: Mètodes d'anàlisi de les mostres de sòl al municipi de Tuixén

<i>Paràmetre</i>	<i>Mètode de determinació</i>
<i>ph</i>	<i>pH a l'aigua a 1/2,5 p/v</i>
<i>Matèria orgànica</i>	<i>Walkey i Black per a valorar el carboni orgànic</i>
<i>Fòsfor</i>	<i>Olsen-Watanabe</i>
<i>Potassi</i>	<i>Acetat amònic 1N a ph 7,0</i>
<i>Carbonats totals</i>	<i>Calcímetre de Bernard</i>
<i>Calci actiu</i>	<i>Drouineau</i>
<i>Nitrogen</i>	<i>Kjeldhal</i>
<i>Relació C/N</i>	<i>(MO/1,72)/%Nt</i>
<i>Fertilitat</i>	<i>Classificació de la fertilitat (mètode Cobertera)</i>

Font: SORIANO, 1994

Els usos del sòl, dibuixats en forma de polígons sobre els ortofotomapes 1:5.000, han estat digitalitzats amb el software Acad12 i posteriorment els hi han donat estructura topològica amb el SIG ArcInfo®. El Model Digital d'Elevacions (MDE) ha servit per construir els mapes de pendents i orientacions. Les anàlisis estadístiques han estat efectuades a tres nivells, tot ells sobre relacions binàries: en primer lloc s'ha efectuat una anàlisi de variances, en segon lloc s'ha aplicat el test d'independència del χ^2 (ji quadrat) i, derivat d'aquest darrer, s'ha efectuat una anàlisi de residus.

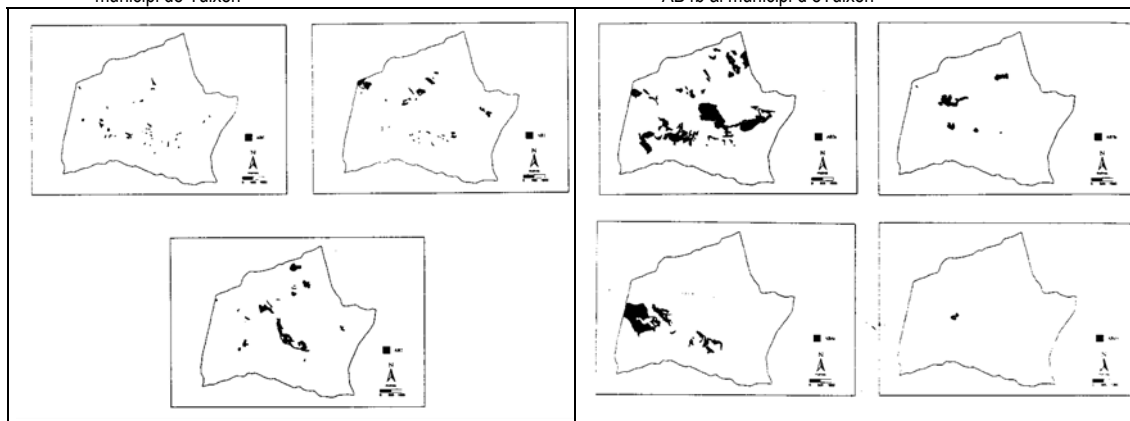
Fins aquí s'ha descrit la metodologia comuna que han seguit els dos treballs, però a més d'aquesta, MOLINA (1996) ha elaborat un mapa de radiació mitjana anual a partir dels mòduls OMBRA10 v.1.3. i INSOLDIA v.1.0., del SIG Miramon, sobre l'MDE. També ha elaborat una fitxa de camps abandonats, on consta el tipus de vegetació, les mostres dendrocronològiques, la morfologia del camp, el pendent, la textura del sòl, la reacció a l'àcid clorhídric, els processos erosius i la pedregositat; i un fitxa de processos erosius per als polígons d'erosió que es distribueixen per tota la superfície del parc.

Resultats

A partir de la metodologia descrita s'ha elaborat una tipologia del camps abandonats a Tuixén que consta de set categories diferents. Per simplificar-ho, s'ha aplicat a cada tipus de camp un codi que té les lletres AB (d'abandonat), seguida d'una xifra (del zero al quatre)

que reflecteix el grau progressiu d'abandonament (fig. 2.23 i 2.24). La superfície que ocupa cadascun dels diversos estadis es reflecteix a la taula 2.7.

Fig. 2.23: Localització dels camps abandonats AB0, AB1 i AB2 al municipi de Tuixén Fig. 2.24: Localització dels camps abandonats AB3a, AB3b, AB4a i AB4b al municipi de Tuixén



Font: Reproduït de SORIANO, et al., 1994

Font: Reproduït de SORIANO, et al., 1994

AB0, camps recentment abandonats: han deixat de ser dallats i tampoc no entren els ramats des de fa entre 2 i 10 o 12 anys. El seu perímetre és totalment identificable i en molts casos serien fàcilment recuperables.

AB1, camps amb bosquina de *Genista scorpius*: al cap d'uns quants anys d'haver-se deixat de tenir cura d'un camp, l'argelaga comença a estendre's de forma progressivament més ràpida, junt amb altres plantes punxoses, com l'arç i les gavarreres. Si el bestiar hi pastura se'n menja els brots tendres, per la qual cosa el pastor periòdicament crema aquestes parcel·les, tot i que a l'actualitat aquesta pràctica està expressament prohibida.

AB2, camps amb bosquina mixta de *Genista scorpius* i *Buxus sempervirens*: ja que el creixement d'aquest arbust és molt més lent que el de l'argelaga, quan aquest assoleix un cobriment del 50% es considera un estadi de maduresa superior.

AB3, camps amb bosquina mixta de *Genista scorpius* i *Buxus sempervirens* i arbreda: a) de *Pinus sylvestris*; b) de *Quercus pubescens*: sense arribar a poder parlar de bosc, ha començat a aparèixer arbres de forma significativa. El primer subtipus és la categoria més estesa i es tracta de boscos que repoblen indrets anteriorment ja ocupats per pi roig i de pinedes de substitució de la roureda. El segon subtipus ocupa una extensió molt més reduïda i és producte del rebrotament de les arrels i no pas d'un creixement a partir de llavors.

AB4, camps amb bosc: a) de *Pinus sylvestris*; b) de *Quercus pubescens*: aquest és l'estadi final de l'evolució de la vegetació sobre una parcel·la. L'únic vestigi que queda dins d'aquestes formacions vegetals dels antics camps solen ser restes de parets de feixes. És possible que alguns d'aquests boscos siguin pinedes secundàries de substitució de la

roureda, ja que hi ha força roures barrejats, tot i que no han detectat en cap cas una situació de substitució progressiva. Les rouredes, ja siguin pures o amb una certa barreja de pi roig, ocupen una superfície molt més petita.

Taula 2.7: Superfície dels diferents tipus de camps abandonats i actius al municipi de Tuixén

Tipus	Superfície (ha)	% respecte al total de camps ab.	% respecte al total de Tuixén
AB0	18,3	2,4	0,5
AB1	55,7	7,2	1,5
AB2	94,9	12,2	2,6
AB3a	361,0	46,6	9,9
AB3b	56,0	7,2	1,5
AB4a	184,8	23,8	5,0
AB4b	4,8	0,6	0,1
Actius	140,0	-	3,8
<i>Total històricament conreat:</i>			
	916,7		25,1

Font: Reproduït de SORIANO, et al., 1994

Pel que fa a l'estudi de l'erosió en el conjunt del Parc Natural, ha estat subdividit en funció de les variables que en denoten la seva existència: erosió dins dels camps (o poligonal) i erosió suprapoligonal. Dins del primer bloc s'ha classificat en escolament superficial difús (erosió laminar), escolament superficial concentrat (microxaragalls i xaragalls), moviments en massa de baixa intensitat (lliscaments i esllavissades de talús o muret) i erosió provocada directament per l'acció humana i les seves activitats (erosió antròpica i erosió dels ramats). El segon bloc es classifica en moviments de massa (solifluxió, colades de fang, esfondraments rotacionals: cops de cullera, lliscaments traslacional, bolcades, desprendiments, allaus d'arrossegalls i allaus de neu), badlands i xaragalls, erosió de la xarxa hidrogràfica i erosió antròpica.

2.2.4. Altres grups

En aquest apartat s'analitza el treball de diferents grups de recerca que desenvolupen la seva tasca en la façana mediterrània. Les diverses àrees d'estudi tenen en comú un règim de precipitacions molt escasses, que condiciona la successió vegetal que es dona en els camps de conreu abandonats, així com els processos erosius que s'hi desenvolupen. A grans

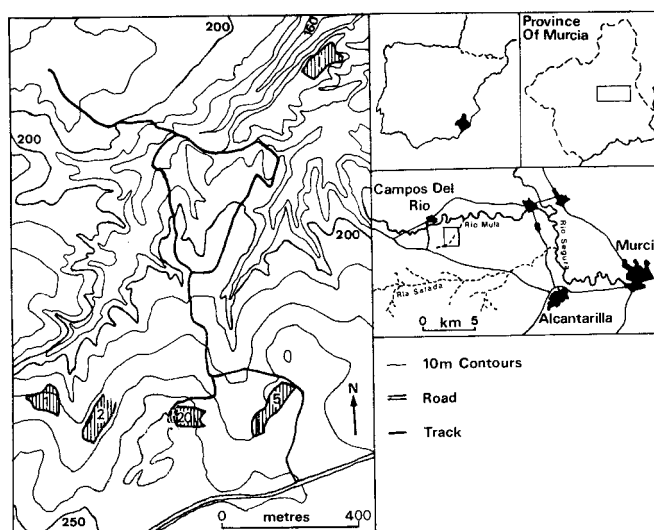
trets es poden distingir dues zones geogràfiques dins d'aquesta àrea: la més meridional, que comprèn la meitat sud de la província d'Alacant, Múrcia i Almeria, i la més septentrional, amb la resta del País Valencià.

Àrees d'estudi

- Rambla Cañada Honda

Aquest curs, tributari del riu Mula, a la conca del Segura, incideix en una litologia margosa, sobre la qual s'han desenvolupat *Regosols* calcaris. La tectònica regional ha aixecat i basculat els estrats, i l'erosió diferencial ha excavat les roques més toves i ha donat lloc a un paisatge aixaragallat (fig. 2.25).

Fig. 2..25: Capçalera de Rambla Cañada Honda



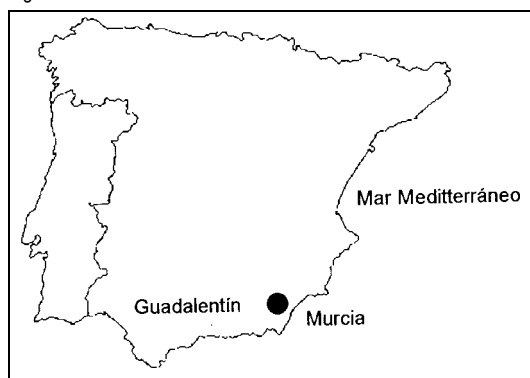
Font: Reproduït de FRANCIS, 1986

A la regió, la temperatura mitjana anual és de 18⁰C, amb mitjanes mínimes al gener de 6,5⁰C i mitjanes màximes a l'agost de 32,4⁰C. La precipitació mitjana anual és inferior als 300 mm, amb el mes d'octubre com a més plujós (51,6 mm de mitjana), i tan sols el 9,2% de la precipitació els mesos de juny a agost, el que sumat a les altes temperatures crea una forta tensió hídrica per a les plantes. La regió pertany al pis bioclimàtic termomediterrani, amb una vegetació de pastures i diversos tipus de bosquines.

L'ús del sòl més estès és l'agricultura de secà, tot i que també hi ha pastoreig i cacera. La major part del territori està afeixat per al conreu del cereal (blat i ordi) i per plantar oliveres i ametllers. La sequera ha fet que moltes terres de conreu s'hagin deixat en guaret, on hi pasturen cabres i ovelles una o dues vegades per setmana.

- Part alta de la conca del riu Guadalentín

Fig. 2.26: Conca del riu Guadalentín



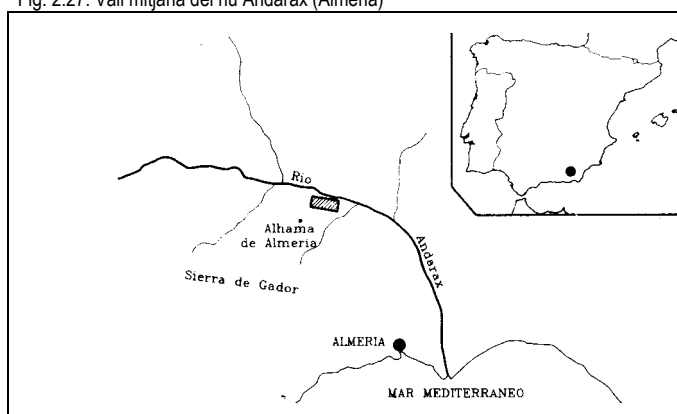
Font: Reproduït de CERDÀ, et al. 1994

El substrat està constituït per una alternança de calcàries i margues, sobre les quals s'ha desenvolupat un sòl de tipus *Leptosol*, amb un paviment de pedres en superfície i un horitzó petrocàlcic a escassa profunditat (20 cm). A las *cuestas* els sòls encara són més pobres, incloent-se dins dels *Regosols*, amb una cobertura vegetal inferior al 50% (fig. 2.26).

El clima es caracteritza per les reduïdes precipitacions, la seva irregularitat, l'existència de sequeres importants i de precipitacions extraordinàries de gran volum i intensitat. La precipitació mitjana anual és de 275 mm, amb un màxim a la primavera (42%) i un segon a la tardor (32%), i la taxa d'evapotranspiració potencial anual estimada és de 800 mm anuals, tres vegades superior a la precipitació.

- Vall mitjana del riu Andarax

Fig. 2.27: Vall mitjana del riu Andarax (Almeria)



Font: Reproduït de FERRE, et al. 1994

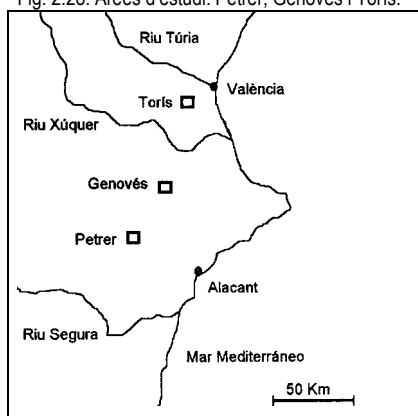
El relleu de la zona d'estudi es caracteritza pels primers nivells de turons que s'elevan per sobre de l'actual plana al·luvial, retallats per barrancs de poca entitat amb pendents entre el 10 i el 50%. Els conreus van ser-hi presents de forma discontinua fins a la dècada dels

quaranta, quan van ser definitivament abandonats. Els sòls dels vessants són *Cambisols* càlcics molt erosionats per aixaragallament difús sever i per reptació moderada (fig. 2.27).

Les condicions climàtiques són difícils: 250 mm de precipitació anual, amb un temperatura mitjana anual de 17,5°C. La caracterització climàtica de la zona correspon al macroclima mediterrani, xeròfitic oceànic, amb un pis bioclimàtic termomediterrani inferior semiàrid.

- País Valencià

Fig. 2.28: Àrees d'estudi: Petrer, Genovés i Torís.



Font: Reproduït de CERDÀ, 1994

Les zones seleccionades en l'estudi han estat Petrer, Genovés i Torís, al País Valencià (fig. 2.28). El clima és mediterrani amb estius secs i precipitacions màximes a la tardor, amb fortes irregularitats interanuals, elevades taxes d'evapotranspiració, sequeres recurrents i esdeveniments de grans intensitats i volums de precipitació. A Petrer la precipitació mitjana anual és de 350 mm, per 465 de Torís i 688 de Genovés. En els tres casos les temperatures màximes mitjanes són el mes d'agost (25,7°C, 23,5°C i 26,7°C, respectivament) i les mínimes mitjanes el mes de gener (5,6°C, 5,9°C i 9,9°C).

Metodologia

La metodologia que han utilitzat cadascun dels grups de recerca que s'analitzen en aquest apartat són força diverses, per la qual cosa es detallen per separat, seguint l'ordre en el qual han estat descrites les àrees d'estudi.

- Rambla Cañada Honda

Per examinar la successió ecològica en camps abandonats de secà s'han seleccionat quatre camps que s'havien deixat en guaret durant un, dos, cinc i vint-i-cinc anys, i un darrer del que es desconeix el temps d'abandonament. Dins dels camps es delimita una àrea de 25 m per 25 m amb estaques, i dins d'aquesta se seleccionen 20 quadrícules d'1 m² a l'atzar, que són visitades un cop per mes per tal d'estimar-ne el percentatge de cobertura vegetal, el sòl nu i la fullaraca/rostoll. També es compten totes les espècies presents i el nombre de plantes individuals de les espècies més abundants. Per completar aquestes referències es van recollir dades de precipitació, infiltració i erosió, i per estudiar la quantitat d'aigua en el sòl es van prendre mostres durant l'any en transectes perpendiculars a les corbes de nivell cada 4 m, en superfície (0 a 4 cm) i en profunditat (30 a 34 cm), que es van pesar abans i després d'assecar-les en un forn a 105°C durant vint-i-quatre hores. Per últim es va mesurar la densitat real dels sòls de cada camp i es van presentar la quantitat d'aigua en el sòl com a percentatge volumètric.

En una altra experiència a la mateixa zona es van instal·lar un pluviòmetre a cada camp per quantificar la precipitació. La infiltració es va mesurar amb un infiltròmetre cilíndric en cinc punts de cada àrea de 4m² per tal d'examinar la variabilitat dins d'una àrea petita i entre diferents àrees. Per mesurar el grau d'humitat dels sòls es van prendre mostres de superfície i a 10 cm de profunditat amb infiltròmetre de cilindre. La regadora es va utilitzar per mesurar la taxa d'infiltració en intensitats fortes de tempesta, sobre una àrea de 0,1134 m² delimitada per un cercol de metall. Van recollir l'escolament després de cada experiment i van calcular la taxa d'infiltració restant l'escolament produït del total d'aigua vessada en l'experiència. L'erodibilitat relativa del sòl es va calcular mesurant la quantitat de sediment en 300 ml d'aigua d'escolament (g/m²).

La darrera experiència descrita en aquesta zona estudia les propietats edàfiques i de la vegetació. Primer s'ha analitzat la cobertura vegetal, el magatzem de fullaraca total present, com a indicador de l'entrada potencial de matèria orgànica al sòl, i taxa de descomposició del cotó, com a indicador comparatiu de la descomposició de biomassa entre els diferents camps. També s'ha analitzat els diferents tipus de superfície del sòl, la seva estructura, referida a l'estat d'agregació, i el contingut en matèria orgànica. A cada camp es van localitzar 16 quadrats de mostreig sistemàtic de 0,5 per 0,5 m, on es va dur a terme l'estudi de la vegetació i del tipus de superfície. L'anàlisi de la distribució de mides d'agregats

es va fer a través d'un tamisatge en sec, separant les fraccions 0-1, 1-2, 2-4, 4-5, 5-8, 8-10 i 10-20 mm. El contingut en matèria orgànica es va mesurar amb el mètode de combustió en medi àcid i valoració amb sal de Mohr.

- Part alta de la conca del riu Guadalentín

Estudien la pèrdua de sòl i aigua amb experiències amb simulació de pluja per tal d'eliminar l'heterogeneïtat de la pluja natural i generar una àmplia base de dades en un reduït període de temps. El simulador utilitzat ha estat de tipus pulveritzador, amb una intensitat de la pluja de 46,86 mm·h⁻¹ durant 30 minuts, prenent mostres d'escolament cada minut, i de sediments entre 2 i 4 vegades. També es van determinar visualment l'inici d'embassament (40% de la superfície) i el de l'escolament.

La qualitat dels agregats del sòl es mesura amb dos mètodes: a) distribució de la mida dels agregats en les classes texturals següents: >25, 25-16, 16-8, 8-4, 4-2, 2-1, 1-0,25, 0,25-0,106, <0,106 mm per a la macroagregació, i >100, 100-88, 88-75, 75-63, 63-53, 53-44, 44-37, 37-32, 32-26, 26-22, 22-19, 19-16, 16-11, 11-8, 8-4, 4-2, <2 micres, per a la microagregació; b) estabilitat d'agregats pel test per goteig, consistent a seleccionar agregats de 4-4,8 mm humits a pH 1 durant 24 hores, per quantificar posteriorment el nombre d'impactes necessaris per trencar l'agregat, la qual cosa es determina quan aquest pot travessar un tamís amb una llum de 2,8 mm.

- Vall mitjana del riu Andarax

La fotografia aèria i el treball de camp han servit per escollir 9 parcel·les, seguint criteris de situació i d'edat d'abandonament. De cadascuna s'ha pres informació de les seves característiques, analitzant els processos geomorfològics dominants i distingint-ne els ambients erosius de les feixes. Es van prendre mostres de sòls per conèixer el percentatge de grava, sorra, llim i argila, la classe textural, i el contingut en matèria orgànica, carbonats i sals. Per acabar s'han fet inventaris de vegetació per observar la dinàmica en la colonització dels antics camps de conreu.

- País Valencià

En cadascuna de les tres terrasses seleccionades han realitzat cinc experiments amb pluja simulada. Les característiques dels xàfecs es van mantenir en totes les proves (intensitat: 55 mm·h⁻¹), així com les mesures preses: temps d'embassament, d'escolament superficial, fi de l'escolament, etc. Només es va modificar la duració dels experiments en els

quals l'escolament era molt reduït o inexistent, on la pluja es va mantenir durant 60 minuts. Les mesures de cabal es van prendre cada minut, i la concentració de sediments i la conductivitat elèctrica cada 10 minuts.

Les dades d'escolament reals són ajustades per mínims quadrats a l'equació de Horton, que aporta tres paràmetres fonamentals per a l'estudi de la infiltrabilitat dels sòls:

$$i = f_c - (f_o - f_c) e^{-\alpha t}$$

On:	i=	taxa d'infiltració instantània
	f _c =	infiltració final o constant
	f _o =	infiltració inicial
	t=	temps
	α=	decaïment exponencial de la taxa d'infiltració (i)

Resultats

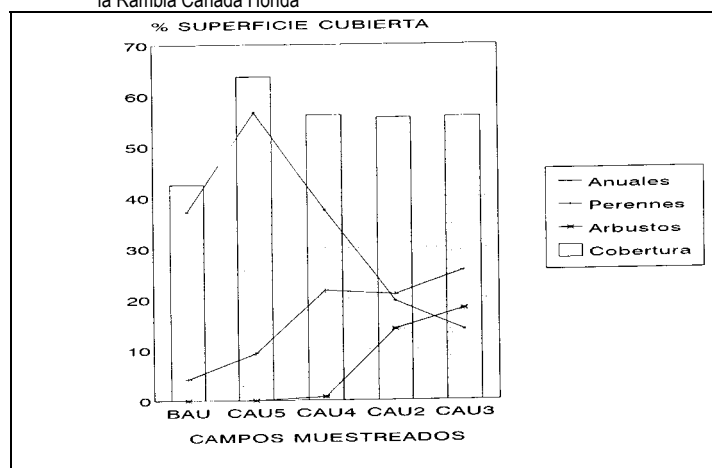
- Rambla Cañada Honda

Les variacions de la vegetació en els camps de conreu abandonats es produeixen tant de forma estacional com a llarg termini. Pel que fa a aquestes últimes, tal i com és d'esperar, el percentatge de cobertura vegetal és més gran en les parcel·les amb més temps d'abandonament, tot i que els valors no arriben a ser en cap moment de l'any superiors al 50%.

Les plantes que donen més cobertura al camp amb un abandonament més antic van ser *Artemisia* sp. (22%), *Stipa parviflora* (5%), *Plantago ovata* (3%), *Brachypodium retusum* (3%) i *Lygeum spartum* (3%), destacant el fet que les tres darreres no havien aparegut en els altres camps. El camp amb 20 anys d'abandonament estava cobert principalment per *Teucrium capitatum* (8%), *Thymelaea hirsuta* (5%) i gramínies (4%); en el camp abandonat fa 5 anys predominen *Artemisia* sp. (7%), *Thymelaea hirsuta* (4%) i *Teucrium capitatum* (3%), i en els camps amb 1 i 2 anys sense treballar la cobertura era essencialment herbàcia.

Després de l'abandonament, la vegetació colonitza el sòl, de forma que al cap d'un o dos anys la cobertura assoleix el 25%, però el percentatge de cobertura s'estanca en aquest valor durant bastants anys fins arribar al 44% dels llocs més favorables. Tot i aquest estancament hi ha un canvi en la composició, que passa d'una comunitat dominantment herbàcia en els primers anys, a una comunitat arbustiva i llenyosa després dels primers cinc anys.

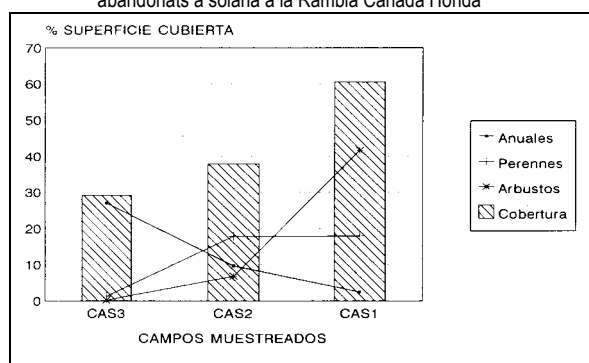
Fig. 2.29: Evolució de la cobertura per tipus de vegetals en camps abandonats a obaga a la Rambla Cañada Honda



Font: Reproduït de MARTÍNEZ, et al., 1994

L'evolució dels tipus vegetals a l'obaga depenent de l'edat d'abandonament mostra tendències clares: la progressiva disminució de les plantes anuals i un comportament oposat en les herbàcies perennes i en els arbustos, aquests últims amb un cert retard respecte a la vegetació herbàcia perenne (fig. 2.29).

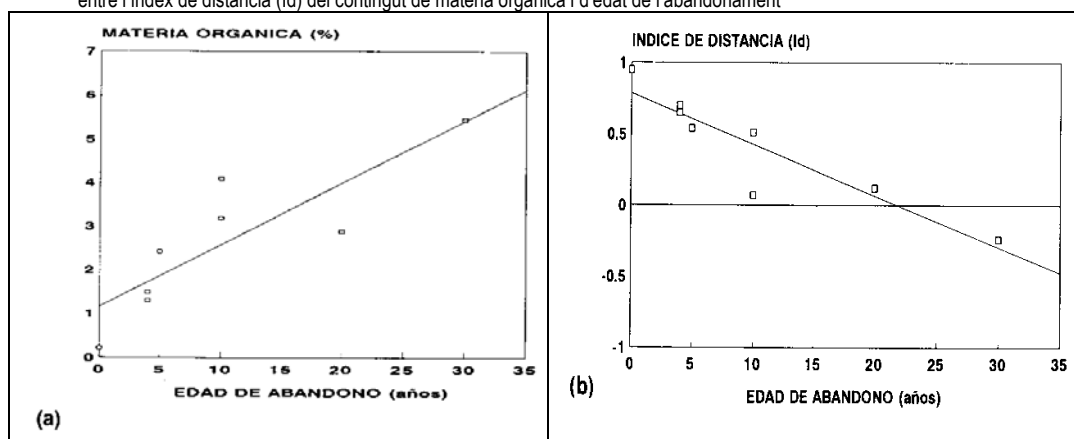
Fig. 2.30: Evolució de la cobertura per tipus de vegetals en camps abandonats a solana a la Rambla Cañada Honda



Font: Reproduït de MARTÍNEZ, et al., 1994

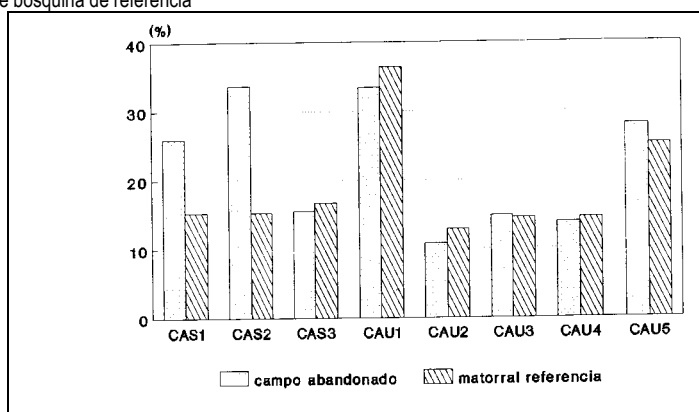
En els camps abandonats a la solana el comportament apunta cap a una substitució progressiva de les espècies anuals per la vegetació perenne i arbustiva, encara que els valors absoluts assolits són menors (fig. 2.30). L'elevat grau de cobertura en un dels camps podria estar relacionat amb l'existència d'un petit llit de riu, i per tant, amb una disponibilitat hídrica més elevada. El contingut de matèria orgànica mostra una relació apreciable amb el temps d'abandonament, ja que el conreu va dur a un empobriment acusat dels sòls, quasi sempre per sota de l'1%. Els resultats mostren que, un cop aturada l'activitat agrícola, es produeix una recuperació notable d'aquesta variable, fins i tot en els primers estadis d'abandonament (fig. 2.31).

Fig. 2.31: Rambla Cañada Honda. a) Relació entre el contingut de matèria orgànica del sòl i l'edat d'abandonament dels camps. b) Relació entre l'índex de distància (Id) del contingut de matèria orgànica i d'edat de l'abandonament



Font: Reproduït de MARTÍNEZ, et al. 1994

Fig. 2.32: Rambla Cañada Honda. Comparació en el percentatge de macroagregats (>20 mm) entre els diferents camps abandonats i les seves àrees de bosquina de referència



Font: Reproduït de MARTÍNEZ, et al., 1994

La comparació de la corba d'agregats fins de cada un dels camps abandonats amb les seves respectives àrees de bosquina de referència, mostra una gran similitud en quasi tots els casos, i pel que fa als macroagregats (fracció més gran de 20 mm) hi ha un comportament similar. Per tant, la similitud entre l'agregació dels diferents tipus de camps abandonats en relació a l'estat de les àrees de bosquina, fa pensar en una evolució favorable de l'estructura després de l'abandonament (fig. 2.32).

- Part alta de la conca del riu Guadalentín

La distribució espacial de la pedregositat està clarament relacionada amb la posició geomorfològica, i els sòls que tenen una massa de matriu més gran, i per tant d'agregats, són els més afectats directament per l'home, si bé en proporció els seus agregats són de mides més reduïdes que els trobats en la parcel·la amb pi (fig. 2.33).

Fig. 2.33: Rambla Cañada Honda. Distribució de freqüències de les mides dels agregats en diferents unitats de sòls

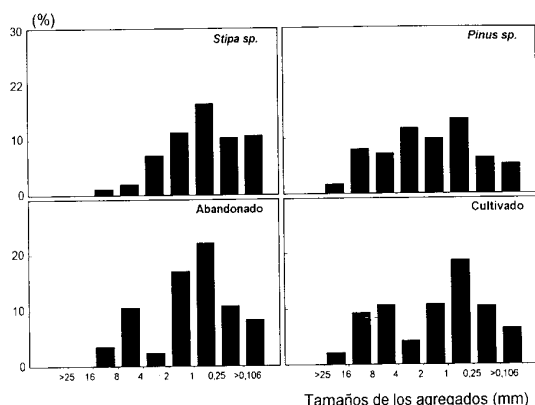
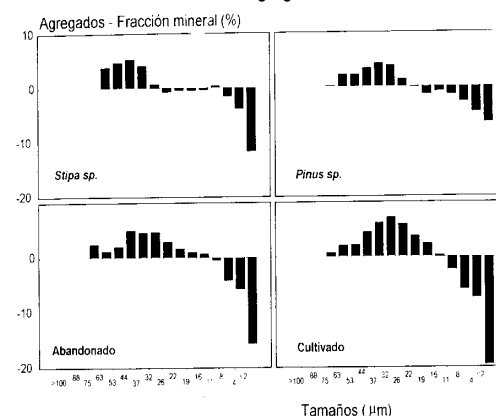


Fig. 2.34: Rambla Cañada Honda. Distribució de freqüències de les mides dels microagregats



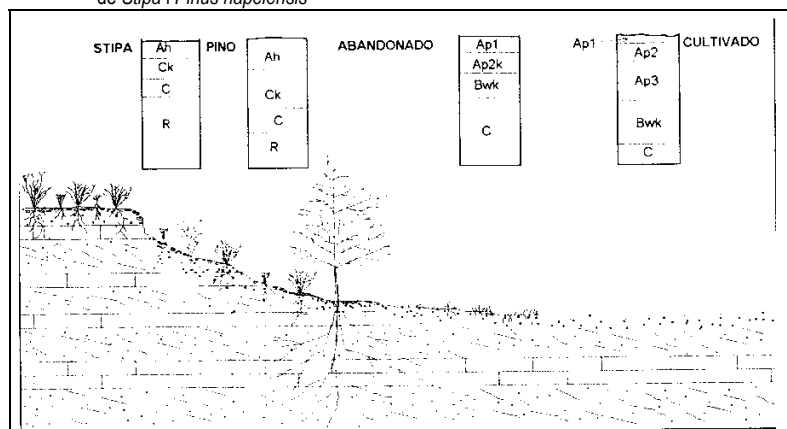
Font: Reproduït de CERDA, et al. 1994

Una altra diferència destacable és que els sòls conreats i abandonats tenen una distribució de freqüències bimodal (mides 8-2 i 1-0,25 mm), mentre que en els de *Stipa* i pi hi ha una sola moda, que comprèn les mides 1-0,25 mm.

Pel que fa a la microagregació, la situació geomorfològica afavoreix que a les parts baixes existeixi una quantitat més important d'agregats de mida inferior, i es dona el màxim, per a la fracció menor a 11 µm, en la parcel·la conreada (fig. 2.34). Per tant, el rentat de partícules més fines cap al peu de vessant, no només ha provocat un augment de la pedregositat a la part alta, sinó que també ha produït un augment de les argiles que han facilitat la formació d'agregats de mides més reduïdes. En aquest aspecte llaurar té una gran importància, ja que s'afavoreix la barreja dels horitzons superficials i subsuperficials (fig. 2.34).

La dinàmica de la colonització vegetal d'aquestes parcel·les abandonades respon de forma essencial als criteris successionalistes generals, és a dir, la migració i la implantació, depenent de la capacitat receptora de l'hàbitat, seguida per l'organització de les espècies immigrants en el nou hàbitat. La figura 2.34 esquematitza l'estructura de la vegetació a les parcel·les.

Fig. 2.34: Cañada de Cazorla. Catena en una sèrie de sòls conreats, abandonats, i amb vegetació de *Stipa* i *Pinus halepensis*



Font: Reproduït de CERDÀ, et al., 1994

- Vall mitjana del riu Andarax

A les parcel·les situades en el fons del canal domina l'erosió nul·la, amb una superfície mitjana del 79 al 83,5% de la superfície total de la parcel·la, encara que en un dels casos baixa fins al 25%, però és compensat per la superfície d'acumulació (28%). L'erosió difusa dèbil és l'única present, i encara amb percentatges molt petits. Així doncs, aquesta manca de processos erosius comporta un moderat contingut de matèria orgànica en els sòls a l'horitzó superficial (2,75-3,66%) i el desenvolupament a l'estació humida d'extenses plaques de líquens, que indiquen l'estabilitat d'aquests sòls. Aquests bancals tenen una important retenció hídrica, amb un rebliment de sòls arenosos francs (sorra 77-83%, llim 4-13% i argila 9-12%).

Les parcel·les de vessant presenten una gran dispersió de resultats en les categories geomorfològiques, però s'han establert dos grups (taula 2.8). El primer està constituït per parcel·les molt degradades en el salt i amb erosió difusa forta en àmplies àrees, que ve donada per l'escassa cobertura vegetal, o per l'alta superfície amb herbes estacionals. En el segon grup domina l'erosió nul·la, seguida per l'erosió difusa dèbil, relacionades ambdues amb una amplada de bancal més gran, amb una menor inclinació i sobretot amb una cobertura vegetal que deixa un percentatge de sòl nu molt baix.

Taula 2.8: Vall mitjana del riu Andarax: Categories geomorfològiques en els bancals de vessant

Grupo	N	D	Categorías (*)			Cobertura vegetal (*)			
			F	A	Z	T	M	H	S
1		18	19'8	31'5	30'7	50	35	15	50
	37'3		43	14'8	4'9	60	50	10	40
	15		40'16	34	10'84	95	40	55	10
	9		56	22	13	90	50	40	5
2	72'9	15	5	4'7	2'4	90	65	25	10
	70	18	5	2	5	95	70	25	5

* En % de la superfície total de la parcela.

Erosión nula	N	Total	T
Erosión difusa débil	D	Matorral	M
Erosión difusa fuerte	F	Hierbas anuales	H
Acumulación	A	Suelo desnudo	S
Cicatriz	Z		

Font: Reproduit de FERRE, et al., 1994

- País Valencià

Els sòls tenen característiques molt diferents en cada una de les zones d'estudi, tant per haver-se desenvolupat sobre litologies diferents com per haver-ho fet en zones amb diferents volums de precipitació. A Petrer els sòls són majoritàriament llimosos i les diferències que hi ha entre ells vénen donades perquè quan hi ha escolament, les textures més gruixudes es dipositen a sota dels arbusts, a causa de la disminució que aquest exerceix sobre el flux, la qual cosa dona en superfície (0-2 cm) una textura més gruixuda que en profunditat (4-6 cm) (taula 2.9). A Torís, la textura és sobretot argilosa i lleugerament més gruixuda a 5 cm de profunditat que en superfície, i la matèria orgànica en aquest cas és més abundant, especialment en superfície. A Genovés, la textura és sorrenca, tot i que a 5 cm de la superfície el sòl és lleugerament més argilosa, donat el rentat d'aquest material que es produeix en superfície i a la deposició en profunditat. Totes aquestes característiques estan directament relacionades amb la densitat del sòl, que a Petrer té un valor de 1,39 g/cm³, i a Torís i Genovés està molt proper a 1 (0,99 i 1,02 respectivament).

Taula 2.9: Vall mitjana del riu Andarax: Característiques de les superfícies

	Líquenes (%)	Musgos (%)	Plantas (%)	Pedr. (%)	Hoja. (%)	alt. veg. cm	Densidad (gr cm ³)
PETRER							
PR01T	0	0	7	0	0	3	1,54
PR02T	2	0	10	0	0	3	1,49
PR03T	0	0	24	0	10	43	1,23
PR04T	2	0	23	0	2	36	1,26
PR05T	20	1	20	30	2	16	1,43
Media	4,80	0,20	16,80	6,0	2,80	20,20	1,39
TORÍS							
TU01T	0	0	35	20	1	6	0,98
TU02T	0	0	49	10	5	24	1,10
TU03T	0	5	39	0	0	15	1,02
TU04T	0	10	48	20	0	29	0,94
TU05T	0	15	60	20	0	35	0,93
Media	0	6,0	46,20	14,0	1,20	21,80	0,99
GENOVÉS							
GE01T	0	15	65	10	10	50	1,02
GE02T	0	12	48	5	5	52	1,06
GE03T	0	21	59	10	12	56	1,09
GE04T	0	5	75	10	32	15	0,98
GE05T	0	20	45	20	30	59	1,02
Media	0	14,60	58,40	11,0	17,80	46,40	1,03

Font: Reproduït de FERRE, et al., 1994

En general, la humitat del sòl es mou en valors molt baixos, 3,98 i 5,32% de nivell màxim en superfície i subsuperficialment, la qual cosa demostra l'estat de màxima sequera del sòl. Els hidrogrames, i els paràmetres hidrològics més importants obtinguts d'ells, demostren grans diferències entre terrasses, tot i que van ser abandonades en èpoques similars. Els coeficients mitjans d'escolament varien entre 0,51 i 0, causat bàsicament per la ràpida formació de l'escolament i les baixes taxes d'infiltració d'un lloc, i l'escolament més lent i a una infiltració del 100% de l'altre.

Les taxes d'erosió són baixes per la manca quasi total d'escolament i la concentració de sediments quan aquest es dona. Una de les zones presenta taxes més elevades, precisament per la importància que adquireixen els cabals i a l'erodibilitat dels materials. L'erosió per dissolució dels materials va ser alta en els camps situats sobre les argiles del Keuper, a causa de les sals que contenen.

2.2.5. Relacions entre els grups estudiats i la proposta metodològica del present estudi

Els següents quadres reflecteixen les principals àrees d'estudi, els aspectes treballats i la metodologia emprada pels grups de recerca analitzats.

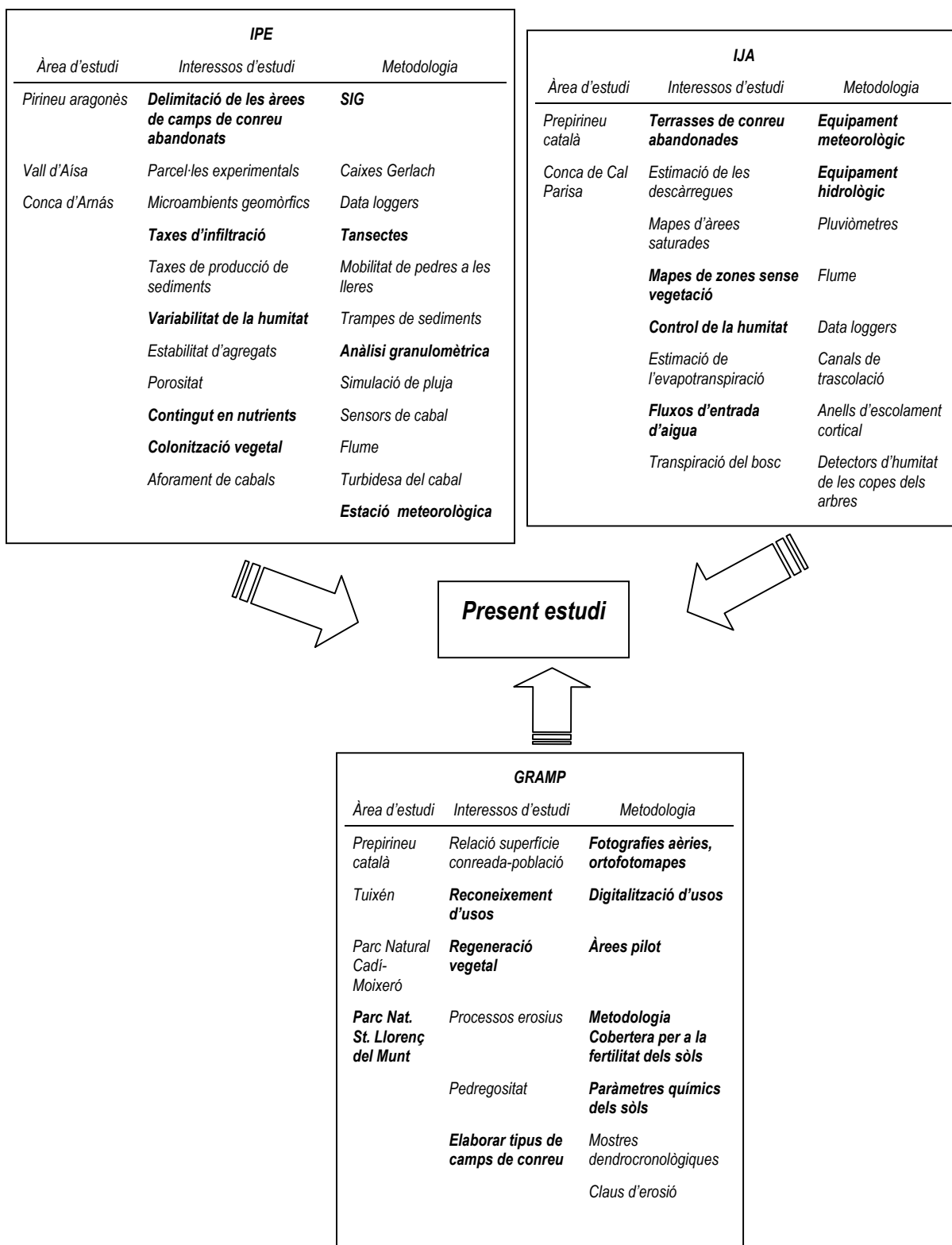
A partir de la bibliografia general i de la dels grups que han estat especialment treballats (IPE, IJA i GRAMP), s'ha escollit els aspectes que han servit per ajudar a centrar els interessos i la metodologia del present estudi, que s'han ressaltat amb *negreta* en els quadres.

De l'IPE s'ha seguit amb especial interès la delimitació d'àrees d'antics camps de conreu, com a primer pas en la construcció del model d'àrees homogènies que s'exposa en el capítol tres. També s'ha treballat en l'àmbit de la infiltració i la humitat per determinar propietats físiques dels sòls; i el contingut de nutrients i la colonització vegetal d'espais alterats per definir els canvis en la coberta vegetal de la zona d'estudi.

De l'IJA s'ha seguit en detall els treballs sobre l'abandonament de terrasses de conreu i la mapificació vegetal de les zones d'estudi. La seva bibliografia sobre els fluxos d'entrada d'aigua s'ha treballat per veure quina part de les seves formes d'estudi podia ser d'interès en aquest treball. A l'igual que amb s'ha fet amb l'IPE, s'ha estudiat el control que fan de la humitat del sòl.

Del GRAMP s'ha seguit el reconeixement d'usos, no tan sols conreus actius o abandonats, sinó que s'hi inclouen també els usos forestals classificats. Lligat a la mapificació vegetal que fan els altres grups, aquest equip ha elaborat una tipologia de camps de conreu que aquí s'ha seguit per permetre la comparació entre els estudis.

Pel que fa a les metodologies de treball que té cadascun dels tres grups, s'ha estudiat el tractament amb SIG que en fa l'IPE de les seves zones d'estudi. També s'ha valorat els estudis que fan a partir de transectes sobre el terreny, l'anàlisi granulomètrica dels sòls i el control de les dades meteorològiques. De l'IJA també s'ha estudiat el tractament de les dades meteorològiques i l'equipament hidrològic per a l'estudi dels cabals. Per últim, del GRAMP s'ha seguit la metodologia de reconeixement de les zones d'interès a partir de fotografies aèries i ortofotopames, la digitalització dels usos de les àrees pilot per al seu posterior tractament SIG. Pel que fa al camp de l'edafologia s'ha estudiat la metodologia Cobertera per a l'estudi de la fertilitat dels sòls i s'ha valorat els paràmetres químics a analitzar.



3. Material i mètodes del present estudi

La descripció metodològica està agrupada en tres apartats principals: els mètodes de gabinet, els mètodes que fan referència al treball amb els sòls i els mètodes que fan referència al treball amb les conques hidrogràfiques.

Al primer apartat es descriu la forma com han estat elaborades les àrees on s'han mostrejat els sòls, els criteris utilitzats per escollir les conques hidrogràfiques i l'elaboració de tota la cartografia que conté el treball. Als dos apartats següents s'explica com s'han recollit les mostres de sòl i d'aigües al camp, i les variables que s'han analitzat per a cadascuna d'aquestes mostres.

3.1. Treball de gabinet

El mètode descrit a continuació serveix per assolir els objectius explicats en el punt 1.3, que de forma molt sintètica és entendre els mecanismes que governen l'evolució del paisatge de muntanya, lligats al canvi d'usos que s'hi donen. El fet de treballar en una zona de muntanya mediterrània i d'abastar un territori ampli, de l'ordre de nou mil hectàrees, requereix aplicar formes d'estudi diferents de les clàssiques, on s'ha treballat escales molt grans, que aïllen unes poques variables per tal de controlar-les molt bé i estudiar-les a fons. Això té l'inconvenient de la manca de representativitat que comporten els resultats, ja que les zones d'estudi són necessàriament tan reduïdes, a causa de l'expressat aïllament de variables, que difícilment s'aconsegueixen resultats extrapolables a àrees del territori més grans, que és una de les fites d'aquesta recerca. Malgrat tot això, hi ha variables d'estudi, que es tractin a una escala o a una altra, defineixen el paisatge i s'han de tenir en compte: litologia, formes del relleu, processos erosius, alçada, clima, cobertura vegetal, etc. La diferència entre els treballs a micro-escala i el que aquí es presenta, és que en els primers

s'estudia a fons la implicació d'un element en l'evolució del paisatge, mentre que en el segon cas, el nostre, es fa a través de buscar zones de treball on gran part d'aquestes variables tinguin del mateix valor, perquè això és el que succeeix a la realitat i és el que permet acostar aquest treball al territori.

Per tant, la metodologia a utilitzar ha de complir dos requisits bàsics: discriminar el territori en funció del seu ús actual i passat, i permetre l'estudi d'una àrea suficientment gran com per ser representativa de la muntanya mitjana mediterrània.

El que s'ha descrit fins ara ha de tenir un lloc físic on dur-ho a terme, que és el ja proposat en un anterior treball (NADAL, 1997): el Parc Natural de Sant Llorenç del Munt i Serra de l'Obac. Aquesta àrea d'estudi serveix de complement a les estudiades per altres membres del grup de recerca (SORIANO, 1994; MOLINA, 2000; PÈLACHS, 2000), on es desenvolupen estudis en un línia similar, i és representativa d'un dels ambients més típicament mediterranis: la muntanya mitjana. Els vectors seleccionats per veure la incidència d'aquest canvi d'ús i de paisatge són dos: la fertilitat del sòl i la qualitat fisicoquímica de l'aigua, ja que ambdós reflecteixen situacions i dinàmiques que no sempre es veuen amb l'estudi del paisatge visual, és a dir que no sempre el que es veu (sigui una formació vegetal o l'estat erosiu d'un vessant) té una relació directa amb els processos que s'hi estan donant. És una relació fotografia *versus* fotograma: nosaltres mirem una *fotografia* del paisatge, una imatge estàtica, però en realitat el que estem veient és un *fotograma*, que no és sinó una instantània de l'evolució d'aquest paisatge.

A grans trets el procés seguit, i que es descriu acuradament més endavant, ha tingut les següents etapes:

- ✓ Cartografia de les variables d'estudi que serviran per elaborar les àrees on es realitzarà el treball de camp. Aquesta cartografia ha estat molt diversa: camps de conreu actius i abandonats, formacions vegetals predominants, geofomes, processos erosius, zones amb pèrdua de sòls, litologies, etc.; variables relatives a la insolació, com ara l'orientació i la posició geogràfica.
- ✓ Descripció de les parcel·les i de les conques hidrogràfiques, i procés de recollida de mostres en el camp.
- ✓ Estudi de la humitat dels sòls
- ✓ Estudi de la capacitat d'infiltració dels sòls
- ✓ Anàlisi de les mostres de sòl per a l'estudi de la fertilitat

- ✓ Anàlisi de les mostres d'aigua
- ✓ Explotació estadística dels resultats obtinguts i extrapolació mitjançant un Sistema d'Informació Geogràfica

3.1.1. Elaboració d'àrees homogènies per a l'estudi dels sòls

Hi ha dues tècniques comuns de mostreig utilitzades arreu: les àrees homogènies i els transectes. La primera és més apte per a treballs en zones de dimensions relativament reduïdes i permeten fer mostreigs molt més representatius de la zona estudiada, però per contra són molt laboriosos de realitzar i cal estar molt segurs que les variables que es trien són les adequades, sinó els resultats obtinguts no són vàlids, la qual cosa comporta un treball de camp previ a l'establiment d'aquestes àrees. Tal i com el seu nom indica es tracta de definir àrees, zones, parts del territori a la fi, que siguin iguals segons uns criteris establerts i que permeten que el seu estudi sigui extrapolable a la resta del territori al qual pertanyen.

En funció de les necessitats de l'estudi que es porti a terme els criteris d'homogeneïtat varien, tal com reflecteix la taula 3.1. Així, en un mostreig agrícola es dona preeminència a la història cultural de l'àrea: tipus de conreu, pràctiques de conservació, tasques agrícoles, etc.; en un mostreig forestal l'homogeneïtat es busca per l'estat del bosc: edat de la massa forestal, tipus de gestió del bosc, etc.; i si el mostreig és edafològic cal triar les variables més importants en la zona d'estudi i realitzar-hi perfils del sòl per descriure'n els horitzons. Un cop establertes les àrees, siguin del tipus que siguin, cal validar-les mitjançant un mostreig inicial que assegurí que les variables escollides realment homogeneïtzen les àrees, és a dir que el mostreig d'una àrea, o d'unes poques àrees, de cada categoria sigui representatiu del conjunt d'elles.

El segon mètode, el de transectes, consisteix en escollir una o diverses línies de mostreig sobre les quals es prenen mostres de sòl segons un criteri preestablert: canvis en la litologia, en la vegetació, en l'acidesa del sòl, en l'ús, etc. Aquesta tècnica permet mostrejar àrees de grans dimensions amb un treball de gabinet i un treball de camp previ relativament reduït. Cal disposar de cartografia de base a escales mitjanes, o bé elaborar-la, amb la qual poder traçar els transectes seguint una línia que talli les unitats més representatives del problema objecte d'estudi a la zona. Malgrat que la correcta elecció de les variables de mostreig és important, no resulta un mètode tan delicat en aquest aspecte com l'anterior, ja

que per definició no es busca l'homogeneïtzació del territori, no es parcel·la la zona d'estudi en funció de les variables escollides, sinó que es mostreja en funció dels canvis que es donen sobre la línia establerta.

Existeix la possibilitat de fer un mostreig que combini les dues tècniques. És a dir, fer àrees homogènies sobre un transecte establert, la qual cosa requereix definir les variables d'homogeneïtzació a priori, però elimina el problema que representa trobar les variables adequades per a representar tot el conjunt de la zona d'estudi.

<i>Mostreig agrícola</i>	<i>Mostreig forestal</i>	<i>Mostreig edafològic</i>
Tipus de conreu	Tipus de vegetació	Tots els anteriors més una descripció completa del perfil
Història cultural	Edat de la massa forestal	
Color	Posició topogràfica	
Pedregositat	Grau d'afectació del sòl per tasques de gestió del bosc	
Grau de desenvolupament vegetal	Pedregositat superficial	
Posició topogràfica	Factors limitants (erosió, etc.)	
Comportament davant les tasques agrícoles		
Estat de les pràctiques de conservació		
Drenatge		
Factors limitants (erosió, etc.)		

Taula 3.1: Variables per construir àrees homogènies per a l'estudi del sòl

El tipus d'estudi que es desenvolupa en aquest treball està a cavall de les tres possibilitats descrites a la taula 3.1, ja que es tracten sòls agrícoles en actiu, sòls agrícoles abandonats i sòls de zones forestals amb antiga activitat silvícola.

En començar aquest apartat metodològic ja s'ha dit que hi ha variables d'estudi que s'han de tractar de forma inexcusable, a les quals caldrà incloure'n altres en funció de les característiques particulars de la zona d'estudi. Així doncs, el primer recull de grups de variables és el que es mostra a la taula 3.2, que dona un total de 3.840 possibilitats diferents¹⁴⁶, el que és totalment inabordable en un treball de recerca que no pretén quedar-se en la descripció de les àrees, com és el nostre cas. Ja que l'objectiu general del treball és

¹⁴⁶ 10 classes de vegetació x 4 classes de litologia x 4 classes de pendent x 3 classes de geoforma x 4 classes d'orientació x 2 classes de posició geogràfica

veure les similituds i les discrepàncies que es donen en el pas del sòl d'agrícola a abandonat i posteriorment a forestal, s'ha optat per conservar per a cada variable les classes més importants, i així reduir el nombre d'àrees a mostrejar fins assolir una xifra raonable per poder treballar al camp.

Vegetació	Litologia	Pendent	Geoforma	Orientació	Situació geogràfica
Alzinar	Conglomerat	< 6°	Còncava	Nord	Sant Llorenç
Roureda	Gres	6° -12°	Convexa	Sud	l'Obac
Pineda	Materials quaternaris	12° -24°	Plana	Est	
Bosquina	Pissarres i esquists	>24°		Oest	
Pastures					
Abandonat 56 ¹⁴⁷					
Actiu 56					
Actiu 72					
Actiu 86					
Actiu 94					

Taula 3.2: Primera relació de classes establertes per a cada variable

Totes les variables seleccionades s'han de tenir en compte *a priori* per constituir àrees que siguin homogènies, és a dir, perquè no hi hagi diferències internes significatives. No es pot obviar la vegetació instal·lada en una zona a l'hora d'avaluar l'evolució d'aquella àrea, igual que no es poden comparar resultats si no es té en compte la litologia sobre la qual s'han format els sòls, ni el pendent o la geoforma per parlar d'erosió o d'exportació de nutrients del sòl, i per últim la comparació entre obagues i solanes no es fa possible sense haver tingut en compte la insolació que rep cadascuna d'elles. L'última variable de la taula 3.2, la posició geogràfica, també és necessària per poder avaluar posteriorment el possible biaix que es doni en els resultats com a conseqüència de la seva situació. Amb una nova reclassificació on s'han deixat les variables significatives s'ha passat de les més tres mil àrees de la primera aproximació a les 108 àrees homogènies definitives (taula 3.3).

¹⁴⁷ Abandonat 56: Camps de conreu abandonats abans de 1956
 Actiu 1956: Camps conreats el 1956 i abandonats abans de 1972
 Actiu 1972: Camps conreats el 1972 i abandonats abans de 1986
 Actiu 1986: Camps conreats el 1986 i abandonats abans de 1994
 Actiu 1994: Camps conreats

Ús	Litologia	Pendent	Geoforma	Orientació	Situació geogràfica
Alzinar	Conglomerat	12°-24°	Còncav	Nord	Sant Llorenç
Roureda			Convex	Sud	l'Obac
Pineda			Pla		
Bosquina					
Pastures					
Abandonat 56					
Actiu 56					
Actiu 72					
Actiu 94					

Taula 3.3: Classes definitives per a cada variable d'estudi



Foto 3.1: Alzinar (zona Coll de Tres Creus)



Foto 3.2: Roureda (Canal de les Teixoneres)



Foto 3.3: Pineda (el Sabater Vell)



Foto 3.4: Camps de conreu abandonats (el Farell)



Foto 3.5: Camps de conreu actius (Puig de la Balma)



Foto 3.6: Bosquina

Així doncs s'han mantingut les variables, però modificant-ne el seu contingut. En el grup de vegetació s'han deixat totes les variables, ja que per un costat hi ha les situacions forestals que es donen al parc: alzinar (foto 3.1), roureda (foto 3.2) i pineda (foto 3.3); per un altre les antròpiques: camps de conreu abandonats (foto 3.4) o actius (foto 3.5) i pastures; i per últim les alterades per incendis: bosquina (foto 3.6). Només s'ha eliminat un dels grups de camps (actius 86), que era del que es disposava menys informació i el salt 1972-1994 tampoc semblava desmesurat. La resta de possibilitats estan força representades i a més són necessàries per poder comparar l'evolució dels camps de conreu abandonats en el seu pas a la naturalització. Tot i això ha passat a anomenar-se *ús* perquè, de fet, el que es té en compte és la diferent culturalització que han tingut els espais, i derivat d'això la vegetació que ens ha arribat a l'actualitat.

La variable *litologia* s'ha reduït a la categoria dels conglomerats, pel que de fet deixa de ser variable, doncs es fixa a una sola possibilitat. Tal i com reflecteix el mapa 5, els materials conglomeràtics són absolutament dominants, per la qual cosa no utilitzar la resta de litologies com a categories d'aquesta variable no ha suposat una pèrdua significativa d'informació en el conjunt del territori estudiat. Pel que fa als materials quaternaris, que són fonamentalment al·luvions i col·luvions, la seva extensió, malgrat no ser important, és significativa, ja que bona part dels camps de conreu són en aquests materials. Tot i això s'ha pogut obviar el seu mostreig específic perquè aquests materials provenen majoritàriament dels conglomerats, reduint-se de fet a un únic grup litològic als efectes de la influència que tenen sobre l'evolució dels sòls.

En el grup de *pendents* no ha estat fàcil decidir-se per una reducció de classes. Al final s'ha optat per deixar exclusivament la classe 12^o-24^o per tal d'aconseguir aquesta indispensable simplificació del model. Si bé hagués estat relativament fàcil trobar àrees en

qualsevol dels diferents rangs de pendents proposats en un principi, el grup escollit engloba totes les zones de conreus i els boscos, cosa que no succeeix amb els altres. A les classes 0°-3°, 3°-6°, 6°-12° i 12°-24° hi ha la major part de camps de conreu, però no hi són ben representats els boscos, ja que aquestes zones planes van ser les més castigades per l'acció humana; i la classe que agrupa els pendents superiors al 24° no hi ha camps de conreu pel poc sòl disponible i perquè no és mecanitzable.

La següent variable són les *geoformes*, on s'han conservat les tres possibilitats, doncs una de les hipòtesis de treball (vegeu apartat 1.4) és que l'oposició concavitat-convexitat influeix en l'evolució dels sòls. Pel grup d'*orientacions* s'ha limitat a les opcions de nord i sud, com a situacions relatives de màxima i mínima insolació, eliminant les situacions intermèdies (est i oest). La tolerància que s'ha acceptat per definir una parcel·la d'estudi com a *nord* va dels 315° als 45° i com a *sud* dels 135° als 225°.

Per últim, la *situació geogràfica* general també s'ha mantingut amb l'objecte de comprovar la representativitat del mostreig per a tota l'àrea. A aquest efecte s'ha dividit l'àrea d'estudi en dues grans zones: massís de Sant Llorenç, a l'est; i serra de l'Obac, a l'oest.

Un cop establertes les àrees homogènies se'ls ha dotat a cadascuna d'un codi (taula 3.4) que les personalitza i permet la identificació dels mostreigs de camp. Aquest codi consta de set xifres, amb el següent significat: la primera xifra es correspon amb l'ús, la segona amb l'orientació, la tercera amb la geoforma, la quarta amb la situació geogràfica i les tres darreres amb un número correlatiu tal i com es van anar recollint les mostres al camp. Així per exemple, la mostra 2231014, està recollida en una àrea de roureda (2-----) amb orientació sud (-2-----), geoforma plana (--3----), a la zona del massís de Sant Llorenç (---1---) i és la número 014 del total dels mostreigs (---014).

A l'annex 8.1 hi figura la relació completa de totes les àrees treballades, amb el codi identificador, el topònim, la data del mostreig, les coordenades i l'ortofotomapa de localització, orientació, pendent i geoforma del vessant i del punt de mostreig, litologia, vegetació que la recobreix i un darrer apartat d'observacions particulars de cada àrea.

X-----		-X-----		--X----		---X--		----XXX	
1	alzinar	1	nord	1	còncau	1	Sant Llorenç	etiqueta individual	
2	roureda	2	sud	2	convex	2	Serra de l'Obac		
3	pineda			3	pla				
4	bosquina								
5	pastura								
6	ab56								
7	ac56								
8	ac72								
9	ac94								

Taula 3.4: Elaboració de codis "personalitzats" per a cadascuna de les àrees

3.1.2. Elecció de conques hidrogràfiques

La hipòtesi de la qual es parteix en aquest punt de l'estudi és que es pot utilitzar l'aigua com a vector d'informació en l'evolució del paisatge, i que les diferents cobertures vegetals produeixen nivells d'exportació de sediments i de nutrients diferents, i per tant diferents graus de protecció del sòl. Així doncs, qualsevol actuació antròpica en una conca hidrogràfica tindrà una implicació territorial que es veurà reflectida en l'aigua, i per tan podrà ser avaluada.

Les premisses per escollir les conques han estat diverses, doncs ha calgut una homogeneïtzació de variables per tal de fer comparables els resultats obtinguts:

- ✓ Que les conques siguin el més homogènies possibles d'usos
- ✓ Que la superfície de les conques sigui del mateix ordre
- ✓ Que quedin representades les cobertes vegetals i usos antròpics dominants en el parc

Dins de la primera premisa hi ha dos nivells d'homogeneïtat: el que se'n podria anomenar intrahomogeneïtat i la interhomogeneïtat. La primera fa referència a l'estat del tipus de cobertura vegetal seleccionat, doncs sovint hi ha pinedes amb sotabosc d'alzinar, bosquines de transició cap a pinedes o alzinars, etc. La segona es refereix a les diferents

cobertures vegetals que pot tenir una mateixa conca, perquè en un territori prou fraccionat com aquest és habitual trobar conques amb alzinars en capçalera i pinedes a les parts més baixes, per exemple. La interhomogeneïtat ha quedat resolta mostrejant en un punt de la conca tal que les aigües drenades no ho fossin en més d'un ús.

A la taula 3.5 es mostra el detall de cadascuna de les conques, especificant la superfície de cadascun dels usos que s'hi donen i el percentatge que representa l'ús estudiant sobre el total de la conca.

La segona premissa s'ha ajustat tot el que ha estat possible, tot i que l'homogeneïtat d'usos ha predominat sobre la mida de la superfície de la conca.

Per últim ha calgut trobar rieres i canals amb una circulació suficientment important per portar aigua en les hores immediatament posteriors als episodis plujosos. És de sobra sabut el caràcter efímer dels cursos fluvials del Parc a causa de la concentració de les pluges i sobre tot a la carstificació dels conglomerats que forcen la circulació subterrània en detriment de la superficial. Així doncs, l'elecció de les conques estudiades ha estat una combinació de:

- ✓ Homogeneïtat de coberta vegetal
- ✓ Dimensions equiparables
- ✓ Presència d'aigua durant les 12 hores posteriors a l'episodi plujós

Tipus de conques estudiades¹⁴⁸

Ús	Superfície (m ²)	km ²	% ús estudiat	Ús	Superfície (m ²)	km ²	% ús estudiat
<u>Roca</u> 0,15 52,32				<u>Abandonat</u> 0,63 10,39			
Roca	76690,62			Abandonat	65152,08		
Alzinar	67656,65			Actiu	8605,61		
Bosquina	2228,68			Pineda	25331,98		
				Alzinar+pi	440719,18		
				Bosquina	59202,41		
				Roca	27873,49		
<u>Alzinar</u> 1,01 83,87				<u>Actiu1</u> 2,95 1,86			
Alzinar	11277,82			Actiu	54829,59		
Alzinar+pi	835344,81			Abandonat	188518,87		
Bosquina	4752,35			Pineda	47184,87		
Roca	158124,47			Alzinar	20785,31		
				Alzinar+pi	2274856,34		
				Bosquina	80840,25		
				Roca	280066,08		
<u>Pineda</u> 2,74 78,82				<u>Actiu2</u> 0,65 4,00			
Pineda	2160531,96			Actiu	25899,08		
Abandonat	24147,25			Abandonat	6124,04		
Actiu	1443,00			Pineda	57036,76		
Alzinar	181686,88			Alzinar	217908,46		
Roca	207622,88			Bosquina	271921,23		
Bosquina	164906,83			Roca	65845,63		
Edificat	896,88			Edificat	2134,75		
<u>Bosquina</u> 0,45 69,56							
Bosquina	314537,13						
Alzinar	91074,84						
Alzinar+pi	25910,70						
Roca	20646,94						

Taula 3.5: Superfícies i usos de les conques estudiades

¹⁴⁸ Ús i superfície: Les conques estudiades no són homogènies pel que fa al cobriment vegetal, per la qual cosa s'han detallat els m² que ocupen cadascun dels usos cartografiats. Això es pot veure en el mapa 16.

Km²: Superfície total de la conca (sumant tots els usos que hi ha)

% ús estudiat: percentatge que representa l'ús principal de la conca sobre la superfície total d'aquesta

Descripció de les conques hidrogràfiques analitzades

La relació de conques hidrogràfiques treballades i les seves característiques concretes són les que es relacionen a continuació. En cadascuna d'elles apareixen les coordenades UTM del punt de mostreig, que pot coincidir amb el punt més baix de la conca o no. Això és per a dos factors: el més important és que s'ha buscat un punt en el que totes les aigües que hi circulen proveniguin exclusivament de l'ús indicat; i el segon, és que fos un punt adequat de mostreig, cosa que no sempre ha succeït en el punt més baix de la conca.

- Conca de roca

A l'hora d'establir el mostreig de conques, va semblar útil tenir una conca el menys forestada possible per utilitzar-la per comparar els resultats que s'obtinguin amb les conques d'usos estudiats. Tot i que els resultats no han estat els esperats, es reflecteixen en el treball.

Aquesta és la més petita de les conques mostrejades i recull aigües de l'escolament superficial del vessant oest del Montcau, a través del Canal del Sec. El punt de mostreig és la desembocadura d'aquesta canal al torrent d'Estenalles (416650/4614275).

- Conca d'alzinar

Correspon a la part superior de la riera de les Arenes, que rep el nom de canal del Cellerot, des dels colls d'Estella i d'Eres fins la font de la Llicona. L'alzinar s'estén molt més enllà, però a partir d'aquest punt rep les aigües dels torrents que drenen la Mata, per la qual cosa la lectura dels resultats estaria distorsionada per l'aportació d'aigües dels camps de conreu.

La conca de recepció treballada és pràcticament d'un km² i la uniformitat de la cobertura vegetal molt gran, i més si es té en compte que la zona de roca és a la capçalera de la conca, pel que l'aigua que prové d'aquesta part arriba totalment dissolta en la de l'alzinar. El punt de mostreig se situa per sobre de la font de la Llicona (416800/4613650).

- Conca de pineda

Situada al sector oriental del parc, està drenada pel torrent del Sot de la Carda. El punt de mostreig està situat just per sobre del mas del Sabater Vell, evitant els antics camps de conreu que envolten la casa.

Igual que succeeix a la conca d'alzinar, el seu grau d'homogeneïtat és molt alt. La part descrita com a roca correspon als contraforts est de la Mola, i per tant l'aigua d'escolament és de la capçalera de la conca (421581/4610166).

- Conca de bosquina

Drenada pel torrent de les Foradades, a l'oest del Parc. Correspon a una zona cremada fa més de vint anys, i coberta actualment per una bosquina densa que en certs punts dóna pas al primer estadi de recolonització de l'alzinar.

L'homogeneïtat de la coberta vegetal és superior al setanta per cent expressat a la taula 3.5, doncs la part considerada com alzinar i alzinar amb pi, correspon a aquest primer estadi descrit, i per tant equiparable en bona mesura a la bosquina. El punt de mostreig se situa a la part baixa de l'esmentat torrent (415250/4607500).

- Conca de camps de conreu actius (ac1)

L'homogeneïtat present en les conques *naturals* desapareix totalment en les *antròpiques*. La marginalitat històrica d'aquest territori com a terrenys de conreu, sumat a l'abandonament contemporani, fa que les zones conreades actualment siguin simbòliques, per la qual cosa no es pot pensar en conques totalment treballades ara o en el passat.

El torrent dels Codolosos recull les aigües dels camps de conreu del Puig de la Balma, que malgrat ser encara no un 2% del total de la superfície de la conca ha servit per obtenir resultats força interessants. Les mostres s'han pres a la desembocadura del torrent a la riera de Nespres (414029/4617239).

- Conca de camps de conreu actius (ac2)

Drenada pel torrent del Romeu, tributari del de la Vall d'Horta, a la part més oriental de Sant Llorenç. La relació d'usos és molt similar a l'anterior, tot i que amb un domini de l'alzinar molt menor. Les mostres d'aigua s'han pres a la confluència amb el torrent de Pregona (418720/4616040).

- Conca de camps de conreu abandonats (ab)

Mostrejada al torrent de Reixac, molt a prop de Mura, just per sobre dels horts que envolten la font del Formatget, recull la conca de drenatge de les antigues vinyes d'aquesta part del municipi.

Com ja s'ha explicat, l'expansió de l'agricultura malgrat ser marginal va ser molt superior a l'actual i, per tant, el percentatge d'aquest ús en la conca estudiada també és superior als de les conques actives. Els camps de conreu d'aquesta conca van ser majoritàriament abandonats a la dècada dels anys seixanta del segle XX (414750/4616850).

3.1.3. Cartografia

Un cop escollides les variables que han de contenir les àrees homogènies s'ha construït una cartografia de base per fer el treball de camp on hi surten reflectits tots els polígons susceptibles de ser mostrejats. A aquest mapa s'hi ha arribat per la superposició de la diferent cartografia amb un Sistema d'Informació Geogràfica (SIG) i és la que es detalla tot seguit.

Localització de l'àrea d'estudi (mapa 1)

La base topogràfica s'ha elaborat a partir del Model Digital d'Elevacions (MDE) i la digitalització de diversos elements a partir del treball de gabinet amb fotografies aèries i ortofotomapes, i del treball de camp per corregir errors.

A partir de l'MDE amb resolució de 45 x 45 metres s'han generat les corbes de nivell. Aquesta informació de base ha donat un valor de x , y i z en el centre d'una cel·la de 2.025m², el que suposa cel·les de 0,81 mm² en els mapes que s'han produït a escala 1:50.000. La interpolació d'una malla més densa hagués millorat el resultat visual de la cartografia, però no la qualitat de les dades originals, pel que ha semblat més adient presentar els mapes amb la qualitat que aquestes dades podien oferir.

Amb les corbes de nivell s'ha cartografiat els límits del parc, la xarxa hidrogràfica, els nuclis de població i la xarxa de carreteres. Capes d'informació capturades totes elles de la web del Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya

(<http://www.gencat.es/mediamb/sig/bases.htm#mca>). També hi figura en aquest mapa una extensa trama de camins, capturats de BADIA (1995).

Usos del sòl (mapes 2 i 3)

Per a l'elaboració d'aquesta cartografia s'han utilitzat dues fonts: el mapa de vegetació 1:25.000 (PINTÓ, 1995) i el mapa de camps de conreu actius i abandonats (NADAL, 1997). El mapa de vegetació, que es troba en suport analògic, s'ha digitalitzat i reclassificat, deixant-lo en quatre grans grups de vegetació (que són els que corresponen a l'identificador de la taula 3.6). Del mapa de conreus s'ha pres la informació per als períodes d'abandonament citat, exclouent altres edats intermèdies per evitar l'efecte esmentat de multiplicitat d'àrees, i més en aquest cas que sembla totalment suficient seguir l'abandonament en quatre etapes.

El mapa de base utilitzat per a la vegetació té 33 categories inicials de formacions vegetals i quatre més d'espais edificats o denudats. A partir d'aquestes categories s'ha fet la generalització que mostra el mapa 3, on s'han establert cinc noves categories: alzinar, pineda, roureda, bosquina i pastura (taula 3.6).

mapa 2

mapa 2

mapa 3

mapa 3

<i>Llegenda del mapa Pintó (1995)</i>	<i>Identificador</i>
Alzinar	Alzinar
Pineda de pi roig sobre alzinar	Alzinar
Pineda mixta de pi roig i pinassa sobre alzinar	Alzinar
Pineda de pinassa sobre alzinar	Alzinar
Sureda + brolla calcífuga de romaní i bruc d'hivern	Alzinar
Alzinar amb pi blanc + brolla calcífuga d'estepes i brucs	Alzinar
Alzinar + jonceda	Alzinar
Mosaic de les cingleres montanes	Alzinar
Mosaic de les cingleres de terra baixa	Alzinar
Mosaic de talussos argilosos dels marges dels torrents	Alzinar
Roureda mesòfila de les fondalades humides	Roureda
Avellanosa amb falgueres	-
Roureda de roure martinenc	Roureda
Mosaic de fragments de comunitats de ribera	-
Brolla de romaní i bruc d'hivern	Bosquina
Brolla d'estepes i brucs	Bosquina
Pineda de pi blanc sobre brolla de romaní i buc d'hivern	Pineda
Pineda de pi blanc sobre brolla de romaní típica	Pineda
Pineda de pi blanc sobre brolla d'estepes i brucs	Pineda
Brolla de romaní i bruc d'hivern + alzinar amb pi blanc + jonceda	Pineda
Brolla de romaní i bruc d'hivern + jonceda	Pineda
Brolla de romaní i bruc d'hivern típica + alzinar amb pi blanc	Pineda
Brolla de romaní i bruc d'hivern típica + jonceda	Pineda
Jonceda	Pineda
Pineda de pinassa sobre jonceda	Pineda
Pineda de pi blanc sobre fenassar	Pineda
Prats de carenes i replans ventosos	Pineda
Fenassar i altres comunitats herbàcies i arbustives en conreus abandonats	Camps de conreu abandonats
Complex de vegetació de les codines montanes	Alzinar
Complex de vegetació de les codines de terra baixa	Alzinar
Conreus herbàcis i comunitats arvenses associades	Camps de conreu actius
Conreus arboris i comunitats arvenses associades	Camps de conreu actius
Urbanitzacions amb fragments de vegetació natural	-
Llit canalitzat de rieres i torrents	-
Pedreres i altres espais denudats	-
Nuclis urbans	-

Taula 3.6: Correspondències entre el mapa base de vegetació (PINTÓ, 1995) i la reclassificació realitzada (identificador)

Usos agrícoles (mapa 4)

Per als usos agrícoles s'ha elaborat un mapa, a partir de fotointerpretació del territori per a diferents moments. Determinar amb exactitud quina ha estat la superfície històrica que han ocupat els camps de conreu en el parc és una tasca que per ella sola comporta una recerca molt extensa. De fet, es poden seguir dos procediments: utilitzar com a líndar del període d'abandonament més antic el que ofereixen les primeres fotografies aèries, que són de l'any 1956-57¹⁴⁹; o fer recerca històrica per a datar moments anteriors a aquest a través de cadastres, censos, documents de compra-venda, litigis, etc. En el nostre cas s'ha utilitzat el primer d'aquests dos procediments, tal i com se sol fer en tots els treballs de caire ambiental, ja que des de l'any de l'esmentat vol fins ara han passat cinquanta anys, temps suficientment important perquè quedi reflectit en la evolució dels sòls.

En l'elaboració d'aquest mapa es van utilitzar els vols de 1957, 1972, 1986 i 1994 (taula 3.7), tot i que per a la confecció de les àrees homogènies la informació de 1986 no s'ha tingut en compte, tal i com s'ha vist en el pas de la taula 3.3 a la taula 3.4. De les fotografies aèries d'aquestes dates s'han extret els polígons de zones agrícoles, actives i abandonades, i les edificacions, que s'han digitalitzat sobre els ortofotomapes 1:5.000 de l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC). Això es fa així, perquè aquests mapes estan corregits geomètricament, el que evita les distorsions que presenten les fotografies aèries.

El procés consisteix en dibuixar sobre una làmina d'acetat fixada sobre l'ortofotomapa citat els polígons de camps de conreu actius i camps de conreu abandonats que s'observen en les fotografies aèries del vol de 1957. En aquest estudi s'ha començat per les fotografies més antigues (1957) perquè en tots els casos l'espai agrícola del parc s'ha constrenyit, és a dir que els polígons més grans corresponen a aquesta data, i partir d'aquí, amb les següents fotografies (1972 i 1994), els polígons actius van reduint la seva superfície donant pas a polígons abandonats. D'aquesta forma s'eviten incoherències entre polígons, fet que es podria donar si no es parteix de la detecció d'una superfície màxima sobre la qual es van traçant els polígons corresponents a les següents fotografies treballades.

¹⁴⁹ Aquestes fotografies es coneixen com a *Vol americà* i és la primera sèrie de fotografies aèries que cobreixen tot l'Estat espanyol

mapa 4

El resultat final és un conjunt de polígons per a cadascun del períodes treballats que cal digitalitzar per elaborar el mapa d'usos del sòl amb SIG.

<i>vol</i>	<i>escala</i>	<i>editor</i>
1957	1:32.000	IGN
1972	1:20.000	MMAMB
1986	1:30.000	ICC/IGN
1994	1:40.000	ICC

Taula 3.7: Fotografies aèries utilitzades

Litologia (mapa 5)

La informació litològica s'ha obtingut a partir de la digitalització del mapa 1:50.000 del IGME, fulls 363 i 392, de capturar la informació a Internet (<http://www.gencat.es/mediamb/sig/fgeologia.htm#mapa>) i del treball de camp, intens especialment en els zones agrícoles on els polígons de treball són més petits.

Orientacions (mapa 6)

Aquest mapa s'ha obtingut a partir del Model Digital d'Elevacions (MDE) de 45x45 m de cel·la, generat a partir de corbes de nivell amb una resolució de 20 m. S'han seleccionat les orientacions compreses entre 0°-90° i entre 270°-360° classificant-les com a nord, i les que estan entre els 90° i 270° com a sud.

Pendents (mapa 7)

Igual que el mapa d'orientacions, s'ha elaborat a partir del MDE, dividint-se el pendent en tres classes: 0°-12°, 12°-24° i més grans de 24°, de les quals posteriorment s'han utilitzat les àrees amb pendent 12°-24°, tal i com ja s'ha explicat (apartat 3.1.1).

Geoformes (mapa 8)

S'han considerat tres formes diferents: concavitats, convexitats i zones planes, generades a partir de l'MDE.

mapa 5

mapa 6

mapa 7

Aquests tres darrers mapes (orientacions, pendents i geoformes) s'han elaborat amb el *software* ArcInfo® d'Esri, generant un raster del pendent i un altre de l'orientació, amb el mòdul [Grid]¹⁵⁰ i els comandaments [*Slope degrees*] i [*Aspect*], efectuant sobre ells les reclassificacions [*Reclass*] necessàries per aconseguir dos grups d'orientacions i tres de pendents descrits.

Àrees homogènies (mapes 9, 10, 11, 12 i 13)

Un cop completats els dos rasters es *vectorialitzen* [Gridpoly] per poder combinar posteriorment aquestes dues variables amb la litologia i la vegetació. A partir d'aquest punt la seqüència de treball consisteix en unir dos mapes o capes d'informació [Coverage] per crear-ne un tercer que assigni nous codis a les àrees resultants. Aquest procés s'ha fet en l'ordre que mostra la taula 3.8.

<i>Coverage 1</i>	<i>Coverage 2</i>	<i>Coverage resultant</i>
vegetació	Camps de conreu	vc
vc	Litologia reclas.	vcg
vcg	Orientació	vogo
vogo	Pendent	vogop
vogop	Geoforma	vogopg

Taula 3.8: Elaboració de Coverage amb ArcView

Els *Coverage* resultants són el producte de la unió de dues capes d'informació [Union]. Aquest procés genera multitud de petits polígons dispersos en el territori, que no tenen cap utilitat a l'hora d'establir àrees de mostreig, i que per contra multiplica el volum d'informació que processa el sistema, per la qual cosa s'han eliminat [Eliminate] els inferiors a una hectàrea de superfície. Un cop arribats aquí cal unir els polígons d'igual valor que estiguin en contacte [Dissolve], amb el que es genera definitivament el nou *Coverage* dispostat per a ser unit amb el següent. Així doncs, la seqüència entre dos mapes (a i b) que generen un tercer mapa (c), és la següent:

Union (a-b) → Eliminate (c) → Dissolve (c) → Union (c-d)

Un cop seleccionades les àrees a mostrejar s'han fet les comprovacions de camp pertinents per eliminar possibles errors de límits que es puguin donar entre la cartografia

¹⁵⁰ Les ordres per executar els diferents mòduls d'ArcView s'han escrit aquí amb lletra cursiva i s'han col·locat entre "corxets"

mapa 8

elaborada i la realitat (contactes litològics, canvis de forma, etc), i modificar l'assignació de classes de les variables si és necessari. No cal dir que la principal incidència en l'àrea d'estudi i en la temàtica que ens ocupa és el progressiu abandonament agrari del segle XX. La plasmació territorial d'aquest fet són alzinars amb arbres poc desenvolupats i amb diversos peus, producte del creixement per rebrot; pinedes de transició que estan començant a donar pas als primers peus de *Quercus ilex*, etc. Tot això dona àrees on cal fer treball de camp per discriminar, per exemple, si és una pineda o un alzar, si són camps abandonats o una pineda, etc., perquè sovint els usos es confonen, i no és fins que es fa aquest treball de camp que es detecta. Les variables morfològiques també podien contenir errors, producte en aquest cas de formes inferiors a la unitat de treball del MDE utilitzat (45x45m).

Les restriccions utilitzades per valorar i acceptar cada classe han estat les que apareixen a la taula 3.9. Els polígons que no complien aquestes restriccions no s'han considerat per prendre'n mostres.

<i>Variable</i>	<i>Classe</i>	<i>Restriccions</i>
Ús	Alzar	Arbres de port suficient, amb un sotabosc ben desenvolupat
	Roureda	(l'única roureda existent en el parc no ha presentat problemes)
	Pineda	Sense presència d'alzines
	Bosquina	Sense presència arbòria
	Pastura	Comprovar que siguin actives
	Camps de conreu	Comprovar que els camps ac94 continuïn actius
Litologia		Comprovació del material (reacció al HCl, etc.)
Orientació		Col·locats de forma perpendicular al pendent general de l'àrea, es mesura l'azimut d'incidència del sol amb la brúixola
Pendent		Situats a la part inferior de l'àrea, en el punt de màxima pendent, es mesuren els graus del pendent amb clinòmetre, ajudats per un jaló col·locat a la part superior
Geoforma		Observació de camp

Taula 3.9: Restriccions per a determinades classes

mapa 9

mapa 10

mapa 11

mapa 12

mapa 13

Informació climàtica (mapa 14)

Per descriure l'àrea d'estudi i entendre els factors que incideixen en l'evolució dels paisatges estudiats, s'ha treballat amb la precipitació (capacitat erosiva dels esdeveniments) i amb les temperatures (especialment les màximes i les mínimes, com a factors limitants de la vegetació). El context general climàtic s'ha fet a partir dels mapes basats en la informació digital (<http://www.gencat.es/mediamb/sig/bases.htm>).

Punts de mostreig (mapa 15)

Aquest mapa localitza amb una bandereta les àrees homogènies per a l'estudi dels sòls. Amb dues finestres a escala 1:30.000 s'ha cartografiat la vall d'Horta i Mura, amb els noms dels masos per poder situar la relació entre poblament i zones agrícoles.

Conques hidrogràfiques (mapes 16, 17, 18 i 19)

El primer dels mapes on se situen les conques estudiades dona la localització de totes elles i en els següents tres s'hi ha cartografiat els usos del sòl d'aquestes conques a escala 1:15.000.

3. 2. Treball amb sòls

3.2.1. Recollida de mostres per a l'estudi de la fertilitat dels sòls

La literatura edafològica, i molt especialment l'agronòmica, assenyala de forma insistent la necessitat de fer mostreigs correctes per aconseguir que la mostra de sòl a analitzar sigui representativa de l'àrea d'estudi, i que al mateix temps aquesta àrea estudiada sigui representativa del lloc objecte d'avaluació. Si considerem l'error total susceptible de cometre's com la suma dels citats errors de mostreig i analític, el primer és amb diferència el més important i sobre el que hem d'actuar inicialment. Efectivament, diversos autors donen valors de l'ordre del 80% (COBERTERA, 1993), 75% (LÓPEZ-RITAS, 1990) i de 3 a 6 vegades

mapa 14

mapa 15

(SAÑA, *et al.*, 1996), el valor de l'error de mostreig sobre l'analític. Partint d'aquesta base, hem estat el màxim de metòdics possible en la recollida de les mostres de sòl per minimitzar aquest error mostral, que té dues fonts d'origen: l'heterogeneïtat del sòl i la tècnica utilitzada per realitzar-lo.

Heterogeneïtat del sòl

Els factors que donen variabilitat al sòl i que han de servir com a criteris per realitzar el mostreig són molts i estan en funció de l'objectiu perseguit. Pensant en criteris purament agronòmics, aquests són, entre altres possibles: història cultural, aspecte del sòl, grau de desenvolupament de la vegetació, posició topogràfica i comportament del sòl en front dels treballs culturals. Si ens referim a criteris d'escala, s'ha de tenir en compte una homogeneïtat climàtica, litològica, morfològica, topogràfica, de coloració del sòl, humitat i nivell freàtic, potència del perfil, textura i estructura, i tipus de conreu.

Els criteris per crear zones homogènies d'estudi s'han descrit a l'apartat 3.1, i han estat usos del sòl, orientació, pendent, geoforma i posició geogràfica.

S'ha dit que la segona font d'error en el mostreig de sòls ve donada per la tècnica utilitzada per recollir les mostres. La macroheterogeneïtat queda resolta, tal i com s'ha explicat, utilitzant un disseny adequat d'àrees de mostreig, però encara queda una microheterogeneïtat química impossible de detectar sense la pròpia analítica a realitzar i que pot ser d'igual valor a la macro (COBERTERA, 1993: 162). Segons SAÑA (1996: 23), la variabilitat del sòl a gran escala és escassa per a característiques com el pH i els llims, moderada per a les argiles i sorres, la Capacitat d'Intercanvi Catiònic (CIC), els carbonats i l'estabilitat estructural, però elevada per a la matèria orgànica, les sals solubles i els elements intercanviables, pel que cal treballar per reduir al màxim aquesta heterogeneïtat.

De tot això se'n desprèn la necessitat de mostrejar en base a diverses submostres que conformin una mostra final per àrea a estudiar. Els autors consultats no es posen d'acord amb el nombre de submostres necessàries, que van d'un nombre mínim de 12 (LÓPEZ-RITAS, 1990: 63) a un màxim de 40 (COBERTERA, 1993: 163). Nosaltres hem optat per agafar-ne 25 per àrea homogènia, que malgrat estar en al franja alta proposada pels autors, amb l'increment de treball de camp que això suposa, ajuda a reduir l'error en aquesta part del procés, que tal i com hem vist aporta la major part de l'error total final.

Tipus de mostreig

Un cop individualitzades totes les àrees homogènies i establert el criteri d'agafar 25 submostres de cadascuna, la forma en que la majoria d'autors descriuen l'elecció dels punts de mostreig és fent-ho a l'atzar, és a dir, repartint els punts sobre l'àrea homogènia de forma equidistant, ja sigui en zig-zag sobre determinades direccions escollides o sobre coordenades aleatòries. Aquesta segona possibilitat és el sistemàtic, en el qual el mostreig es fa en els vèrtex d'una xarxa, ja sigui quadriculada o romboïdal, o en un zig-zag regular (DANÉS, TEIXIDOR, 1983).

El mètode sistemàtic és apte per a zones uniformes, és a dir, en les àrees homogènies dins de les quals no hi ha cap diferència. Quan es treballa amb zones agrícoles aquest mètode és molt adequat, per exemple per mostrejar un sembrat, un arrossar, etc., però al treballar en boscos, bosquines, pastures, etc., aquesta uniformitat en la coberta vegetal desapareix. Al mateix temps, un pendent uniforme no significa que les propietats del sòl hagin de ser les mateixes a la part superior que a la inferior, i el mateix es pot dir d'una geofoma donada.

Així doncs, el mètode seguit ha estat fer dues passades de vuit mostres, i una tercera passada intermèdia de nou, per completar les 25 submostres (figura 3.1). Aquestes passades han estat paral·leles entre elles, buscant la línia de màxima longitud de l'àrea, però sempre tenint en compte les particularitats de cadascuna de les àrees.

1	2	3	4	5	6	7	8	
9	10	11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24	25	

Figura 3.1: Situació de les 25 submostres d'una parcel·la ideal

Amb criteri edafològic, el sòl es divideix en horitzons, amb característiques particulars, que demanen un estudi individualitzat de cadascun d'aquests horitzons, però com que el criteri a utilitzar en aquest apartat és el de la fertilitat del sòl, es pot parlar de sòl i subsòl, entenent el primer com la capa susceptible de ser llaurada, que va dels 15 als 25 primers centímetres.

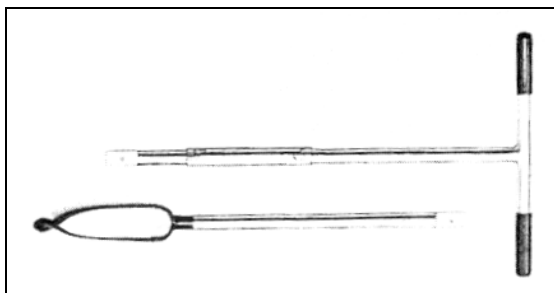


Figura 3.2: Sonda Edelman

Les submostres s'han extret amb una sonda normal, tipus Edelman (figura 3.2) a una profunditat màxima de 25 centímetres, eliminant l'horitzó A_{00} . Un cop extreta cadascuna de les submostres, es col·loca en una bossa i s'etiqueta per poder-la identificar. Aquesta forma d'identificació ha estat la de col·locar el número corresponent a la submostra darrera del codi de l'àrea a la qual pertany. L'ordre de recollida de les submostres dins de la parcel·la és el que s'expressava en la figura 3.1, donant finalment un codi del tipus que exemplifica la taula 3.10 (32301425).

codi	3	2	3	014	25
Significat de l'exemple	pineda	orientació sud	geofoma convexa	mostra	submostra

Taula 3.10: Codificació de submostres al camp

En el mapa 15 de Punts de mostreig, figuren tots els punts de recollida de mostres de sòl, on cada punt simbolitza les 25 submostres recollides per a l'àrea seleccionada. El mostreig està distribuït en el territori, tot i que aquesta distribució està supeditada al tipus d'usos del sòl presents en l'àrea d'estudi, per la qual cosa hi ha certes agrupacions d'àrees en algunes valls agrícoles, carenes amb boscos ben conservats, etc. En aquest sentit es pot comprovar com hi ha un major nombre de mostreigs a la vall d'Horta, sot de la Carda i mas d'Agramunt per a la zona de Sant Llorenç; i als Horts del Rector, el Puig de la Balma i les Cases, per al sector de l'Obac.

Els alzinars del sector del massís de Sant Llorenç s'han mostrejat majoritàriament a la zona de la Carena del Pagès i els de la Serra de l'Obac, al coll de Tres Creus. Pel que fa a les rouredes, només tenen quatre àrees de mostreig, corresponents al codis 2111, 2131,

2221 i 2231 (vegeu annex 8.1), és a dir, que s'han mostrejat al vessant nord parcel·les còncaves i planes; i al vessant sud parcel·les convexes i planes. L'extensió d'aquesta coberta vegetal al parc es limita a la canal de les Teixoneres, espai prou reduït per permetre totes les combinacions teòriques, ja que té escassament 16 hectàrees.

Les pinedes orientals s'han repartit entre la part mitja i baixa del torrent del Sot de la Carda, la part baixa de la Vall de Mur i el vessant solell de la vall d'Horta. Les occidentals pertanyen a la zona de Santa Creu de Palou, la serra de Rellinars (per sobre de la font de Carlets) i la Torrota de l'Obac. És de destacar la dificultat en trobar pinedes que no hagin iniciat un evident estadi de transició cap a l'alzinar, amb un sotabosc de plançons de *Quercus ilex* que substitueixen als de *Pinus halepensis*.

El cobriment de bosquina s'ha mostrejat al sector oest: Morros Curts i les Foradades, bàsicament a solana, que és l'exposició predominant en aquest indret. La rèplica al sector est no s'ha pogut realitzar perquè no hi ha cap bosquina ben constituïda. Les mostres de pastura són del cim de la Mola, a antigues feixes pasturades ara per mules; i al sector de la Serra de l'Obac, dels masos de les Cases i les Boades. Als camps abandonats amb anterioritat al 1956 s'ha pogut mostrejar totes les combinacions a excepció de l'orientació nord amb geofoma còncava del sector Sant Llorenç. Així doncs, els punts de mostreig han estat per a la resta de possibilitats (taula 3.11) i centrats a la vall d'Horta i al Puig de la Balma.

	ab56		ac56		ac72		ac94	
	est	oest	est	oest	est	oest	est	oest
Nord	x p	c x p	c x p	c x p	c x p	c x p	c x p	c x p
Sud	c x p	c x p	c p	c x p	x p	c x p	c x p	c x p

c: geofoma còncava, x: geofoma convexa, p: geofoma plana

Taula 3.11: Àrees homogènies per a l'ús Camps de conreu

Als camps abandonats entre el 1956 i el 1972 també s'han mostrejat totes les possibilitats excepte l'orientació sud convexa del sector est. Les zones de mostreig en aquest cas se situen al Sabater Vell i a la vall d'Horta, per Sant Llorenç; i a la zona de Mura per al sector oest.

El darrer grup de camps abandonats són els que van de 1972 a 1994. En aquest cas també hi falta una única categoria, que és l'orientació sud amb geofoma còncava i situada al sector est. Els mostreigs s'han realitzat majoritàriament a la vall d'Horta, pel sector de llevant, i al Puig de la Balma, pel sector de ponent.

L'última categoria és la dels camps actius el 1994, de la qual se n'han pogut mostrejar totes les possibilitats. Les àrees de mostreig es limiten forçosament als escassos llocs on encara resten conreus: la vall d'Horta (est) i la zona de Mura-Puig de la Balma (oest). A la taula 3.11 es resumeixen totes les orientacions i geofomes que ha estat possible mostrejar.

3.2.2. Determinació de la humitat del sòl

Tal i com s'explicava a l'apartat 3.1, s'han recollit mostres de sòl per mesurar el seu contingut en humitat. Aquest estudi requereix una tècnica de camp diferent del mostreig que es realitza per a la fertilitat, sent la premissa bàsica la variabilitat temporal del contingut d'aigua en el sòl, motiu que obliga a realitzar tots els mostrejos en un curt període de temps, que de fet és a tot estirar de 24 hores.

Seguint aquesta premissa s'ha utilitzat un primer criteri que ha condicionat la resta: extreure totes les mostres per mesurar el seu contingut d'aigua en una jornada de treball. En base a aquest criteri temporal s'han seleccionat les variables a estudiar, que han estat: tipus de cobertura vegetal i ús del sòl, orientació, i grau de cobertura del sòl per part de la vegetació.

Aquestes variables s'han extret del conjunt de les treballades en el mostreig de la fertilitat. La limitació de temps per tanda de mostreig ha obligat a reduir aquestes variables a les decisives per al cas de la humitat i en aquest sentit s'han escollit les variables citades per:

- ✓ Tipus de vegetació i ús del sòl.
- ✓ Orientació: lligada a la quantitat de radiació que rep el territori. Els sòls de vessants obacs perden de forma més lenta en el temps la quantitat d'aigua que contenen del que ho fan els sòls de vessants solells.
- ✓ Grau de cobertura del sòl per part de la vegetació: aquesta variable no s'ha estudiat específicament en el tractament sobre la fertilitat, però el tipus de mostreig en base a 25 submostres incorpora aquest tipus de variable espacial que homogeneïtza la mostra. En l'estudi de la humitat s'ha considerat una variable d'estudi per diversos motius: a) en oposició a l'estudi de la fertilitat, aquí es pren una sola mostra per àrea d'estudi; b) les plantes (siguin herbàcies, arbustives o arbòries) protegeixen el sòl de

la incidència directa de la radiació, però al mateix temps extreuen aigua del sòl, per la qual cosa cal suposar que la presència o absència de vegetació en el punt de mostreig influirà en el resultat.

Així doncs s'han mostrejat les àrees corresponents a la combinació de 8 tipus de cobertures vegetals i usos del sòl, dues orientacions i dos tipus de densitat de cobertura (taula 3.12). A l'annex 8.3 hi ha la descripció detallada de cadascuna d'aquestes àrees.

Ús	Orientació	Densitat cobertura	Ús	Orientació	Densitat cobertura
Alzinar	nord	tancat	ab56	nord	obert
Alzinar	sud	tancat	ab56	nord	tancat
Roureda	nord	obert	ab56	sud	obert
Roureda	nord	tancat	ab56	sud	tancat
Roureda	sud	obert	ac56	nord	obert
Roureda	sud	tancat	ac56	nord	tancat
Pineda	nord	obert	ac56	sud	obert
Pineda	nord	tancat	ac56	sud	tancat
Pineda	sud	obert	ac72	nord	obert
Pineda	sud	tancat	ac72	nord	tancat
Bosquina	nord	obert	ac72	sud	obert
Bosquina	nord	tancat	ac72	sud	tancat
Bosquina	sud	obert	ac94	nord	obert
Bosquina	sud	tancat	ac94	sud	obert

Taula 3.12: Tipus d'àrees mostrejades per determinar el contingut d'aigua al sòl

De les trenta-dues possibilitats existents¹⁵¹ se n'han trobat 28, restant els alzinars nord i sud oberts i els camps de conreu actius tancats, sense mostrejar perquè no es donen aquestes situacions teòriques. Els alzinars ben constituïts tenen una cobertura del sòl molt bona, ja sigui en capçada o pels arbusts, donant lloc solament a la categoria tancat. Pel que fa als camps de conreu actius, que són sembrats, el seu grau de cobertura està en funció del moment en el cicle vegetatiu en el qual es reculli la mostra de sòl, però no és possible diferenciar-los en les categories obert i tancat. Aquests vint-i-vuit punts de mostreig estan localitzats en el mapa 15 (punts de mostreig).

¹⁵¹ 8 tipus d'usos x 2 orientacions x 2 densitats de cobertura

Un cop escollit el punt de mostreig s'extreuen entre 100 i 200g de sòl amb el mostrejador Edelman¹⁵², el mateix amb el que s'han extret les mostres de sòl per estudiar la fertilitat, a una profunditat de 0 a 25 cm i es porten fins el laboratori en una nevera portàtil, dins de flascons hermètics, durant les hores immediatament posteriors a la seva extracció, per valorar el seu contingut d'humitat pel mètode gravimètric. Gràcies a la simplicitat d'aquest mètode és el més utilitzat, ja que les seves avantatges són decisives: fàcil maneig i càlcul, i baix cost.

El nombre de mostreigs necessaris per entendre quin procés segueix el contingut d'humitat en el sòl està en funció del tipus de sòl i de precipitació de l'àrea d'estudi. En el nostre cas va semblar suficient tenir una mostra per estació astronòmica, perquè tal i com creiem que demostren les dades obtingudes (apartat 5.2.1) s'observen de forma suficient les diferències entre tipologies d'usos i entre diferents moments de l'any. Així doncs, les mostres s'han obtingut en un total de dotze campanyes, entre gener de 1999 i maig de 2000 (taula 3.13), que s'han repartit en les quatre estacions de l'any, procurant que hi quedin representats períodes secs i períodes de pluges abundants (annex 8.5). D'aquestes dotze campanyes, s'han seleccionat les que tenen dades més representatives (una per estació de l'any) i s'ha treballat sobre elles. Amb la sèrie de campanyes dels dies 18 al 22 de maig de 1999 es volia veure la pèrdua diària d'humitat del sòl, però les dades no van ser suficientment significatives per tractar-les, i per aquest motiu es van rebutjar.

<i>Campanyes no utilitzades</i>	<i>Campanyes utilitzades</i>
27/1/1999	31/8/1999
23/3/1999	23/1/1999
23/4/1999	28/2/2000
18/5/1999	31/5/2000
19/5/1999	
20/5/1999	
21/5/1999	
22/5/1999	

Taula 3.13: Campanyes realitzades per recollir mostres de sòl per mesurar la humitat

Un cop obtingudes les mostres, els punts de mostreig en el camp es deixen assenyalats per a successives campanyes de recollida. Tot i això, el mètode utilitzat és força

¹⁵² Figura 3.2

agressiu per la qual cosa és impossible mostrejar una altra vegada exactament en el mateix punt. Malgrat això, el radi d'extracció de mostres no ha estat superior en cap cas als 50 cm. En aquest sentit som conscients que hi ha mètodes més sofisticats de mesurar el contingut d'aigua en el sòl, però aquesta sofisticació els porta a ser costosos i de difícil maneig tècnic. Entre aquests mètodes cal citar el TDR (*Time-Domain-Reflectometry*), l'atenuació de neutrons, l'atenuació de raigs gamma, el SBIB (*Self Balanced Impedance Bridge*), tots ells amb resultats excel·lents però indicats per a treballs que aprofundeixen exclusivament en l'estudi de la humitat (MARTÍNEZ, LÓPEZ, 1996).

Determinació del contingut d'humitat del sòl al laboratori

Mètode gravimètric

Es calcula la humitat per diferència de pes entre el sòl en condicions normals i després d'assecar-lo a l'estufa a 105°C durant 24h (REYNOLDS, 1970).

- Equipament, material i reactius

Mostrejador tipus Edelman

Bosses de plàstic i flascons hermètics

Nevera portàtil per transportar les mostres de sòl al laboratori

Estufa

Balança analítica amb precisió $\pm 0,001\text{g}$

- Tècnica de determinació

S'extreuen les mostres de sòl de forma perpendicular amb el mostrejador

S'assequen aproximadament 100 grams de sòl a 105°C durant 24 hores a l'estufa

$$\% \text{ Humitat del sòl} = \frac{S_c - S_s}{S_s} \times 100$$

on S_c = pes de la mostra de sòl en condicions naturals (mostra de camp)

S_s = pes de la mostra de sòl assecada

3.2.3. Determinació de la capacitat d'infiltració del sòl

La infiltració és el procés d'entrada d'aigua, generalment vertical i a través de petites obertures o porus de la superfície del sòl, el que constitueix la primera etapa en el moviment d'aigua en el sòl (PORTA, 1994), i la seva mesura reflecteix la capacitat que té el sòl per absorbir aigua a través de la superfície. Aquest concepte d'infiltració descriu la primera part del procés, en el contacte aire-sòl, però quan l'aigua segueix camí cap a les capes inferiors, llavors es denomina percolació (CERDÀ, 1995).

L'interès de l'estudi de la infiltració està a diversos nivells (taula 3.14), i en aquest treball ajuda a caracteritzar-ne el darrer punt de la taula i les alteracions que ha patit aquest en el procés d'antropització i posterior abandonament.

Degradació del sòl per erosió hídrica
Determinació del cabal que és capaç d'absorbir el sòl
Transformació de la pluja en escolament superficial
Estudi del cicle hidrològic
Caracterització del cicle hidrològic

Taula 3.14: Interès de l'estudi de la infiltració

Davant d'un episodi de pluja en el que la precipitació és superior a la infiltració es produirà un escolament superficial que tendirà a organitzar-se entorn de la xarxa hidrogràfica. Simplificant al màxim el model, és a dir, sense tenir en compte l'evapotranspiració i la intercepció per part de la vegetació, la retenció d'aigua en superfície per saturació de la capacitat d'infiltració i manca de pendent, s'està davant de la següent situació:

$$P = I + E$$

on P = precipitació
 I = infiltració
 E = escolament

La mesura de la capacitat d'infiltració d'un sòl s'obté de forma empírica bàsicament per dos mètodes: l'infiltròmetre de cilindre i el simulador de pluja. Hi ha diversos tipus d'infiltròmetres basats quasi tots ells en un funcionament similar: un cilindre metàl·lic introduït en el sòl que s'omple d'aigua, on la mesura que s'obté és el volum d'aigua drenat pel sòl per unitat de temps: taxa d'infiltració (CERDÀ, 1995). Els tipus d'infiltròmetres existents es poden agrupar en els de cilindre senzill, cilindre doble, de tensió i tancat. Els dos primers són més

àgils d'utilitzar, i per tant són els habituals en estudis que no persegueixen tan sols la determinació de la capacitat d'infiltració del sòl, sinó que ho fan com una variable més en l'estudi del sòl. Lògicament els dos últims mètodes solen reservar-se a estudis més específics (MARTÍNEZ, LÓPEZ, 1996).

Pel que fa als simuladors, aquests estan formats bàsicament per un equip de presurització que dóna la pressió desitjada a l'aigua i unes boquilles que regulen el cabal de la pluja.

L'infiltròmetre que s'ha utilitzat és l'*Infiltròmetre Ries* (figura 3.3 i foto 3.7), basat en el principi de l'infiltròmetre de cilindre senzill, però amb un nivell constant d'aigua en el cilindre que es col·loca en el sòl, de tal forma que la pressió que exerceix l'aigua sobre el sòl és constant, evitant-se d'aquesta forma les variacions en la capacitat d'infiltració com a conseqüència d'aquest canvi en el nivell de l'aigua (LINK, 1999).

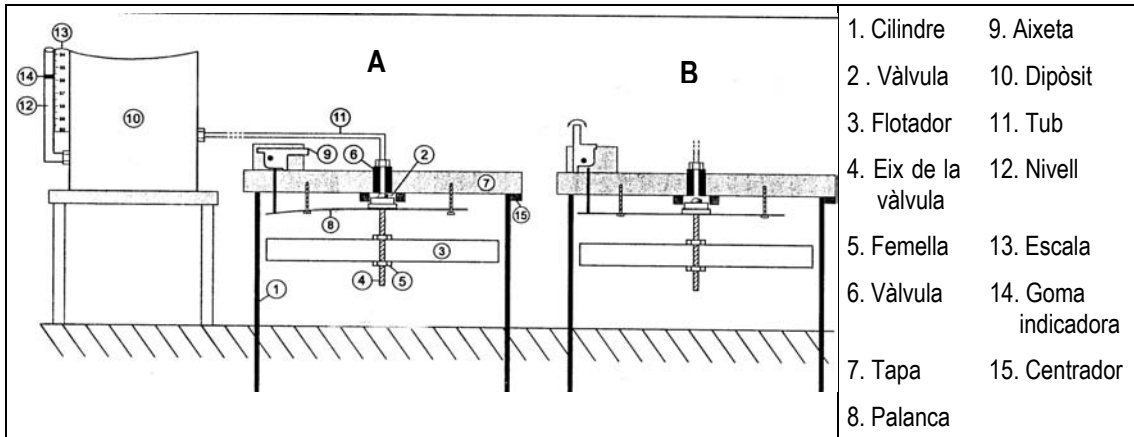


Figura 3.3: Infiltròmetre Ries (Font: LINK, 1999)



Foto 3.7: Infiltròmetre Ries

Aquest infiltròmetre funciona clavant el cilindre (1) 5 cm en el sòl, procurant que quedi totalment perpendicular, pel que cal ajudar-se amb un nivell de bombolla. El dipòsit d'aigua (10) se situa en una posició elevada respecte del cilindre (1) per tal que l'aigua sempre pugui fluir lliurement de l'un a l'altre. Es connecten cilindre i dipòsit amb un tub (11) i es permet el pas de l'aigua amb una aixeta (9). En obrir-se la vàlvula (2) permet l'entrada d'aigua en el cilindre a mesura que aquesta es va infiltrant en el sòl, mantenint-se el nivell constant dins del cilindre, amb la qual cosa s'evita la diferència de pressió que l'aigua del cilindre exerceix sobre el sòl en els infiltròmetres més elementals.

En la figura 3.3 es representa la situació del sòl quan no està saturat (A), i per tant el flotador (3) no tanca la vàlvula (2); i la situació de la dreta (B), on el sòl està saturat d'aigua i el flotador (3) tanca la vàlvula (2), impedit que circuli més aigua des del dipòsit (10) al cilindre (1).

En utilitzar aquest infiltròmetre, les primeres dades que s'obtenen no son vàlides, doncs de fet mesuren la capacitat d'infiltració més la quantitat d'aigua necessària per omplir el cilindre fins que la vàlvula (2) en tanca el pas. Tot i això es prenen lectures regularment cada 30 segons i l'estudi posterior de la gràfica ja s'encarrega de discernir entre la fase en la qual s'omple el cilindre i la fase d'inici de la infiltració, moment a partir del qual les dades són vàlides. Es continuen fent lectures cada 30 segons fins que la capacitat d'infiltració disminueix considerablement i es fa suficient prendre-les cada 60 segons (taula 3.15). L'assaig acaba quan l'increment es fa constant.

Temps (min.)	Escala (cm)*	Increment	Capacitat d'infiltració (cm·h ⁻¹)
0	2		
0,5	8,7	6,7	308,74
1	13	4,3	198,4
...

* L'escala es correspon amb el núm. 13 de la llegenda de la figura 3.3

Taula 3.15: Exemple de fitxa de camp de presa de dades d'infiltració

Les àrees en les quals s'han fet les proves de capacitat d'infiltració són les mateixes que les que han estat objecte de mesura de la humitat del sòl¹⁵³, per tal de definir la incidència dels diferents usos antròpics en els sòls del parc i estan assenyalades al mapa 15.

S'han fet tres proves per unitat per tal d'eliminar la variabilitat del punt escollit, i s'ha treballat posteriorment amb la mitjana de les tres.

3.2.4. Paràmetres d'anàlisi del sòl

Les analítiques dels sòls s'han realitzat al Laboratori Agrari de Cabrils del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya, i els paràmetres analitzats han estat els que mostra la taula 3.16, que són els habituals en les avaluacions de la fertilitat dels sòls.

pH	
Conductivitat elèctrica	
Matèria orgànica oxidable	
Fòsfor	P
Potassi	K
Nitrogen	N
Carbonat càlcic equivalent	CaCO ₃
Magnesi	Mg

Taula 3.16: Paràmetres d'anàlisi dels sòls

¹⁵³ Taula 3.12 i annex 8.3

pH

Les propietats físiques, biològiques i químiques dels sòls estan condicionades en bona part pel pH. L'estructura es destrueix si el pH és excessivament bàsic o àcid; la disponibilitat d'elements nutritius; la presència de fongs enfront de bacteris, afavorida per un alt grau d'acidesa, que afecta la fixació de nitrogen i l'evolució de la matèria orgànica, etc.

Determinació del pH a l'aigua 1/2,5 P/V

- Equipament, material i reactius

pHmetre de laboratori

Balança analítica amb precisió $\pm 0,001\text{g}$

Tamissadora amb tamís de 2 mm

Vas de precipitats de 100 ml

Vareta de vidre

- Tècnica de determinació

Es col·loquen 20 g de terra assecada a l'aire i tamisada 2 mm en un vas de 100 ml, afegint 50 ml d'aigua destil·lada.

S'agita amb agitador mecànic durant deu minuts, o bé de trenta a seixanta minuts, amb períodes de repòs, si es fa manualment.

Es deixa reposar trenta minuts fins que la terra es diposita en el fons i s'introdueix seguidament el bulb de l'elèctrode del *pHmetre* a terra, de tal forma que quedi parcialment cobert de terra i de la dissolució sobrenadant, deixant transcorre aproximadament un minut per prendre el resultat, o fins que s'estabilitzi la lectura. En cas d'utilitzar *pHmetre* de dos elèctrodes, se situa el de vidre submergit a terra i el de calomelà una mica més alt, en la dissolució.

Conductivitat elèctrica

La conductivitat específica d'un sòl és l'aptitud d'aquest per transmetre la corrent elèctrica.

- Equipament, material i reactius

Conductímetre de laboratori

Cèl·lula de conductivitat

Solució patró 1411 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (25°C)

Balança analítica amb precisió $\pm 0,001\text{g}$

Tamissadora amb tamís de 2 mm

Vas de precipitats de 100 ml

Vareta de vidre

Aigua destil·lada

- Tècnica de determinació

Es col·loquen 20 g de terra assecada a l'aire i tamisada a 2 mm en un vas de 100 ml, afegint 50 ml d'aigua destil·lada.

S'agita amb agitador mecànic durant deu minuts, o bé de trenta a seixanta minuts, amb períodes de repòs, si es fa manualment.

Es deixa reposar trenta minuts fins que la terra es diposita en el fons i s'introdueix seguidament el bulb de l'elèctrode del conductímetre a terra, de tal forma que quedi parcialment cobert de terra i de la dissolució sobrenadant, deixant transcorre aproximadament un minut per prendre el resultat, o fins que s'estabilitzi la lectura.

Matèria orgànica oxidable

La matèria orgànica procedeix bàsicament de la descomposició de la vegetació, pel que el seu contingut serà més elevat en els horitzonts superiors. La interpretació de les dades analítiques en valors absoluts no dóna gaire informació, i el que cal és relacionar-ho amb les dades mitjanes de la zona d'estudi.

- Equipament, material i reactius

Balança analítica amb una precisió de $\pm 0,1\text{ mg}$

Agitador magnètic amb calefacció i nucli magnètic

Molinet de cafè

Recipient de plàstic amb tapa, d'uns 50 ml de capacitat, per conservar la mostra polvoritzada

Espàtula vibratòria

Matràs *erlenmeyer* de 300 ml de vidre Pyrex

Dosificador automàtic a pistó ràpid de 10 ml de capacitat i error inferior a $\pm 0,02$ ml

Dosificador per a àcid sulfúric (H_2SO_4) concentrat

Bureta amb zero automàtic de 10 ml en 1/20

Tamissadora amb tamís de 2 mm

Dicromat potàssic ($K_2Cr_2O_4$) 1N

H_2SO_4

Àcid fosfòric (H_3PO_4)

Ortofenantrolina

Solució ferrosa

- Tècnica de determinació

Es polvoritza amb morter o amb molinet de cafè uns 10 g de mostra seca, de forma que la pols resultant passi per un tamís de 0,2 mm

Es pesa entre 0,5 i 1 g de mostra (que contingui menys de 20 mg de C)

S'afegeix el dosificador de doble èmbol 10 ml de solució 1 N de $K_2Cr_2O_4$, i s'imprimeix un moviment de gir a l'*erlenmeyer* per tal d'assegurar una mescla íntima

S'afegeix lentament i se sacseja 20 ml d' H_2SO_4 concentrat, amb dosificador

Se sacseja suaument per assegurar el contacte íntim dels reactius amb la mostra

S'evita que s'adhereixin partícules a les parets de l'*erlenmeyer* fora del contacte de la solució

Es deixa l'*erlenmeyer* en repòs durant 30 minuts

S'afegeix uns 100 ml d'aigua desmineralitzada i es deixa refredar

S'afegeix 10 ml d' H_3PO_4 concentrat

S'afegeix 4 o 5 gotes de l'indicador (ortofenantrolina)

Es valora amb la solució ferrosa, i s'anota el volum gastat (viratge de verd a bru rogenc)

Es fa un assaig en blanc

D'acord amb el fonament del mètode, la valoració per retrocés permet determinar l'excés de $K_2Cr_2O_4$. Per diferència es calcula el dicromat gastat, equivalent al carbó orgànic contingut en la mostra.

$$\% \text{ C orgànic} = (V_b - V_m) \text{ ml} \times N_{\text{Fe}} \frac{\text{meq}}{\text{ml}} \times \frac{12 \text{ mg C}}{4 \text{ meq C}} \times \frac{1}{p \text{ g sòl}} \times \frac{100 \text{ g sòl}}{100 \text{ g sòl}} \times \frac{1 \text{ g C}}{1000 \text{ mg C}} \times f$$

on	V_b	=	volum de sal ferrosa gastada en l'assaig en blanc
	V_m	=	volum de sal ferrosa gastada en la mostra
	N_{Fe}	=	normalitat de la sal ferrosa
	p	=	pes de la mostra en g
	f	=	factor de recuperació (d'acord amb la tècnica operatòria seguida, aquí el valor és 1,29)

Fòsfor

Aquest nutrient és un dels més importants per al desenvolupament de les plantes. El que es busca amb l'analítica és valorar la part assimilable del fòsfor, que és la que les plantes poden absorbir. Aquesta assimilabilitat està també en funció del pH, del contingut de calci i d'humus.

Determinació del Fòsfor assimilable pel mètode Olsen

- Equipament, material i reactius
 - Balança analítica de $\pm 0,1$ mg de precisió
 - Agitador magnètic amb nucli
 - Agitador de vaivé o rotatori
 - Estufa amb regulació de temperatura
 - Dessecador
 - pHmetre
 - Espectrofotòmetre de visible i ultravioleta
 - Pots de plàstic hermètics de 200 ml de capacitat. Utilitzar material inert davant el fòsfor
 - Espàtula
 - Embut de vidre d'uns 6 cm de diàmetre

Pipetes de doble enrasament de 1, 2, 3, 4, 5 i 10 ml de capacitat

Pipeta graduada de 5 ml de capacitat

Pera de goma

Vasos de precipitats de 100, 300, 500 i 1000 ml

Matrassos aforats de 25, 50, 100, 200, 500 i 1000 ml

Cristal·litzador de vidre d'uns 6 cm de diàmetre

Comptagotes

Pipetes de doble enrasament de 20 ml

Bicarbonat sòdic (NaHCO_3) 0,5 M a pH=8,5

Solució mare de 100 ppm de P

Solució de treball de 10 ppm de P

Reactiu A

Reactiu B

Solucions dil·luïdes de H_2SO_4

Paper de filtre Whatman núm. 40 o similar

- Tècnica de determinació

Extracció del P assimilable:

Es pesen 5 g de mostra en un pot inert al fòsfor, de tanca hermètica i de 200 ml de capacitat

S'afegeix 100 ml de la solució extractant (NaHCO_3)

S'agita durant 30 minuts

Es filtra la suspensió a través de filtre Whatman núm. 40 o similar

Es realitza un assaig en blanc

Preparació de la corba patró:

Es prepararà una escala de patrons de 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 i 1,0 ppm de P de la manera següent:

Es porta a vasos de precipitats de 100 ml les quantitats següents de la solució de treball de 10 ppm de P: 0; 2; 3; 4 i 5 ml

S'afegeix 10 ml de la solució extractant (NaHCO_3)

S'afegeix H_2SO_4 per aconseguir pH=5 (es mesura amb pHmetre)

Es passa quantitativament a un matràs aforat de 50 ml

S'afegeix 8 ml del reactiu B

S'afegeix aigua desmineralitzada c.s.p. 50 ml. S'homogeneïtza

Preparació de l'extracte del sòl:

Es porta a un vas de precipitats de 100 ml una alíquota de 10 ml de l'extracte del sòl

Es procedeix de forma anàloga a la preparació de la corba patró

Determinació del contingut de P assimilable:

S'efectuen les lectures, començant pels patrons, passats 15 minuts i abans de 24 hores d'haver afegit el reactiu B

Les lectures es realitzaran a una longitud d'ona de 882 mm

Els resultats s'expressen en ppm de P

$$\frac{C \text{ mgP}}{1000 \text{ ml solució final}} \times \frac{V' \text{ ml solució final}}{a \text{ ml solució extracte}} \times \frac{V \text{ ml solució extracte}}{P \text{ g sòl}} \times \frac{1000 \text{ g sòl}}{1 \text{ Kg sòl}} = \text{ppm P sòl}$$

Potassi

Un nivell insuficient d'aquest nutrient limita el creixement de les plantes, perquè en condicions d'estrés hídric no poden regular convenientment l'evaporació.

Determinació del potassi assimilable per fotometria de flama

- Equipament, material i reactius

Balança amb precisió de $\pm 0,01$ g

Estufa amb regulació de temperatura

Dessecador

Agitador i nucli magnètic

pHmetre

Fotòmetre de flama

Muntatge de barres per a realitzar la percolació en sèrie

Espàtula

Columna de percolació

Vareta de vidre amb longitud suficient per travessar una ampolla de solució mare

Matràs aforat de 1000 ml

Vas de precipitats de 250 ml

Embut de vidre d'uns 6 cm de diàmetre i vàstec curt

Acetat amònic (NH_4AcO) 1N pH=7,0

Solució mare de 100 ppm de K^+

Solució mare de 10 ppm de K^+

Solució de clorur de liti (LiCl) 2,5 N

- Tècnica de determinació

Preparació de la columna de percolació:

Es tanca la clau de la columna

Es posa llana de vidre premsant-la amb una vareta de vidre

S'afegeix 5 g de sorra de mar rentada als àcids

S'afegeix 5 g de terra pesada en el granetari

Es prepara un assaig en blanc procedint de forma idèntica, però sense afegir la terra

Extracció del K assimilable:

Una vegada la columna en el muntatge de percolació i tenint la clau tancada, s'afegeix NH_4AcO 1N pH 7,0 fins que s'empleni

S'instal·la sota de la columna un matràs aforat de 100 ml de manera que el vàstec de la columna quedi a dins de la boca del matràs

Es deixa durant una nit per a què pugui tenir lloc l'intercanvi

A l'endemà es percola lentament (afegint NH_4AcO quan sigui necessari) fins que l'última gota engrassi el matràs aforat de 100 ml. L'operació de percolació ha de durar 2-3 hores

Es tapa el matràs i s'homogeneïtza el seu contingut (P_1)

Preparació de patrons:

Es prepara una escala de patrons de 0; 0,5; 1; 2; 5 i 10 ppm de K^+

Dilució dels extractes:

Es pren una pipeta de doble enràs, una alíquota de 25 ml d'extracte

S'afegeix 1 ml de LiCl 2,5 N

S'afegeix aigua desmineralitzada c.s.p. 100 cc.

Es tapa i s'homogeneïtza el seu contingut

Mesura del potassi:

Procedir de forma anàloga a la mesura del sodi soluble

El contingut de K⁺ assimilable (ppm de K⁺) ve donat per:

$$C \frac{\text{mg K}^+}{1000 \text{ ml}} \times \frac{V_2 \text{ ml}}{a \text{ ml}} \times \frac{V_1 \text{ ml}}{P \text{ g}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ Kg}} = \frac{C \times V_2 \times V_1}{a \times P}$$

Si V₁ = a 100 ml V₂ = 100 ml a 25 ml i P = 5g, el càlcul es redueix a:

$$\text{K}^+ \text{ assimilable} = C \times 80 \text{ ppm}$$

on	p	=	pes de mostra (normalment 5 g)
	V ₁	=	volum de percolació (100 ml)
	a	=	alíquota (25 ml)
	V ₂	=	volum final (100 ml)
	L	=	lectura obtinguda

Nitrogen

La seva importància està en la limitació que suposa al creixement vegetal quan els nivells no són suficients, i també s'utilitza en relació al carboni, el que dóna idea de la fertilitat del sòl.

Determinació del nitrogen total pel mètode Kjeldhal

- Equipament, material i reactius

Tamissadora amb tamís de 2 mm

Matràs de coll llarg de 750 ml

H₂SO₄

Sulfat de coure (CuSO₄) (en cristalls)

Sulfat potàssic (K₂SO₄) (en cristalls)

Seleni (Se)

Hidròxid sòdic (NaOH) del 60% o 10 N

Devarda

Matràs *erlenmeyer* de 100 ml de vidre Pyrex

Taronja de Metil

- Tècnica de determinació

S'agafen 10 g de sòl, assecat a l'aire i tamisat a 2 mm i es col·loquen en un matràs de coll llarg de 750 ml (matràs Kjeldhal), i s'afegeix 40 ml d' H_2SO_4 concentrat, uns cristalls de CuSO_4 com a catalitzador i uns altres de K_2SO_4 , que fa augmentar el punt d'ebullició de l' H_2SO_4 (DUCHAUFOR, 1975, i MAPA, 1986, recomanen com a catalitzador una cullereta de cafè de la mescla: 5 g de K_2SO_4 ; 5 g de CuSO_4 anhidre; i 0,25 g de seleni).

Es col·loca el matràs al foc, en una vitrina, inclinat 45° i tapat amb un embut invertit. Es comença a escalfar molt lentament augmentant progressivament la temperatura fins a ebullició del líquid (el punt d'ebullició de l' H_2SO_4 no s'ha d'assolir ja que perdria part del nitrogen).

Quan el líquid s'aclareix (queda una tonalitat blancverdosa o groguenca) es deixa bullir encara una hora més per a què finalitzi completament la transformació del nitrogen orgànic en la forma amoniacal (ordinàriament el temps d'atac fins a la clarificació del líquid acostuma a trigar entre cinc i vuit hores).

Es deixa refredar i seguidament, amb precaució, s'afegeix lentament aigua fins a duplicar aproximadament el volum inicial.

Es transvasa a un matràs de destil·lació, afegint unes lleties de NaOH (o una dissolució de NaOH del 60% o 10 N) fins que el líquid sigui bàsic, i això es comprova addicionant fenoftaleïna com a indicador (es deixa d'addicionar NaOH quan el líquid s'acolorix de vermell). DUCHAUFOR (1975) i altres analistes aconsellen filtrar abans del transvasament, netejant bé el Kjeldhal i arribant fins a 100 ml, completant si és necessari amb més aigua i prenent una al·lquota de 25 ml.

Per passar els nitrats (NO_3^-) a amoníac (NH_3) s'afegeix una mica de devarda (mescla reductora de Al, Cu i Zn) en el mateix matràs. (En el mètode oficial espanyol, MAPA, 1986, tom III, pàg.117, es prescindeix d'aquest pas, per la qual cosa l'anàlisi només determina el nitrogen orgànic i amoniacal).

Abans de començar a destil·lar es col·loca, a la sortida de destil·lació, un *erlenmeyer* de 100 ml amb 50 ml d' H_2SO_4 0,1 normal i unes gotes de l'indicador taronja de metil (color vermell = àcid; color groc = bàsic), amb compte que el tub de sortida quedi submergit dins l'àcid, amb la finalitat que reculli la destil·lació d' NH_3 .

Es destil·la per arrossegament de vapor tot l' NH_3 , durant uns quinze minuts a partir de l'inici de la destil·lació (també es pot conèixer quan a finalitzat la destil·lació d' NH_3 utilitzant paper indicador de pH directament sota la sortida de destil·lació).

El líquid (NH_3 més H_2SO_4) es valora amb una dissolució de NaOH 0,1 Normal (V = quantitat d'NaOH 0,1 N gastada en ml).

Aquesta analítica es pot utilitzar automàticament, mitjançant aparells Kjeldhal, representant una gran economia de temps i major precisió.

$$\begin{aligned} \text{ml de NH}_3 \text{ destil·lats} &= 50 \text{ ml de H}_2\text{SO}_4 - V \text{ ml d'OHNa gastats} \\ \text{g de N en la mostra} &= \text{ml de NH}_3 \text{ destil·lats} \times 0,0014 \\ \text{tant per 100 de N total} &= \text{g de N en la mostra} \times 10 \end{aligned}$$

Carbonats totals

Els carbonats estan en relació amb el fòsfor i el ferro. Un percentatge superior al 12% de Ca suposa problemes en el sòl per manca dels altres dos elements.

Determinació dels carbonats totals pel calcímetre de Bernard

- Equipament, material i reactius
 - Balança analítica amb precisió de $\pm 0,1$ mg
 - Agitador magnètic amb nucli
 - Calcímetre Bernard
 - Càpsula de porcellana per a l'assaig previ
 - Matràs *erlenmeyer* de 250-300 ml
 - Espàtula vibratòria
 - Tub de plàstic d'uns 10 ml de capacitat
 - Pinces de fusta per subjectar l'*erlenmeyer* durant l'anàlisi
 - Pinces per introduir els tubs de plàstic en els *erlenmeyer*
 - Proveta de 10 ml

Matràs aforat de 100 ml

Proveta de 50 ml

Vas de precipitats de 500 ml

Proveta de 500 ml

Àcid clorhídric (HCl) del 10%

HCl 1:1

Solució per a la columna manomètrica del calcímetre

Carbonat càlcic (CaCO_3) p.a. perfectament sec

- Tècnica de determinació

Es polvoritza la mostra seca en un morter o amb molinet de cafè

Calibrat de calcímetre:

El calibrat inicial es farà amb CaCO_3 pur, perfectament sec i finalment polvoritzat, menor de 100 mesh, pesant amb una aproximació de $\pm 0,1$ mg les següents quantitats:

pes al voltant de 0,1 g

pes al voltant de 0,2 g

pes al voltant de 0,3 g

Assaig qualitatiu previ:

Es pren una mica de la mostra en una càpsula i s'estima el contingut de carbonats segons l'efervescència amb unes gotes d'àcid clorhídric al 10%

Es pesa un pes p. de mostra polvoritzada (de 0,2 a 5 g segons l'assaig qualitatiu previ), es col·loca en un *erlenmeyer* de 300 ml

Es col·loca en l'*erlenmeyer* un tub d'assaig amb uns 10 ml d'HCl del 50%

Es concreta l'*erlenmeyer* amb la mostra i el tub amb HCl al calcímetre, apretant bé el tap de cautxú

Amb la clau del calcímetre oberta per a mantenir en l'interior del sistema la pressió atmosfèrica, s'enrassa la bureta a zero movent el dipòsit del calcímetre al llarg de la guia

Es tanca amb clau

Inclinant l'*erlenmeyer*, que es manté subjecte per la boca amb unes pinces, s'aboca de forma progressiva l'àcid sobre la mostra, agitant suaument per a afavorir l'atac. Es manté la pressió interior igual a l'atmosfèrica baixant el dipòsit a mesura que va tenint lloc la reacció

Per fer càlculs s'utilitza, de tres lectures (L') amb el carbonat càlcic pur, la que més s'apropa a la vora de la mostra

En cas que totes les lectures corresponents a CaCO_3 pur difereixin en ± 10 de la mostra no es calcularà el resultat i es repetirà l'anàlisi pesant una quantitat de mostra de lectura L comparable a una de les L'

Els resultats s'expressen en grams de CaCO_3 en 100 g de mostra:

$$\% \text{ carbonats totals} = \frac{L \text{ cm}^3 \text{ CO}_2 \text{ mostra}}{L' \text{ cm}^3 \text{ CO}_2 \text{ blanc}} \times \frac{p' \text{ g CaCO}_3}{p \text{ g mostra}} \times \frac{100 \text{ g sòl}}{100 \text{ g sol}}$$

on: L= lectura amb la mostra
 L' = lectura amb el CaCO_3 pur
 p= pes de mostra (g)
 p'= pes de CaCO_3 (g)

Magnesi

Els resultats del magnesi cal correlacionar-los amb els del calci.

Determinació del magnesi

- Equipament, material i reactius

Dissolució d'NaOH: 5g en 100 ml d' H_2O

Dissolució de groc de titani: 0,15 g en una mescla de 75 ml d'alcohol etílic i 25 ml d' H_2O

- Tècnica de determinació

Agregar a 1 ml d'extracte de sòl, en un tub d'assaig de fons pla, una gota de dissolució d'NaOH, i a continuació una gota de groc de titani.

Si a l'afegir l'NaOH s'enterboleix, cal diluir la quantitat d'extracte a la meitat i adequar els resultats a aquesta dilució.

La lectura de la coloració, que va de grocs a taronges, es fa en mig minut, comparant amb els patrons.

Càlcul amb patrons (taula 3.17):

Patró número 1: Fosfat monopotàssic (2H₂O)

Patró número 2: Fosfat bisòdic

Patró número 3: Roig de fenol

<i>ppm Mg</i>	<i>ml patró 1</i>	<i>ml patró 2</i>	<i>ml patró 3</i>
0	1	9	0,50
5	3	7	0,75
10	6	4	1,50
50	7	3	1,60

Taula 3.17: Patrons per determinar el Mg

3.2.5. Índex de fertilitat

Amb alguns matisos que diferencien les definicions de fertilitat, bàsicament els edafòlegs i agrònoms l'entenen com la capacitat per nutrir al sòl dels elements que necessita. Hi ha nombroses classificacions d'aquesta fertilitat: la de Klingebiel i Montgomery, basada en la capacitat que té el sòl per produir sense deteriorar-se; l'avaluació de terres de la FAO; la de Buol, per predir el comportament del sòl davant de diferents conreus; i la de Cobertera, entre altres.

Per valorar la fertilitat dels sòls de l'àrea estudiada s'ha optat per utilitzar aquesta darrera classificació perquè gaudeix d'una notable simplicitat d'implementació i perquè s'ha utilitzat en treballs de característiques semblants al que ara es presenta, amb la facilitat de comparació de resultats que això suposarà (SORIANO, 1994; MOLINA, 2000). Malgrat que en un

principi és un mètode dissenyat per a valorar sòls agrícoles, que relaciona la intensitat del conreu, la població activa agrària, els *inputs* utilitzats, etc., en els treballs citats s'ha revelat com un mètode útil de comparació en altres àrees.

El mètode original es basa en la valoració de paràmetres analítics i de l'acció agrícola, però l'adaptació que se'n fa a per a usos no agrícoles no es té en compte aquesta segona part, ja que no té sentit parlar de millores agronòmiques en sòls no conreats. Així doncs, la caracterització es basa únicament en tres elements: matèria orgànica, fòsfor i potassi.

La classificació es fa en base a grups, tipus i classes de fertilitat. Els grups estan definits pel contingut en matèria orgànica, els tipus per la relació entre fòsfor i potassi i les classes pel valor que s'obté en funció del grup i el tipus al qual pertanyen. El *grup A* són sòls rics en matèria orgànica i el *grup B* els sòls que són pobres en aquesta matèria. La valoració és relativa a l'àrea d'estudi i no té un valor llindar universal. El *tipus a*, són sòls amb equilibri entre fòsfor i potassi; el *tipus b*, per a sòls més rics en fòsfor que en potassi; el *tipus c*, per a sòls més deficientes en potassi que en fòsfor; i el tipus d, per a sòls més rics en potassi que en fòsfor. Les cinc classes es distribueixen així: *classe I*, sòls amb fertilitat elevada (valors entre 100 i 85); *classe II*, sòls amb fertilitat bona (valors entre 80 i 65); *classe III*, sòls amb fertilitat mitjana (valors entre 60 i 45); *classe IV*, sòls amb fertilitat baixa (valors entre 40 i 25); i per últim *classe V*, sòls amb fertilitat molt baixa (valors entre 20 i 5).

3.3. Treball amb aigua

L'aigua és el principal vector de transport en els processos erosius, excepte en situacions molt específiques en les que l'agent decisiu és el vent. Cal pensar doncs, que l'estudi del comportament hidrològic de les diverses conques hidrogràfiques que hi ha en un paisatge donat oferiran informació del que hi està succeint. Seguint amb la premissa inicial en aquest treball, la de valorar l'evolució del paisatge en funció del procés d'abandonament agrícola que s'hi dona, s'ha dut a terme el seguiment de diverses conques amb usos del sòl diferenciats.

mapa 16

mapa 17

mapa 18

mapa 19

3.3.1. Recollida de mostres

Un estudi aprofundit de la dinàmica hidrològica d'una conca és quelcom complex i costós: estudi en detall dels *inputs* (precipitació) i del *outputs* (cabal de sortida) amb instrumentació precisa i instal·lada a aquest efecte a la pròpia conca. Des de l'àmbit geogràfic i geomorfològic s'han dut a terme molts treballs d'aquest tipus, i de fet bona part de la bibliografia d'autors com José María García-Ruiz, Pilar Llorens i Francesc Gallart, (vegeu l'apartat 2.2), en fa referència. Des del món enginyeril i hidrogeològic també s'hi ha treballat, però amb una perspectiva diferent, més bàsica i orientada a la caracterització de les conques. L'equipament que s'acostuma a utilitzar en aquests tipus d'estudis és el que mostra la taula 3.17. Les entrades que es mesuren al sistema que conforma la conca són les temperatures màximes i mínimes diàries, la humitat relativa, la velocitat i direcció del vent, la precipitació en intervals de cinc minuts i la radiació solar; i les sortides mesurades són la lectura en continu del cabal, la turbidesa de l'aigua, la conductivitat elèctrica, la temperatura, i el volum i pes dels sediments recollits a la trampa de sediments.

<i>Mesura d'entrades (estació meteorològica)</i>	<i>Mesura de sortides (estació d'aforament)</i>
Termòmetre (màximes i mínimes diàries)	Flume en H
Higròmetre	Turbidímetre
Anemòmetre	Sensor d'ultrasons
Pluviòmetre/Pluviògraf	Recollidor de mostres automàtic
Radiació global	Conductivímetre
	Termòmetre
	<i>Data loggers</i>
	Trampa de sediments

Taula 3.17: Instrumentació en les conques hidrogràfiques

Dins d'aquest treball de doctorat no era factible dur a terme un estudi d'aquest nivell de finor, doncs l'objectiu final no és la caracterització hidrològica d'aquestes conques, sinó l'evolució general del paisatge a través dels sòls i les aigües. Per aquesta raó es va veure com un vector d'informació molt important que no es podia deixar passar per alt. Així doncs, s'ha abordat aquest aspecte seguint la següent metodologia:

- ✓ Caracterització acurada de les conques a estudiar
- ✓ Situar els punts de mostreig on es dreni un sol ús
- ✓ Recollida de mostres d'aigua per a l'anàlisi fisicoquímica

El resultat d'aquesta caracterització es tracta a l'apartat de cartografia (3.1.3) amb mapes detallats de cadascuna de les conques estudiades, però de forma general podem dir que s'ha buscat l'homogeneïtat d'usos, perquè la uniformitat litològica es dona en totes les conques: conglomerats eocènics, amb materials quaternaris consolidats i no consolidats en els fons de valls i torrents. Així doncs, el treball cartogràfic s'ha basat en la discriminació molt acurada dels tipus de vegetació i usos del sòl.

La climatologia i la litologia que defineixen el Parc dificulten força l'estudi dels cabals. Tal i com s'explica en el punt que fa referència a l'àrea d'estudi (apartat 4.2), el règim de pluges és típicament mediterrani, modificat a les parts més altes per l'efecte de l'alçada. Els episodis de pluges torrencials de tardor tenen una gran capacitat de transport de graves i blocs, fet que omple els llits dels torrents d'aquests materials, i que fora d'aquests episodis l'energia del cabal no és suficient per seguir arrossegant aigües avall. L'alta capacitat d'infiltració que tenen els materials grollers sense consolidar, com aquests, fa que en situacions de pluges moderades la circulació superficial es limiti a les hores immediatament posteriors a la pluja. Així doncs, aquesta manca de cursos permanents ha obligat a realitzar els mostreigs d'aigua de les conques escollides mentre plovia o molt poques hores després.

Ja s'ha dit que un estudi detallat de totes les variables que influeixen en el comportament hidrològic de les conques seria un treball per ell mateix, per la qual cosa s'han recollit mostres d'aigües, però no s'han equipat les conques per tenir lectures en continu de cabals per poder traçar hidrogrames. En cada episodi mostrejat s'han recollit 1000 ml de mostra, analitzant-se el pH i la conductivitat *in situ*, amb l'equipament que assenyala la taula 3.18.

Recipient de 1000 ml de boca ampla
Conductímetre de camp
pHmetre de camp

Taula 3.18: Utilitatge de camp per a l'anàlisi de l'aigua.

3.3.2. Paràmetres d'anàlisi

Seguint les analítiques que realitzen els grups de recerca que treballen aspectes similars als tractats aquí, com és el cas de l'IJA (GALLART, 1991), s'han analitzat els elements que s'exposen a la taula 3.19.

Residu sòlid
pH
Conductivitat elèctrica
Sodi
Potassi
Carbonat/Bicarbonat
Magnesi
Nitrat
Clorur

Taula 3.19: Paràmetres d'anàlisi

Aquest conjunt d'analítiques s'han realitzat al Laboratori de Geografia Física, a excepció del sodi i el potassi que requereixen un fotòmetre del flama, analitzador que aquest laboratori no disposa i que per aquest motiu s'han analitzat al Instituto Pirenaico de Ecología.

Calci. Ca^{++}

Mètode complexomètric de valoració amb Titriplex

La determinació complexomètrica de calci en presència de magnesi té a la pràctica gran importància. El més convenient és utilitzar indicadors específics del calci i sensibles com la calceina, el calcon o l'àcid calcomorboxílic.

- Equipament, material i reactius

Balança analítica amb precisió $\pm 0,001\text{g}$

Agitador magnètic amb calefacció

Proveta de 100 ml

Matràs *erlenmeyer* de 250 ml

2 Pipetes de 2 ml

Bureta de 5 ml amb dipòsit

Espàtula

MgCl₂ (2g/l)

KOH (25% p/v)

Àcid calconcarboxílic

AEDT 0,1M

- Tècnica de determinació

Col·locar 100ml de mostra d'aigua a analitzar en un matràs *erlenmeyer* de 250 ml

Afegir 2ml de MgCl₂

Afegir 2ml de KOH

Afegir 0,003g ($\pm 0,001$ g) d'àcid calconcarboxílic

Agitar amb agitador magnètic

Valorar amb AEDT 0,1M. Viratge del roig vi al blau net

$$\text{mg/l Ca}^{++} = \text{ml AEDT} \times 40,08$$

Magnesi. Mg⁺⁺

Valoració conjunta de Mg⁺⁺ i Ca⁺⁺

- Equipament, material i reactius

Balança analítica amb precisió $\pm 0,001$ g

Agitador magnètic amb calefacció

Proveta de 100 ml

Matràs *erlenmeyer* de 250 ml

Pipeta d'1 ml

Bureta de 5 ml amb dipòsit

Espàtula

NH₃ al 25%

AEDT 0,1M

1 Pastilla de 0,21g d'indicador Merck 1.08430.0500

- Tècnica de determinació

Col·locar 100ml de mostra d'aigua a analitzar en un matràs *erlenmeyer* de 250 ml

Afegir 1ml de NH₃

Agitar amb agitador magnètic fins que estigui dissolt

Valorar amb AEDT 0,1M. Viratge del vermell al verd

$$\text{mg/l Mg}^{++} = (\text{ml AEDT per valorar Mg}^{++} - \text{ml AEDT per valorar Ca}^{++}) \times 24,31$$

Nitrat NO₃⁻

Absorció de la radiació ultravioleta per l'ió nitrat

- Equipament, material i reactius

Espectofotòmetre apte per a lectures a 220 i 275 λnm

- Tècnica de determinació

Ajustar l'espectofotòmetre a longitud d'ona A220 λnm

Calibrar l'espectofotòmetre a 0 (prova del blanc) amb aigua destil·lada

Omplir la cubeta amb mostra a valorar i llegir

Seguir el mateix procés amb longitud d'ona A275 λnm

Per a una correcta utilització de l'espectofotòmetre, seguir les instruccions de l'aparell

$$\text{mg/l NO}_3^- = [A220 - 2(A275)] \times 17,544$$

pH

Mètode instrumental

La determinació del pH es basa en la mesura de la diferència de potencial existent entre un elèctrode de vidre i elèctrode de referència, submergit en la mateixa solució.

- Equipament, material i reactius

phmetre de camp Crison 507

Elèctrode de vidre

Solució tampó pH 7,02 i pH 4,00

- Tècnica de determinació

Calibració: Rentar l'elèctrode amb aigua destil·lada

Submergir-lo en la solució tampó 7,02

Agitar i esperar que la lectura sigui estable

Corregir la lectura i ajustar el pHmetre a 7,02

Repetir l'operació amb pH 4,00 i així alternativament fins que quedi calibrat

Per a una correcta calibració seguir les instruccions de l'aparell

Lectura: Realitzar al camp, en el punt de recollida de la mostra, doncs el pH és força variable i pot presentar lectures anòmales

Rentar elèctrode en aigua destil·lada

Col·locar 100 ml aprox. de la mostra a analitzar en un recipient

Col·locar elèctrode de vidre i esperar a que la lectura s'estabilitzi per llegir directament del pHmetre

Conductivitat elèctrica

Mètode instrumental

La conductivitat específica d'una aigua és l'aptitud d'aquesta per transmetre la corrent elèctrica

- Equipament, material i reactius

Conductímetre de camp Crison 524

Cèl·lula de conductivitat

Solució patró 1411 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (25°C)

- Tècnica de determinació

Calibració: Introduir la cèl·lula en la solució patró i calibrar

Per a una correcta calibració seguir les instruccions de l'aparell

Lectura: Realitzar al camp, en el punt de recollida de la mostra

Rentar elèctrode en aigua destil·lada

Col·locar 100 ml aprox. de la mostra a analitzar en un recipient

Col·locar elèctrode de vidre i esperar a que la lectura s'estabilitzi per llegir directament del conductímetre

Bicarbonats HCO_3^-

Mètode volumètric

Els bicarbonats d'una mostra d'aigua es determinen per neutralització d'un cert volum d'aquesta amb un àcid mineral patró, en presència d'indicadors àcid-base.

- Equipament, material i reactius

Balança analítica amb precisió $\pm 0,001\text{g}$

Agitador magnètic amb calefacció

Proveta de 100 ml

Matràs *erlenmeyer* de 250 ml

Bureta de 5 ml amb dipòsit

Espàtula

Taronja de metil 0,05%

HCl 0,1 N

- Tècnica de determinació

Col·locar 100 ml de mostra d'aigua a analitzar en un matràs *erlenmeyer* de 250 ml

Afegir 3 gotes de taronja de metil 0,05%

Agitar amb agitador magnètic

Valorar amb HCl 0,1N. Viratge del groc al taronja

$$\text{mg/l HCO}_3^- = \text{ml HCl 0,1N} \times 61$$

Sodi Na^+ i potassi K^+

Fotometria de flama

En una mostra d'aigua polvoritzada sobre una flama, els àtoms produïts en el procés de dissociació, passen a nivells superiors d'energia. El retorn a l'estat fonamental va acompanyat de l'emissió de radiació d'una freqüència característica. Les mesures es realitzen a 586 nm per al sodi i a 765 nm per al potassi.

- Equipament, material i reactius

Fotòmetre de flama

Diluidor automàtic

Solucions patró de 10, 20 i 30 mols/l de Na⁺

Solucions patró de 1 i 2 mols/l de K⁺

- Tècnica de determinació

Calibrar el fotòmetre segons les instruccions de l'aparell

Mesurar les mostres

$$\text{mg Na}^+/\text{l} = \text{lectura} \times 23$$

$$\text{mg K}^+/\text{l} = \text{lectura} \times 39,1$$

Clorur Cl⁻

- Equipament, material i reactius

Balança analítica amb precisió $\pm 0,001\text{g}$

Agitador magnètic amb calefacció

Proveta de 100 ml

Matràs *erlenmeyer* de 250 ml

Bureta de 5 ml amb dipòsit

Espàtula

K₂CrO₄ al 5%

CaCO₃

AgNO₃ 0,0282N

- Tècnica de determinació

Col·locar 100 ml de mostra d'aigua a analitzar en un matràs *erlenmeyer* de 250 ml

Afegir 20 gotes de K₂CrO₄ al 5%

Afegir uns grams de CaCO₃. No és imprescindible, però facilita el canvi de color en el viratge

Agitar amb agitador magnètic

Valorar amb AgNO₃ 0,0282N. Viratge del groc pàlid al groc intens

$$\text{mg/l Cl}^- = \text{ml AgNO}_3 \times 10$$

Residu sec

- Equipament, material i reactius

Balança analítica amb precisió $\pm 0,001\text{g}$

Matràs aforat de 100 ml

Càpsula de porcellana

Dessecador

- Tècnica de determinació

Col·locar la càpsula de porcellana en el dessecador 1 hora i després pesar-la (lectura 1)

Afegir-hi 100 ml de mostra d'aigua a analitzar

Assecar en estufa a 105°C fins a pes constant (mínim 24 hores)

Col·locar la càpsula de porcellana en el dessecador 1 hora i després pesar-la (lectura 2)

$$\text{mg/l residu sec} = 10(\text{g lectura 2} - \text{g lectura 1})$$

4. Àrea d'estudi

Aquest capítol està estructurat en tres apartats: el Parc Natural, com a figura administrativa del territori estudiat; el medi natural, on es fa una descripció de la geologia, la vegetació, el clima i els sòls; i l'extensió històrica dels conreus. Els aspectes del medi natural són l'apartat més ampli i se'n fa tant una descripció dels àmbits citats, com la relació que tenen amb l'objecte d'estudi, especialment el clima, on es fan relacions entre el tipus de precipitació i l'erosió que produeixen els diversos sectors del parc.

4.1. La figura del Parc Natural de Sant Llorenç del Munt i Serra de l'Obac

El Parc Natural de Sant Llorenç del Munt i la serra de l'Obac va néixer com a tal el 24 de juliol de 1972. La història de la seva protecció, però, ve de lluny. Aquest massís ja va ser present com un espai natural de necessària protecció el 1932 en l'anomenat *Regional Planning* de la Generalitat de Catalunya. Posteriorment, la Diputació de Barcelona va promoure els anys setanta la redacció del *Pla General d'Ordenació de la Província de Barcelona*, dins del qual es contemplava un sistema de parcs naturals, entre ells el de Sant Llorenç del Munt i l'Obac. Com a resultat d'això, es va formular un pla de delimitació prèvia, que definia l'àmbit territorial del Parc Natural i la seva àrea d'influència, i proposava unes normes urbanístiques generals.

El pla especial de 1972 delimitava una àrea de parc de 2.655 hectàrees, on s'impedien noves edificacions i es permetien els usos i aprofitaments agropecuaris i tradicionals, i una altra d'influència de 4.500 ha, força més ambigua. Una resolució posterior feia marxa enrera i conferia a aquestes normes el caràcter transitori de normes complementàries i subsidiàries del planejament, a desenvolupar pels plans generals corresponents.

<i>Figura de protecció</i>	<i>Superfície (ha)</i>	<i>Percentatge</i>
Reserva natural qualificada	2.676	27,76%
Reserva agrícola	189	1,96%
Reserva natural	6.773	70,28%
Total	9.638	100%

Taula 4.1: Àrees de protecció del Parc al 1982

Aquest pla va servir per aturar la progressió desordenada de les urbanitzacions cap a les parts més altes de la muntanya, però l'àrea protegida com a parc natural deixava fora força zones de gran interès. La revisió de la llei del sòl de 1975 i la tramitació de plans intermunicipals va afavorir el procés de revisió del pla, fins que el 4 d'octubre de 1982 va ser definitivament aprovat. De les 2.655 hectàrees es passa a 9.638, que suposa que la major part de les antigues zones de preparc, junt amb altres d'alt interès, passen a ser parc. En aquesta nova revisió hi ha un perímetre únic, sense zona perifèrica, però amb diverses figures de protecció (taula 4.1) que afecten un total de nou municipis de les comarques del Vallès Occidental i del Bages.

<i>Municipi</i>	<i>Superfície de terme mpal. (ha)</i>	<i>Superfície de parc (ha)</i>	<i>% sobre el terme municipal</i>	<i>% sobre el parc</i>
Matadepera	2.483	1.463,3	58,93	10,68
Terrassa	7.010	763,1	10,89	5,57
Vacarisses	4.054	1.052,8	25,97	7,69
Rellinars	1.084	673,3	62,11	4,92
Sant Vicenç de Castellet	1.709	221,6	12,97	1,62
el Pont de Vilomara i Rocafort	2.477	1.052,4	42,49	7,69
Mura	5.029	4.255,3	84,62	31,07
Sant Llorenç Savall	4.096	1.582,6	38,64	11,56
Castellar del Vallès	4.470	1.310,7	29,32	9,57
Talamanca	2.952	594,0	20,12	4,34
Granera	2.395	376,5	15,72	2,75
Total	39.946	13.693,7	34,28	100,00

Taula 4.2: Superfícies municipals i de parc natural per municipi (Parc Natural de Sant Llorenç, 2001)

Amb la darrera revisió, que és de 1997, la superfície del Parc passa a ser de 13.693,78 hectàrees. Els municipis que formen part de l'àmbit del parc són: Matadepera,

Mura, el Pont de Vilomara i Rocafort, Rellinars, Sant Llorenç Savall, Talamanca, Terrassa i Vacarisses; i els que de nova incorporació són: Castellar del Vallès, Granera, Monistrol de Calders i Sant Vicenç de Castellet (taula 4.2).

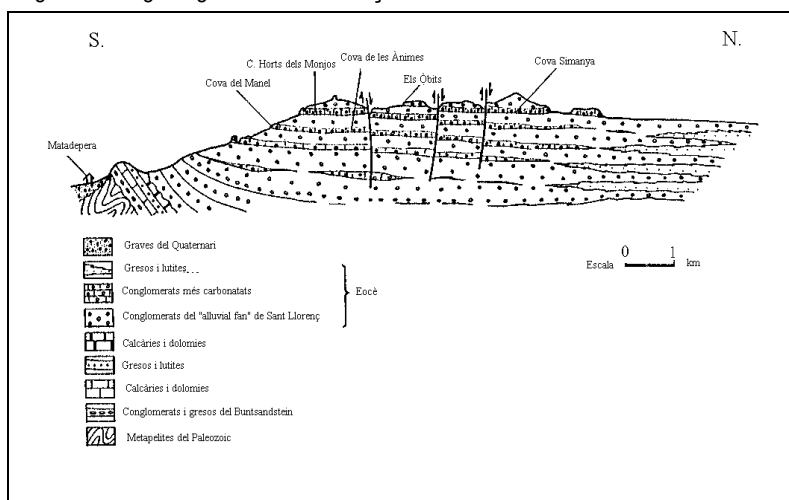
4.2. Aspectes del medi natural

4.2.1. Geologia

L'origen de l'actual massís de Sant Llorenç del Munt i l'Obac cal buscar-lo en la sedimentació dels materials erosionats del massís Catalano-Balear. Durant el Cenozoic la Depressió Central Catalana va funcionar com una important conca sedimentària i durant part del Paleogè aquesta conca va passar a tenir forma de golf obert cap a l'Atlàntic, tancat pels Pirineus i la Serralada Costanera Catalana. Els deltes torrencials que s'hi van formar i que van donar lloc a diverses acumulacions de còdols que posteriorment es van convertir en els actuals cordons de conglomerats que envolten aquest golf i que són els actuals relleus de l'àrea que ens ocupa (MAESTRO, 1987).

Litologia

Fig. 4.1: Tall geològic de Sant Llorenç del Munt



Font: FREIXES, et al., 1983

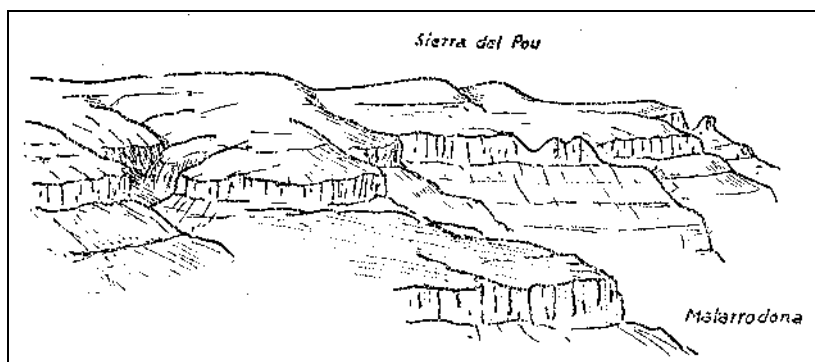
Sant Llorenç del Munt i l'Obac estan formats bàsicament per conglomerats i per intercalacions de gresos i lutites d'origen continental, dipositats durant l'Eocè per l'important sistema al·luvial de l'antic massís Catalano-Balear (fig. 4.1).

Els conglomerats tenen una potència màxima de 1200 m i, producte de la diversitat de l'àrea font, una composició heteromètrica i gran diversitat litològica: roques paleozoiques, clastes calcaris, lutífics i gresosos del Triàsic i, fins i tot, clastes calcàrics del Cretaci (LLOPIS, 1944). De la massivitat dels conglomerats de l'àrea central del massís es passa, per un canvi lateral de fàcies, a materials més fins, gresos i lutites, a la zona nord i nord-oest.

L'erosió diferencial, responsable en gran part del relleu actual, té per causa la diferent composició dels conglomerats. A grans trets aquests es poden dividir en carbonatats (matriu calcària o dolomítica, amb ciment carbonatat) i en silícics (matriu de quars, pissarra, etc., amb ciment calcari).

En el massís es distingeixen netament tres *cuestas*, suaus i inclinades al nord-oest, que LLOPIS (1944) va descriure a l'indret de la Mola, definint-les com inferior o del Cavall Bernat-Castellassa, mitja o de can Pobla i superior o de la Mola. Aquestes *cuestas* tenen un suport de gresos i argiles vermelles de fins a 50 cm de potència, sobre el que es recolzen dues capes de conglomerats: una de ciment argilós i una altra superior de ciment calcari. Aquest relleu és apreciable en diversos punts, tant del massís de Sant Llorenç del Munt com de l'Obac (fig. 4.2).

Fig. 4.2: *Cuestas de Castellsapera i Matarrodona, serra de l'Obac*



Font: LLOPIS (1944)

Els materials paleozoics de la base de l'àrea d'estudi són ordovicians i estan formats principalment per llicorelles, quarcites i filites, que donen relleus sinclinals.

Els materials quaternaris queden limitats a les terrasses de la riera de les Arenes i del riu Ripoll, els glacis de peu de muntanya i els col·luvions. Per a MAESTRO (1987) les diverses

terrasses de la riera de les Arenes són conseqüència de l'alternança de períodes plujosos, en els quals domina la sedimentació de materials, i de períodes secs, amb predominància de l'erosió i per tant d'encaixament de la xarxa fluvial.

Tectònica

Producte de les distensions miocèniques, el massís té una important xarxa de diàclasis i falles d'orientació general NE-SW. Les falles són producte de la distensió que s'ha donat a les zones fortament diaclasades, entre les quals destaquen la falla de la cova del Drac, la del collet de Tres Termes, la de coll d'Eres i la de la canal de Can Pobla.

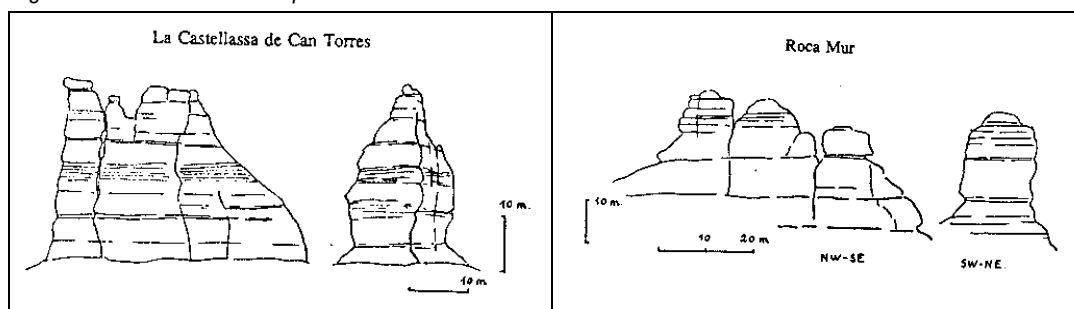
Els sediments que conformen el massís són postectònics o sintectònics, per la qual cosa no han sofert grans deformacions. La gran massa de sediments terciaris cabussa 25-30° al NW de forma concordant. L'alternança de materials de diferent composició i resistència dóna una estratificació molt clara des de qualsevol punt d'observació (LLOPIS, 1944).

Geomorfologia

L'erosió diferencial entre els conglomerats calcaris, força resistents, i els de matriu argilosa, més erosionables, ha donat lloc al relleu característic d'aquestes muntanyes. Aquest tret és fàcilment observable a la Mola, amb diversos nivells de conglomerats, o graons. A la serra de l'Obac, i degut a la major compactació dels conglomerats, les unitats no estan tan diferenciades.

El sistema de diàclasis del massís ha permès l'acció contundent de l'erosió. PINTÓ (1992), basant-se en els estudis de Llopis, considera que a partir d'aquestes diàclasis es formen canals per la dissolució del ciment calcari, que acaben per individualitzar-se del conjunt, fet que dóna el relleu característic del perímetre del massís, amb formes monolítiques com ara el Cavall Bernat, les Castellases de Can Torres o del Dalmau, etc. (fig. 4.3).

Fig. 4.3: Modelat del relleu a partir dels sistemes de diàclasis



Font: LLOPIS, 1944

La perifèria del massís està formada pels materials aportats en successives pulsacions marines que van donar lloc a evolucions del *fan-delta*, que va dipositar conglomerats en els moments d'expansió, i materials d'origen marí durant les etapes regressives (MAESTRO, 1987). Per a ANADON (1979) hi ha tres fàcies diferenciades: fàcies de Vacarisses, fàcies de Sant Llorenç Savall i fàcies de Santa Creu de Palou.

La relativa debilitat dels materials margosos i lutífics enfront dels conglomerats de la zona central del massís, ha permès el fort encaixament de la xarxa hidrogràfica amb el resultat de valls estretes i profundes, com el Torrent de Santa Agnès, el de la Font del Llor o el d'Estenalles, per citar-ne alguns.

Hidrologia

Aquest aspecte del massís ha estat àmpliament estudiat per Freixes i el seu equip, sobretot, el que fa referència a la hidrogeologia i de forma molt especial el carst.

La circulació superficial d'aigües en el massís és quasi inexistent. No hi ha cap curs permanent fora del riu Ripoll, que des de l'àrea d'estudi rep la principal aportació d'aigua de la font del Llor, a la vall d'Horta. Per la resta de rieres i torrents només hi circula aigua en esdeveniments plujosos de gran intensitat o en períodes de pluges contínues. La circulació hidrològica es produeix de forma subterrània, per infiltració dels llits dels cursos fluvials i a través d'aquests al medi càrstic (FREIXES, *et al.*, 1983)

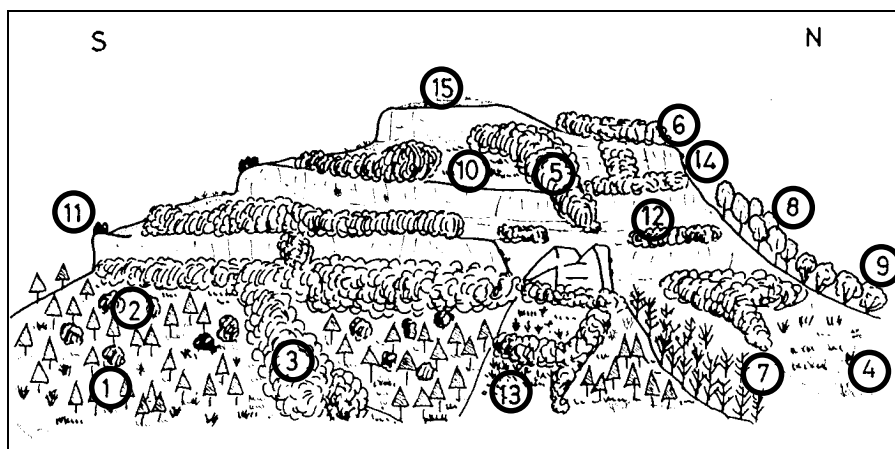
El drenatge superficial del massís es produeix per la riera de les Arenes, la riera de Gaià, la riera de Nespres, el torrent de la Saiola i el torrent de les Vendranes, cap a la conca del Riu Llobregat. El sector oriental ho fa cap el riu Ripoll a través de la riera de la vall d'Horta. Pel que fa a les aigües subterrànies, aquestes surten a l'exterior a través de nombroses fonts permanents i temporals que es localitzen a les zones perifèriques del massís. Entre aquestes

es pot citar la font del Llor, els caus de Mura, les fonts de Rellinars i els caus de Can Guitart. Dins del massís hi ha diversos aquífers superficials, d'importància molt menor que el carst actual, que tenen sortida a l'exterior en diversos punts, com ara la font del Saüc, la font Soleia i la font de la Pola, entre altres. Aquestes zones saturades s'expliquen per la intercalació de nivells de gresos i lutites, o bé de conglomerats de matriu argilosa.

4.2.2. Vegetació

La vegetació de les serres de Sant Llorenç del Munt i de l'Obac se situa a la regió mediterrània septentrional, constituïda per boscos i bosquines escleròfil·les mediterrànies amb les comunitats típiques d'alzinars, garrigues i brolles, dels quals l'alzinar n'és la vegetació potencial (BOLÒS, BOLÒS, 1950). Malgrat aquest domini del món mediterrani, és destacable la presència de comunitats eurosiberianes que es desenvolupen en els vessants obacs i en els indrets més humits. Una altra formació vegetal són els boscos secundaris, presents sobretot a les parts baixes i constituïts per pinedes de substitució de pi blanc (*Pinus halepensis*) i per espècies heliòfiles, com ara l'arboç (*Arbutus unedo*) i el romaní (*Rosmarinus officinalis*). El predomini absolut dels perennifolis, ja siguin espècies mediterrànies o centreuropees, dóna al paisatge del parc un aspecte similar durant tot l'any, ja que la caiguda de la fulla d'aquests arbres no és total (ORTA, *et al.*, 1992). Aquestes formacions es diposen de forma ideal tal i com reflecteix la figura 4.4.

Fig. 4.4: Principals comunitats de vegetació a la Mola



Font: PINTÓ, 1990

- | | |
|--|--|
| 1. Pineda de pi blanc amb brolla de romaní | 9. Avellanosa en els fons de vall i canals obagues |
| 2. Bosc mixt d'alzines i pi blanc | 10. Prat de cargola i arenària de les codines per sobre 850 m |
| 3. Alzinar amb marfull | 11. Savines i boix en els replans ventosos i relleixos |
| 4. Llistonar i prat d'annuals en codines per sota els 850 m | 12. Alzinar i màquia de boix i savines en els relleixos i diaclasis que travessen els cingles |
| 5. Alzinar amb boix a les canals i vessants inclinats | 13. Mosaic de codina: fragments d'alzinar + brolla de romaní llistonar + prat d'annuals |
| 6. Alzinar muntanyenc en els replans per sobre els 900 m | 14. Comunitat rupícola d'orella d'ós i corona de reina |
| 7. Pinedes de pi roig i pinassa en vessants orientats al sud | 15. Prat culminant amb eròfila (<i>Erophila verna</i>), trencarocs (<i>Saxifraga granulata</i>) i almesquí (<i>Narcissus assoanus</i>) |
| 8. Rouredes de roure martinenc i de fulla gran en els vessants obacs de la part alta | |

Les condicions climàtiques de la zona fan de l'alzinar típic el bosc més estès en el parc per sota dels 800 m. Tot i això l'acció antròpica ha fet malbé molts d'aquests boscos i ara és difícil trobar-ne de ben constituïts, ja que durant moltes dècades van ser arrencats per plantar-hi vinyes, actualment resten a les parts més altes i les a canals més fondes. El sotabosc està format per marfull (*Viburnum tinus*), galzeran (*Ruscus aculeatus*) i arboç (*Arbutus unedo*). Dins d'aquesta associació es troben les subdivisions següents: alzinar amb pi blanc, sureda, alzinar amb boix i alzinar aclarit (PINTÓ, 1993a).

Per sobre de l'alzinar típic o litoral apareix l'alzinar muntanyenc, que s'enfila fins a les parts culminants de les serres, on la temperatura és inferior i la precipitació és significativament més abundant. El substrat calcari, predominant en els conglomerats de Sant Llorenç, fa que les espècies acidòfiles típiques d'aquest alzinar siguin molt escasses. Els boscos més ben formats es troben a les parts altes de les canals, on hi ha sòls profunds i les condicions

climàtiques són menys estressants per a la vegetació, amb abundant presència de boix (*Buxus sempervirens*) i de plantes pròpies de les rouredes. En aquestes formacions destaca la presència, tot i que escassa, del pi roig (*Pinus sylvestris*), que en altres indrets, com ara la Barata, forma pinedes mixtes amb la pinassa (*Pinus nigra*) (COMELLES, 1996).

A les canals estretes, on hi ha permanentment un ambient ombrívol, es troben magnífics exemplars d'avellaners (*Corylus avellana*) i, de forma més esporàdica, moixeres de pastor (*Sorbus torminalis*), tells de fulla gran (*Tilia platyphyllos*), grèvol (*Ilex aquifolium*) i freixes de fulla gran (*Fraxinus excelsior*) (COMELLES, 1996).

La degradació que han patit els alzinars, sobretot a les parts baixes del massís, sovint ha donat lloc a un estrat arbustiu que es veu afavorit per la manca d'arbres de grans dimensions que d'altra manera els privarien el pas de la llum. Entre aquestes formacions destaca la màquia de boix i savines (*Stipo-Juniperetum phoenicea*) als llocs de sòls més pobres com ara cingles i turons, i la garriga, limitada als sòls més calcaris.

Les brolles són les comunitats que ocupen una àrea més extensa. L'esmentada degradació de l'alzinar porta associada una reducció dels espais ombrívols i humits, fet que possibilita la instal·lació arreu de brolles calcícoles (*Rosmarinus officinalis* i *Erica multiflora*) o silicícola (*Cisto-Sarothamnetum catalaunicum*), en funció del substrat present (PINTÓ, 1995). L'arbre que substitueix l'alzina és el pi blanc, que no aconsegueix modificar les condicions d'eixutesa ambiental, ja que les seves capçades són d'una mida relativament reduïda, per la qual cosa el sotabosc que l'acompanya no es veu afectat. Allí on hi ha substrat argilós o pissarrós el pi pinyer (*Pinus pinea*) sols ser-hi present, tot i que no arriba a ser mai abundant.

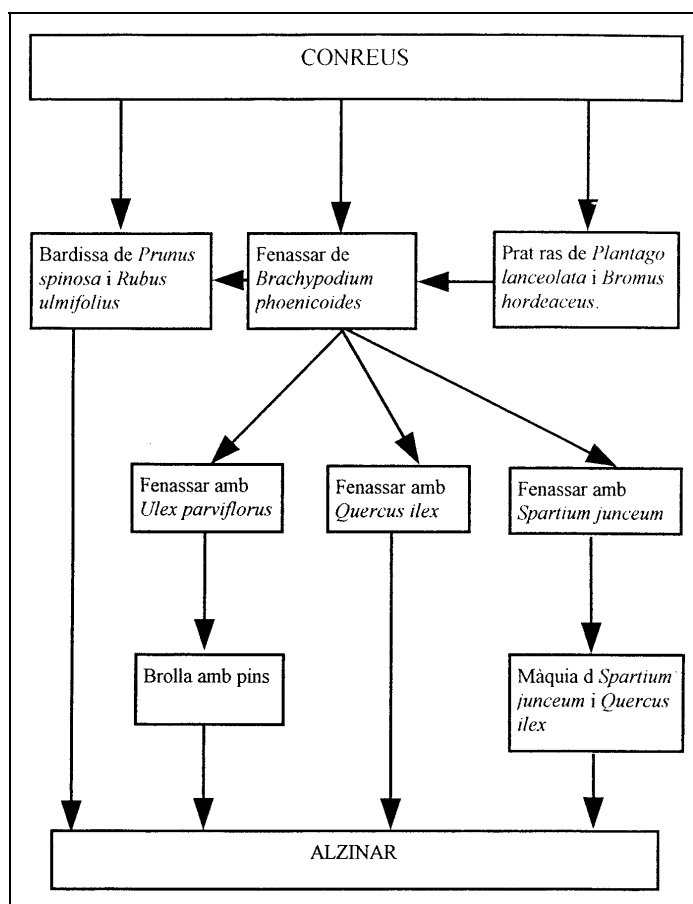
El dèficit hídric dels mesos d'estiu no permet la instal·lació de bones pastures, i els prats que s'hi donen són terofítics, és a dir, que s'assequen quan arriba l'estiu, com ara els fenassars (*Brachypodietum phoenicoidis*), el prat sec d'abellatge (*Hyparrhenietum hirtopubescentis*), el llistonar (*Phomido-Brachypodietum retusi*) i altres (PINTÓ, 1995).

A les parts altes dels vessants orientats al nord, amb sòls profunds i condicions ambientals suficientment humides, es dona una vegetació de caire centroeuropeu, com ara les rouredes (MIRALLES, 1985). Les rouredes de roure de fulla gran (*Quercus petraea*) són presents a les obagues més occidentals, entre Coll Prunera i el Montcau, per sobre dels 800 m. El segon tipus de rouredes presents al parc és la de roure martinenc (*Quercus pubescens*), tot i que aquest no arriba a formar boscos com l'anterior, i n'hi ha alguns exemplars en els alzinars, especialment a la Costa de la Mata.

La importància del drenatge subterrani del massís, producte de la carstificació dels conglomerats calcaris, redueix l'escolament superficial permanent del massís al riu Ripoll. Aquest fet dóna lloc a un bosc de ribera de poca significació, que tradicionalment ha estat molt malmès per l'home que l'ha substituït per pollancre (*Populus nigra*).

Fig. 4.5: Dinàmica de la vegetació en uns conreus abandonats en el sector de la Barata

Font: PINTÓ, 1993a



L'abandonament dels conreus de vessant en el parc i de l'explotació forestal, ja sigui per fer carbó vegetal, llenya o altres, ha suposat la reforestació de moltes zones, fins al punt que l'extensió actual dels boscos és la més gran en molts segles. L'evolució d'aquests camps no és linial, i està en funció de multitud de paràmetres, com ara la proximitat al bosc, les variables

topogràfiques, la humitat del sòl, les espècies pioneres a colonitzar, etc. Una de les possibles dinàmiques és l'exposada en la figura 4.5.

En resum, i seguint les conclusions que PINTÓ (1993a) presenta a la seva tesi doctoral, es pot concloure que:

- ✓ La vegetació mediterrània predomina en el conjunt del parc. L'alzinar típic, les garrigues, i les pinedes de pi blanc amb brolles, cobreixen extenses superfícies del massís.
- ✓ Les parts altes del massís estan condicionades per les limitacions climàtiques, geomorfològiques i litològiques.

- ✓ La vegetació mediterrània, de manera localitzada, es troba estesa arreu. Tot i que la superfície que recobreixen és força limitada, representen un percentatge elevat respecte al total de comunitats, la qual cosa reflecteix unes condicions ecològiques favorables.
- ✓ La vegetació potencial del vessant nord, per sobre de 800 m, és la roureda.

La cartografia de la vegetació actual es troba en el mapa 2, realitzat a partir de la digitalització i posterior tractament del mapa de PINTÓ, PANAREDA (1995).

4.2.3. Clima

La finalitat d'aquest apartat en el conjunt de la recerca duta a terme és doble: edafològic i geomorfològic. Es busquen diferències dins del parc en el règim climàtic i en els principals trets que el caracteritzen, precipitació i temperatura, que ajudin a explicar la relació que s'estableix entre el clima i l'evolució dels espais estudiats. Pel que fa a l'edafologia, el règim de precipitacions, molt marcat per l'estacionalitat, i els períodes amb elevades temperatures fan que el nivell d'humitat en el sòl sigui escàs, el que dona lloc a determinades comunitats vegetals; un cas típic d'això és el binomi alzinar-roureda, comunitats que sovint ocupen un espai comú i que tenen una transició d'una cap a l'altra molt suau.

Pel que fa a la geomorfologia, la intensitat de la pluja marca en bona mesura el poder erosiu que aquesta té. El clima mediterrani en general, entre altres característiques, ve definit per la intensitat de les pluges: episodis amb precipitacions molt elevades es produeixen en lapses de temps molt curts, i per tant amb un poder erosiu molt gran. Aquesta característica climàtica s'ha treballat a través dels gràfics d'irregularitat de la precipitació.

Així doncs, l'interès del clima no ha estat descriptiu, sinó que s'ha utilitzat com a element que expliqui aspectes diferents que es donen en certs sectors de l'àrea d'estudi. Tot i això, i en base a les dades obtingudes de diferents observatoris, s'ha fet una caracterització climàtica. El primer pas en aquest sentit ha estat utilitzar la informació de l'*Atlas Climàtic de Catalunya* i les dades de temperatura i precipitació de les estacions properes al parc.

Caracterització climàtica

Les dades climàtiques existents són escasses i sobretot de poca qualitat, de manera que resulta força difícil anar més enllà de certes aproximacions a la climatologia de la zona, fet, però, que tal i com ja hem senyalat és suficient en aquest treball.

Les estacions utilitzades (taula 4.3 i fig. 4.6) tenen sèries que van dels 4 als 20 anys. D'aquestes estacions l'única que serveix per caracteritzar les zones més altes és la de la Mola, però en tenir una sèrie tant curta queda invalidada, tot i que en aquesta aproximació que realitzem ens hem vist obligats a utilitzar-la. Per a les parts baixes del vessant del Vallès s'han utilitzat les dades de Can Casamada (Castellar del Vallès) i Matadepera, i les de Sant Llorenç Savall per al sector més oriental. Per últim, pel sector occidental s'han utilitzat les dades de Rellinars.

Les sèries completes amb prou anys per poder-les utilitzar correctament han de ser de 30 anys, segons l'OMM, i aquestes només es troben a les ciutats importants que envolten el parc: Terrassa, Sabadell i Manresa, però a causa de la seva distància no reflecteixen el que succeeix a l'àrea d'estudi.

<i>Estació</i>	<i>Coordenades UTM i (alçada en m)</i>	<i>Registre en anys (precipitació/temperatura)</i>	<i>precipitació mitjana (mm·any⁻¹)</i>	<i>temperatura mitjana (°C)</i>	<i>temperatures extremes (M/m)</i>
la Mola	418300/4610600(1104)	9/4	850	10,2	30/-9
Matadepera	419000/4606000(423)	20/6	786	12.9	35.5/-5
Sant Llorenç Savall	421700/4614500(466)	10/10	635	14.8	42/-7
Castellar del Vallès	424000/4608500(331)	15/15	618	15.4	43/-11
Rellinars	409200/4610000(322)	4/4	557	14.5	37/-8

Taula 4.3: Característiques de les estacions meteorològiques analitzades

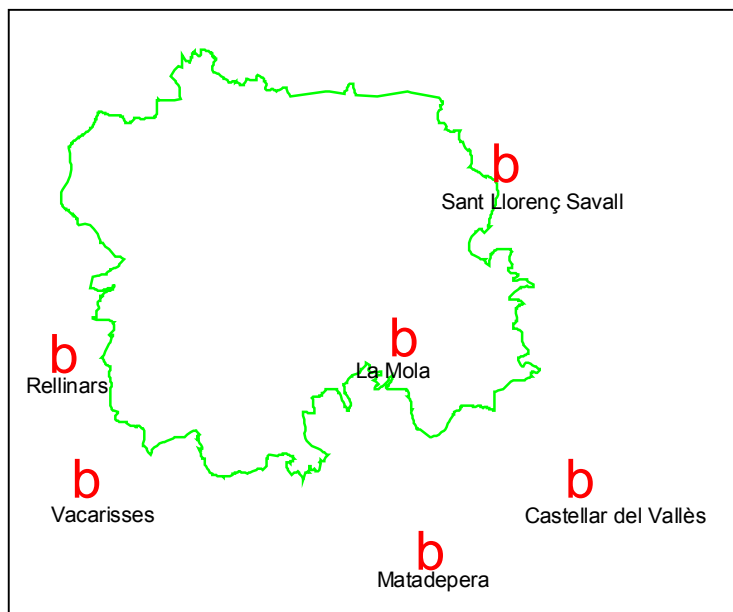


Fig. 4.6: Situació de les estacions meteorològiques

Precipitacions

El règim mediterrani de pluges al parc dona episodis molt intensos a la tardor que provoquen grans avingudes en els torrents i rieres. El relleu abrupte de les serres de l'Obac i, especialment, de Sant Llorenç del Munt, actuen com a barrera orogràfica davant de les llevantades, fet que es reflecteix en les dades dels observatoris estudiats, donant una disminució en la precipitació a mesura que s'avança cap el nord i l'oest. Així, Terrassa (300 msnm¹⁵²) té una mitjana anual de 664 mm de precipitació i Castellar del Vallès (325 msnm) la té de 635; i els observatoris nordoccidentals no arriben als 600 mm·any⁻¹: Manresa (250 msnm) 563, Rellinars (320 msnm) 472 i Talamanca (550 msnm) 504 (PINTÓ, 1994). També s'ha de tenir en compte l'efecte *föhn* que es produeixen en aquestes serres en descendir l'aire calent i sec pel seu vessant nord.

Un cop més cal dir que les sèries utilitzades són molt curtes i no serveixen per descriure convenientment el règim de precipitacions, però sí que són, si més no, indicatives d'aquest, i sobretot permeten fer certes comparacions entre les diferents estacions.

El règim de precipitació de tots els observatoris és mediterrani, com ja s'ha dit, amb un màxim pluviomètric a la tardor seguit per un màxim secundari a la primavera. En aquest

¹⁵² msnm: metres sobre el nivell del mar

primer màxim són freqüents els xàfecs de gran intensitat, amb precipitacions sovint superiors als 100 mm dia (taula 4.4), durant els mesos de setembre i octubre. El segon màxim, el de primavera, també assoleix valors molt importants, com és el cas de Rellinars al 2000, a la mateixa taula, però en general acostumen a ser de menor intensitat, i tenen el màxim de precipitació mitjana al mes de maig. Aquesta dualitat tardor-primavera és menys acusada a la Mola que a les estacions de la plana, ja que el mes de maig té uns valors molt similars als de setembre i octubre.

<i>Estació</i>	<i>Precipitació (mm dia)</i>	<i>data</i>
Sant Llorenç Savall	120	10-10-1994
Castellar del Vallès	140	11-10-1994
Rellinars	123	10-6-2000
Vacarisses	40,6	26-4-1988

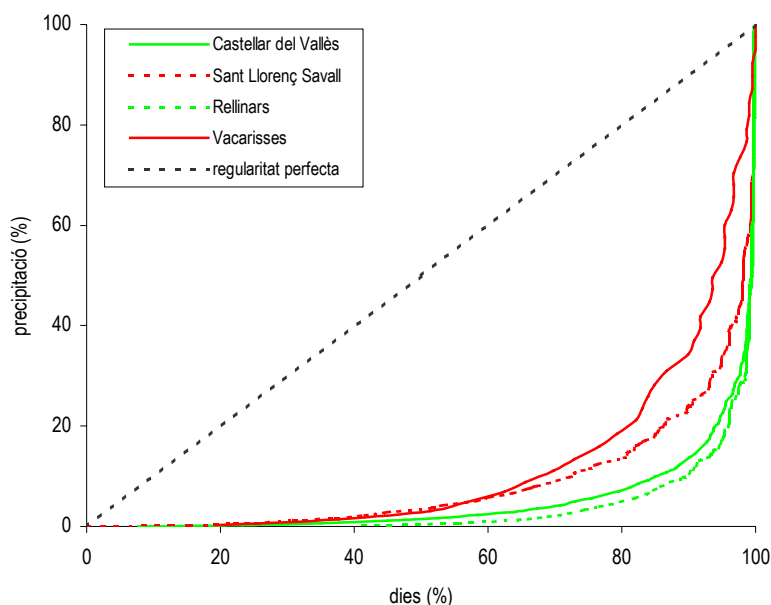
Taula 4.4: Precipitacions màximes en 24 hores

Tal i com indica PINTÓ (1994: 25) la torrencialitat de les pluges matisa força el valor total de la precipitació anual, ja que la vegetació no té a la seva disposició tot aquest volum. És a dir, que el fet que en uns pocs episodis caigui un percentatge molt elevat del total, fa que bona part d'aquesta aigua formi part de l'escolament superficial, de manera que passa a circular ràpidament per la xarxa hidrogràfica abans de poder infiltrar-se en el sòl i donar un nivell d'humitat al sòl més elevat i més persistent en el temps.

Lligat a aquest fet es pot parlar de la irregularitat de la precipitació com un factor d'erosió del sòl, i seguint la metodologia utilitzada per MARTÍN (1987) s'ha avaluat aquest factor. La regularitat perfecta de la precipitació seria aquella on cada interval en el que dividim la precipitació anual, a partir de dades diàries, aporta la mateixa quantitat final a la precipitació total anual, de forma que, per exemple, un 20% del total dels dies reben un 20% del total de la precipitació. Com més se separi la corba de precipitacions d'aquesta recta que uneix el punt 0% de precipitació en 0% de dies, amb el punt 100% de precipitació en el 100% dels dies, més irregular és la seva distribució.

Per calcular aquest índex es quantifiquen els dies amb precipitació en classes d'un mil·límetre (0,1 a 0,9 mm, 1 a 1,9 mm... fins al dia de màxima precipitació) i el volum total d'aquesta precipitació. La metodologia per a la construcció d'aquest índex es pot veure a l'annex 8.5.3. Aquesta valoració s'ha fet per a les estacions de Castellar del Vallès, Sant Llorenç Savall, Rellinars i Vacarisses, amb els resultats que mostra el gràfic 4.1. La pluja és

molt irregular a totes les poblacions, però no hi ha un patró en aquest fet que doni diferències entre el sector de Sant Llorenç i el de l'Obac, o entre la part meridional, exposada de forma més important a les llevantades, i la part septentrional a sotavent d'aquestes pluges.



Gràfic 4.1: Irregularitat de la precipitació per a diferents estacions.

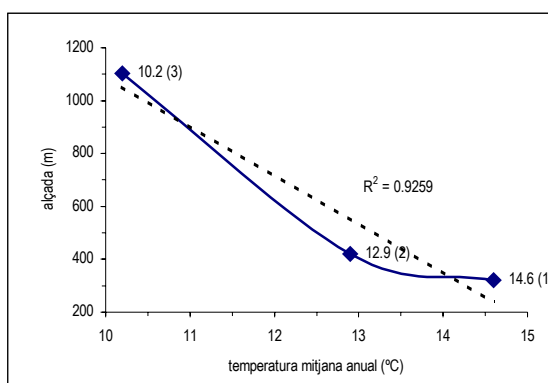
L'estació que mostra una menor irregularitat és Vacarisses, però creiem que això és perquè la sèrie de dades de què es disposa és molt curta i això distorsiona la gràfica, i la resta d'estacions es mouen en un rang més petit. Observant la taula 4.5 es comprova com en un 10% dels dies de l'any, és a dir entre 30 i 40 dies, cau la pràctica totalitat de la precipitació de l'any, i en un 5% de dies (15-20 dies) es produeix entre la meitat i tres quartes parts d'aquesta precipitació. Així doncs, el règim torrencial de la precipitació és evident, però aquest tret no serveix per poder fer valoracions relatives de la precipitació entre diferents àrees de la zona d'estudi.

Estació meteorològica	% de precipitació en els dies més plujosos de l'any	
	10% de dies	5% de dies
Castellar del Vallès	87	77
Sant Llorenç Savall	76	66
Rellinars	90	83
Vacarisses	63	45

Taula 4.5: Irregularitat de la precipitació per a diferents estacions.

Temperatures

Les temperatures mitjanes tenen una marcada relació amb l'alçada. Utilitzant les dades que publica PINTÓ (1995: 26), s'observa aquesta relació alçada-temperatura mitjana per al sector meridional (gràfic 4.2), on hi ha dades de temperatures des de la plana fins a la part més elevada del massís. Una vegada més cal dir que les sèries de dades no són suficientment llargues, i que per tant els valors s'han de prendre com a una tendència, i no de forma absoluta. En qualsevol cas sembla que el gràfic és prou eloqüent del que succeeix.



Gràfic 4.2: Relació alçada-temperatura entre les estacions de Terrassa(1), Matadepera(2) i la Mola(3).

Pel que fa a les temperatures màximes i mínimes creiem que ja no es poden utilitzar les dades obtingudes, perquè els valors no reflecteixen la realitat. Segurament amb una sèrie completa apareixerien temperatures mínimes més baixes a la Mola, perquè el valor de -9°C sembla excessivament elevat. Per altra banda cal pensar que són més importants aquests valors extrems que els mitjans de cara als límits que marca la temperatura a la vegetació.

Per establir una relació entre temperatura i vegetació caldria disposar d'estacions meteorològiques molt properes entre si i en vessants soleis i obacs. Fer disquisicions sobre aquesta relació sense disposar de les dades sembla del tot impossible i per tant només ens podem limitar a dir generalitats, com per exemple que als boscos del Guitard, 480 msnm, (PINTÓ 1993a) es on es donen avellanoses amb la mateixa composició florística de la que es dona a zones situades 500 metres per sobre.

Tipus de clima

De les diverses classificacions climàtiques existents ens ha semblat oportú utilitzar la de WALTER (1976), seguida per BOLÒS (1984) i per PINTÓ (1994). Walter classifica els climes

en funció de la temperatura i la precipitació mitjana anual i mensual¹⁵³, i obté bioclims axèrics freds, axeromèrics i xerotèrics. El clima de la zona d'estudi es troba dins dels xerotèrics, que es divideix en els climes següents: mediterranis humits i mediterràneo-muntanyecs subhumits, de la baixa muntanya marítima, mediterranis marítics subhumits i subàrids de terra baixa, marítics amb període subhivernal acusat, més secs (amb almenys un mes peràrid), marítics d'hivern temperat, marítics temperats de tendència molt àrida i mediterranis continentals de baixa altitud.

	<i>Castellar del Vallès</i>	<i>Sant Llorenç Savall</i>	<i>Rellinars</i>	<i>Vacarisses</i>	<i>la Mola</i>	<i>Matedepera</i>
Gener	hu/shi	hu/shi	hu/shi	phu/shi	phu/hi	hu/shi
Febrer	sar/shi	sar/shi	ar/shi	par/shi	phu/hi	hu/shi
Març	shu/te	sar/te	ar/te	ar/te	phu/shi	hu/shi
Abril	hu/te	hu/te	shu/te	shu/te	hu/shi	hu/te
Maig	hu/sest	shu/sest	sar/sest	sar/sest	hu/te	hu/te
Juny	sar/est	sar/est	ar/est	sar/est	sar/sest	shu/sest
Juliol	ar/est	par/est	par/est	par/est	sar/sest	ar/est
Agost	ar/est	ar/est	ar/est	ar/est	hu/sest	shu/est
Setembre	shu/est	hu/est	sar/te	shu/sest	hu/sest	shu/sest
Octubre	hu/sest	hu/sest	sar/te	sar/te	hu/te	shu/te
Novembre	hu/te	hu/te	shu/shi	shu/shi	phu/shi	shu/shi
Desembre	hu/shi	hu/shi	shu/shi	phu/shi	phu/hi	phu/shi

Bioclima	xerotèric (mediterrani)					
Clima	marítm amb període subhivernal acusat				mediterrani humit	de baixa muntanya marítima
Tipus	sabadell	sabadell	sabadell	sabadell	morella	montserrat

Taula 4.6: Classificació bioclimàtica i climàtica de les estacions estudiades¹⁵⁴

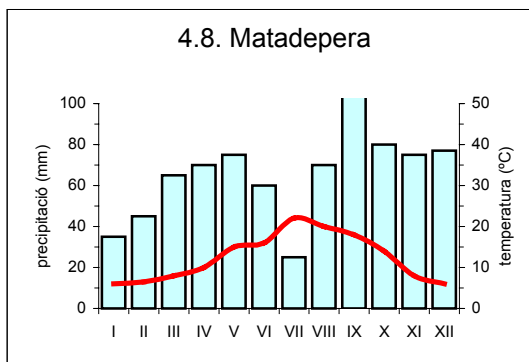
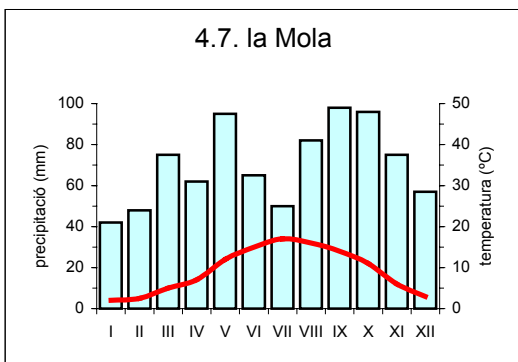
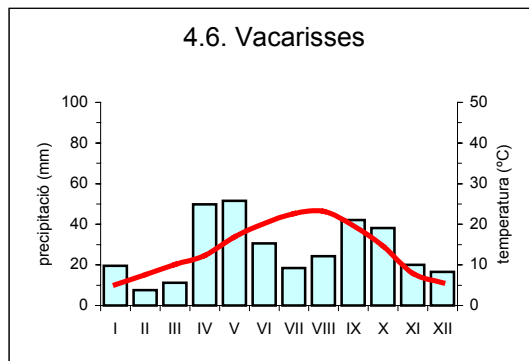
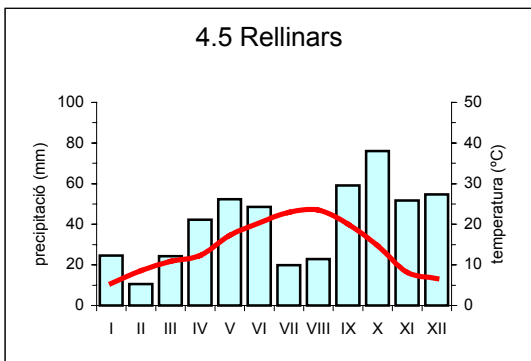
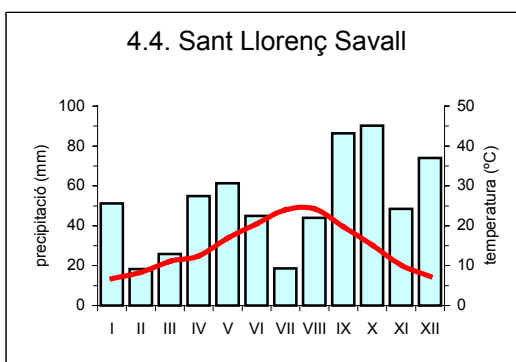
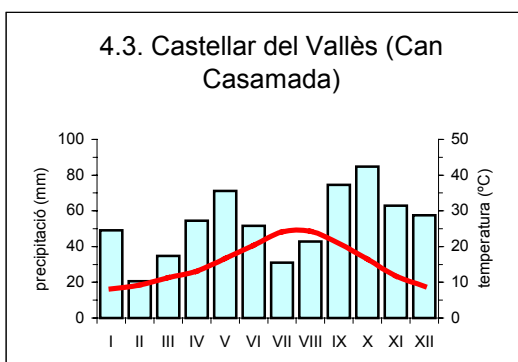
La taula 4.6 classifica climàticament els diversos sectors del parc. Com ja s'ha dit, tota la zona d'estudi pertany al bioclima xerotèric, i a tres diferents climes, amb tres tipus diferents també. Les parts baixes de la zona, tant a occident com a orient, (estacions

¹⁵³ Un bon resum d'aquesta classificació es troba a BOLÒS (1984: 26-35)

¹⁵⁴ A la primera part de la taula 4.6 (classificació mensual), el primer caràcter correspon a la precipitació i el segon a la temperatura, segons:

Precipitació	ar: mes àrid	sar: mes subàrid	par: mes peràrid	hu: mes humit	shu: mes subhumit	phu: mes perhumit
Temperatura	te: mes temperat	sest: mes subestival	est: mes estival	hi: mes hivernal	shi: mes subhivernal	

meteorològiques de Castellar del Vallès, Sant Llorenç Savall, Rellinars i Vacarisses) tenen un clima marítim amb un període subhivernal acusat, del tipus *sabadell*, que es defineix per la presència de 2 o 3 mesos subhivernals i un estiu de 4 mesos, amb 2 mesos àrids. Les parts més elevades (estacions meteorològiques de Matadepera i de la Mola) tenen dos climes diferents: mediterrani humit i clima de la baixa muntanya marítima, respectivament. El tipus de clima de Matadepera és l'anomenat *morella*, que ve defint per tenir un hivern de 3 mesos i un període subestival de 4, sense cap mes tèrmicament estival, i amb un mes àrid i un de subàrid a l'estiu astronòmic. Per últim el tipus de clima de la Mola és el *montserrat*, que té 5 mesos subhivernals, 2 mesos d'estiu i ariditat coincidents (BOLÒS, VIGO, 1984: 32-33).



Gràfics 4.3 a 4.8: Diagrames ombrotèrmics (Construcció pròpia, excepte la Mola i Matadepera que provenen de PINTÓ, 1994: 30).

Lligat als bioclimes, climes i tipus definits, els diagrames ombrotèrmics dels punts analitzats (gràfics 4.3 a 4.8) mostren un patró comú a la terra baixa (diagrames de Castellar, Sant Llorenç Savall, Rellinars i Vacarisses): acusat període d'aridesa a l'estiu astronòmic, màxim de precipitació a la tardor i un segon màxim a la primavera. Entre les estacions de Castellar i de Sant Llorenç Savall, tot i la seva proximitat es pot veure com les llevantades perden força a mesura que avancen cap al nord. Tot i tenir una distribució de precipitacions molt similar, a l'estiu es produeix un dèficit hídric més important a Sant Llorenç.

Pel que fa a les estacions de Rellinars i Vacarisses, pensem que les mínimes diferències que mostren els diagrames corresponen segurament a la poca qualitat de les dades, pel fet ja comentat de ser sèries amb pocs anys de dades. El dèficit hídric de l'estiu és més acusat que a la zona oest, i apareix un nou període amb dèficit a la sortida de l'hivern, quan les temperatures ja se suavitzen, però la manca de precipitacions persisteix.

La Mola, a causa de la seva alçada, fa clarament de barrera orogràfica a les masses de núvols que venen de l'est. Aquest fet comporta un règim de precipitacions molt més constant que a la resta del parc, tot i que també hi ha dos màxims pluviomètrics anuals: tardor i primavera. Aquesta mateixa alçada li suposa una suavització de les temperatures mitjanes dels mesos més càlids, el que porta a no tenir cap mes amb dèficit hídric. Ja per acabar, el cas de Matadepera és relativament similar al de la Mola, però amb un mes de juliol suficientment sec com perquè doni dèficit.

4.2.4. Sòls

La bibliografia existent sobre aquesta temàtica en el parc és molt escassa, es limita als treballs puntuals de PONT (1987), SERRA *et al.* (1987), BADIA *et al.* (1992) i BECH *et al.* (1994). Altres autors han fet alguna descripció dels sòls dins d'obres de caire generalista (ARISÓ, 1982: 49-52), o en la ressenya de l'àrea d'estudi en treballs en els quals els sòls no n'eren l'eix principal (PINTÓ, 1993a: 92-95). Fora d'aquests, no hi ha cap treball que descriu els sòls de Sant Llorenç del Munt i l'Obac de forma exhaustiva.

Les diferències que es donen entre els vessants obacs i els solells, tan importants en l'establiment de les comunitats vegetals, també resulten en gran mesura determinats per a l'evolució dels sòls. Les condicions de sequedat presents en les orientacions sud, producte de l'augment de temperatura i d'evapotranspiració a causa de la quantitat d'insolació que reben,

donen lloc a uns sòls menys rentats i a un cert alentiment dels seus processos evolutius. Per contra, les orientacions nord, amb una insolació menor tenen una humitat ambiental més elevada i un efecte superior de les boires i de la rosada, que es tradueix en una evapotranspiració molt inferior.

Aquestes condicions climatològiques, causades en gran part per l'orografia del massís, donen a grans trets dos tipus de sòls. A solana es troben sòls rogencs, menys avançats, que encara resten molt carbonatats i amb un pH neutre o lleugerament bàsic. En oposició, a obaga hi ha sòls bruns, que presenten una notable descarbonatació i un pH força àcid, amb processos evolutius avançats i deslligats del substrat.

En el treball dut a terme per PONT (1897) s'estudien els sòls de la zona del Sot de la Bota i de la canal de les Teixoneres, al nordoest del parc, i s'obtenen els resultats resumits a la taula 4.7. Així doncs el primer perfil correspon a un sòl forestal, àcid, amb bona mineralització i ben evolucionat; el segon és un sòl en procés final de descarbonatació, encara ben saturat i amb una mineralització moderada; el tercer és un sòl forestal, bastant evolucionat, totalment descarbonatat i amb una baixa mineralització; el quart, i darrer, també és forestal i té una presència elevada de carbonats.

Taula 4.7: Característiques dels sòls del Sot de la Bota i la canal de les Teixoneres

Perfil	Orientació	pH	Sat. bases	Mineralització	Classificació
I	N	àcid	38% (en sup.)	bona	Typic xerocherp
II	N	neutre	100%	moderada	Typic xerorthent
III	N	àcid	molt baixa	baixa	Dystric xerocept
IV	S	bàsic	100%	-	-

Font: PONT, 1987

PINTÓ (1993a) divideix els sòls del parc en funció de seu grau de descalcificació. Així dins dels sòls descalcificats considera els madurs, deslligats del substrat, i els formats sobre esquistos i granits paleozoics. Els sòls poc descalcificats són producte d'una precipitació escassa o de la dinàmica dels vessants, que els aporten constantment sediments i n'impedeix la maduració.

Per a BADIA *et al.* (1992) al parc dominen els *entisòls* (sòls joves, poc desenvolupats i sense a penes horitzons de diagnòstic) i els *inceptisòls* (sòls immadurs, poc desenvolupats, però una mica més que els anteriors, en els quals és possible diferenciar l'horitzó A, i fins i tot un incipient B, compartint l'espai amb zones nues, on no s'hia desenvolupat el sòl i la

presència de vegetació és quasi inexistent. Un tercer grup són els *alfisòls* (que són sòls lixiviats), amb una presència escassa però sorprenent donat que aquests sòls tenen caràcter relictu i han hagut de suportar condicions de conservació adverses. Malgrat això, una coberta vegetal molt estructurada els ha permès no ser erosionats, com ha succeït arreu dels Països Catalans. Aquests autors classifiquen els sòls que han estudiat en sis perfils com a *typic xerochrepts*, *mollic haploxeralf*, *ultic haploxeralf* i *typic haploxeralf*.

4.3. Aspectes del medi social: extensió històrica dels conreus

La imatge que presenta actualment el massís de Sant Llorenç del Munt i la serra de l'Obac és, possiblement, la menys antropitzada de tot el mil·lenni. Molts dels boscos que omplen aquestes muntanyes semblen haver ocupat el territori des de temps immemorials, però en realitat no ha estat així. A qualsevol dels molts racons feréstecs i inhòspits d'aquestes muntanyes hi trobarem un topònim, una antiga feixa o unes runes que delaten la presència de l'home en temps històrics. Entre molts d'altres noms es pot citar a tall d'exemple el torrent de la Balma de la Calç, la carena de l'Era dels Enrics, la Vinya de la Pastora o el mateix coll d'Eres.

Segons FERRANDO (1984, 1985) tant a l'edat mitjana com a l'edat moderna aquestes terres van ser conreades i pasturades, els boscos van ser explotats per tallar llenya, fer carbó vegetal, recollir fruits, plantes aromàtiques i medicinals, etc. Així doncs, la presència actual de la nostra societat, malgrat les seves infraestructures, nuclis de població, línies elèctriques, xarxes viàries, activitats de lleure o altres, no és comparable amb l'explotació que va exercir sobre aquest territori en el passat.

El màxim poblament, i per tant segurament la màxima pressió sobre el medi, es va donar entre els segles X al XIV, per causes polítiques i no pas econòmiques: especialment la invasió sarraïna i la destrucció de l'antiga Egara. El poblament era força dispers, i ocupava masies, balmes, cabanes, etc, això va donar lloc a una població pagesa molt pobra i disseminada, ja que els sòls no tenien la qualitat suficient per suportar una agricultura gaire productiva, i fins i tot moltes vegades ni tan sols de supervivència. La climatologia també era un dels reptes a superar, donat que els estius excessivament eixuts posaven en perill la collita de blat, que era el cereal més estès, fins i tot per sobre del sègol, malgrat que aquest darrer es trobi més adaptat al rigor climàtic i a la mala qualitat de les terres. El conreu de regadiu ha

estat sempre restringit a les valls amb cursos semipermanents d'aigua, com ara la riera de Nespres, a Mura; la vall d'Horta, a Sant Llorenç Savall; i el riu Ripoll, a l'extrem oriental del parc.

Durant els segles X i XI el conreu més estès a la muntanya va ser la vinya, seguit a molta distància per les oliveres i els cereals. Amb el pas dels segles, però, aquests darrers van adquirir cada cop més importància i la vinya es va veure poc a poc relegada a les zones menys productives i de més difícil accés, fins que els mercats americans d'alcohols a la segona meitat del segle XVIII i el XIX van donar una nova embranzida a aquest conreu. Segons ROCA (1991: 99), a Vacarisses, la producció de vi es multiplica per cent en trenta anys, de 80 càrregues el 1747 es passa a 8.000 el 1780.

Els erms i les zones amb vegetació arbustiva eren explotades per abundants ramats de cabres i ovelles. El bosc en aquest període encara ocupava una extensió força important, que s'aniria reduint a mesura que augmentaven els conreus.

Durant els segles XIV i XV la pressió demogràfica va baixar força per l'emigració de la població de menys recursos a la plana i pels estralls de la pesta negra (COLL, 1991). És en aquest moment quan apareixen els masos més importants que encara resten avui: la Barata (construïda l'any 1330), el Dalmau (any 1341), la Mata (any 1288), can Pèlachs (any 1327), can Pobla (any 1217), la Vall (any 1238), etc. (BALLBÉ, 1981, 1982). Aquesta nova situació va dur canvis importants en el paisatge; així els conreus més marginals es van abandonar i els més productius es van intensificar molt. Els masos van fer-se més grans, i van posar en conreu les terres de pendents relativament suaus, sovint en forma d'artigues, i la superfície del bosc, ocupada majoritàriament per rouredes i alzinars, es va veure reduïda a les zones improductives o de molt difícil accés (FAURA, 1993).

L'arribada de la fil·loxera va significar un punt d'inflexió en l'agricultura de la zona. La pràctica desaparició de la vinya a l'àrea de l'actual Parc Natural no va ser substituïda per altres conreus i va donar lloc a la recuperació de boscos secundaris d'alzines que van ser afavorits per fer-ne carbó vegetal, i de pi blanc i pi pinyer. Si bé en molts indrets de Catalunya es van arrencar els antics ceps i es van plantar els de *peu americà*, a les serres de Sant Llorenç del Munt i de l'Obac aquesta operació va ser inviable per la manca de rendibilitat que oferien les pobres condicions ambientals, ja siguin de relleu accidentat, pobresa dels sòls, dificultat d'accés, etc (MATEU, PINTÓ, 1992).

Els conreus cerealístics i les oliveres cada cop són més reduïts, fins que acaben per desaparèixer a les dècades dels seixanta i setanta del segle XX. L'exploració del bosc segueix un camí similar, perquè la demanda de combustible vegetal és substituïda pel petroli.

