

## EL MEDI NATURAL A LA ZONA VOLCÀNICA DE LA GARROTXA A PARTIR DE LA INFORMACIÓ CONTINGUDA EN EL SEU PLA ESPECIAL

M. Campos \* & X. Pons \*\*

\* Dept. de Ciències Ambientals. Universitat de Girona. Pl. Hospital 6, 17071 Girona, Espanya.

\*\* Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals, CREAF, i Unitat de Botànica. Universitat Autònoma de Barcelona. Facultat de Ciències. Bellaterra.

---

### RESUM

Aquest article presenta els primers resultats de l'anàlisi de dades espacials d'un parc natural. El parc és situat en una zona volcànica de Catalunya; la comarca d'Olot. Les dades utilitzades provenen de mapes fets al 1982 amb la finalitat d'informar de la necessitat de protegir aquesta àrea. Per tal de dur a terme les anàlisis, els mapes han estat introduïts en un sistema d'informació geogràfica; es determinen i s'analitzen les superfícies planimètriques i reals (tenint en compte el pendent) dels diferents municipis, litologia, usos del sòl i vegetació. És interessant destacar que actualment els alzinars són, amb diferència, més estesos que els boscos de caducifolis, tot i que l'àrea se sol considerar com d'important afinitat mediterrània i atlàntica per les seves característiques climàtiques.

### ABSTRACT

This paper presents first results concerning analysis of spatial data of a natural park. This park is located in a volcanic area of Catalonia: the *Comarca d'Olot*. Data used is from maps done in 1982 to inform about the need of legally protect the area. These maps have been introduced into a geographical information system to perform the analysis, which show planimetric area and real area (accounting for slope) of different municipalities, lithology, land use and vegetation. It is interesting to point out that nowadays Mediterranean sclerophyllous oak forests are by far more spread than deciduous forests, although normally is emphasized the near Medio-European and Atlantic character of the area because of its climatic characteristics.

**Keywords:** cartography, GIS, protected areas, spatial analysis.

---

## INTRODUCCIÓ

Al 1799, F. X. de Bolòs va donar a conèixer per primera vegada l'existència del vulcanisme olotí en la seva obra *Noticia de los extinguidos volcanes de la villa de Olot* publicada al 1820. A partir d'aquest moment comença una llarga llista de publicacions científiques (Belly, 1828; Lyell, 1842;...) referides als descobriments, la història i la cartografia geològica d'aquesta àrea.

A més de la seva importància geològica, l'àrea d'Olot presenta un paisatge i una vegetació diversa que va donar peu al fet que des del final del segle XIX fos un centre d'estudis botànics i paisatgístics. Destaquem diferents científics i naturalistes

com Francesc Xavier de Bolòs, Pietro Bubani, Estanislau Vayreda, Ramon de Bolòs, Antoni de Bolòs, Oriol de Bolòs... que estudiaren i recopilaren informació del medi natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa.

Actualment la zona volcànica està catalogada per la Llei 2/1982, de 3 de març de 1982, com a Paratge Natural d'Interès Nacional amb àrees de Reserva Integral d'Interès Geobotànic (Generalitat de Catalunya, 1982), i en el Decret 82/1994, de 22 de febrer, s'aprovà el Pla Especial del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa (Generalitat de Catalunya, 1994), que recull gran volum d'informació temàtica (litologia, vegetació, usos del sòl, xarxa hidrogràfica, impactes ecològics...). Tanmateix, l'època en què va ser elaborat el Pla no permetia de fer-ne una anàlisi espacial detallada i quantitativa com la que pretenem iniciar amb aquest estudi, a causa, fonamentalment, de la poca capacitat de càlcul dels ordinadors i de l'encara incipient desenvolupament dels sistemes d'informació geogràfica digitals.

L'objectiu d'aquest treball és descriure i quantificar el medi natural del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa (PNZVG) amb la informació cartogràfica existent en el seu Pla Especial. Per aconseguir aquest objectiu s'ha utilitzat un Sistema de Informació Geogràfica, el qual permet emmagatzemar, consultar, transformar, analitzar i representar dades espacials (Burrough, 1986). Amb l'ús d'aquestes eines es poden gestionar els mapes com a dades bàsiques per a l'anàlisi i la descripció d'un espai concret.

### SITUACIÓ DE L'ÀREA

El PNZVG està situat al NE de Catalunya, al centre de la comarca de la Garrotxa, inscrit al rectangle de coordenades UTM31: 45426 466047 i 46869 467586 (figura 1). Bàsicament, el PNZVG es troba a la zona anomenada comarca d'Olot, caracteritzada pel fet de ser una unitat rejaenovada pel vulcanisme quaternari (Fernández, 1991). Repartit entre les diferents conques altes del riu Fluvià, Sert, Brugent i Llèmana, les quals estan separades per la serralada del Corb i Finestres.



**Figura 1.** Mapa de situació del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa.

## MATERIAL I MÈTODES

### 1. Dades utilitzades

Les fonts de dades que s'utilitzen al llarg d'aquest treball corresponen, majoritàriament, a la sèrie de mapes del Pla Especial del PNZVG. Aquests mapes es divideixen en dues sèries segons la seva escala i el format en què estan representats. Una primera sèrie correspon a cartografies en blanc i negre, sobre format contravegetal transparent i a escala 1:20000, tots sense georeferenciar. La segona sèrie de mapes presenta un fons ben acolorit i amb format paper fotogràfic a escala aproximada d'1:35000. Aquest article es basa en quatre d'aquests mapes: mapa I-9: Límits de les àrees protegides per la llei (sèrie 1); mapa I-10: Ocupació del sòl (sèrie 1); mapa I-4: Litologia (sèrie 2) i mapa I-7: Vegetació (sèrie 2).

Altres mapes que hem utilitzat són els topogràfics núm. 295-I [Santa Pau], núm. 257-III [Olot], núm. 256-IV [Riudaura] i núm. 294-II [Sant Privat d'en Bas] de la sèrie *Mapa Topográfico Nacional de España 1:25000*, publicats pel MOPU i la Direcció General de l'Institut Geogràfic Nacional. També s'ha emprat un model digital d'elevacions del terreny amb cel.la de 45 x 45 m<sup>2</sup>, reinterpolat a 30 x 30 m<sup>2</sup>.

En tots els resultats cal tenir en compte que hem comprovat que els mapes del Pla Especial presenten un nivell d'error planimètric d'uns 30 a 45 m, segons els mapes.

### 2. Equip utilitzat

Per a l'emmagatzematge, la transformació i l'anàlisi de les dades recollides en el Pla Especial s'ha emprat un Sistema d'Informació Geogràfica, la configuració del qual es basa en diversos ordinadors 486 amb monitor d'alta definició i disc dur d'alta capacitat, taula digitalitzadora i plòter. Els mapes del Pla Especial s'han transcrit a format digital amb un escàner A0 d'una empresa especialitzada.

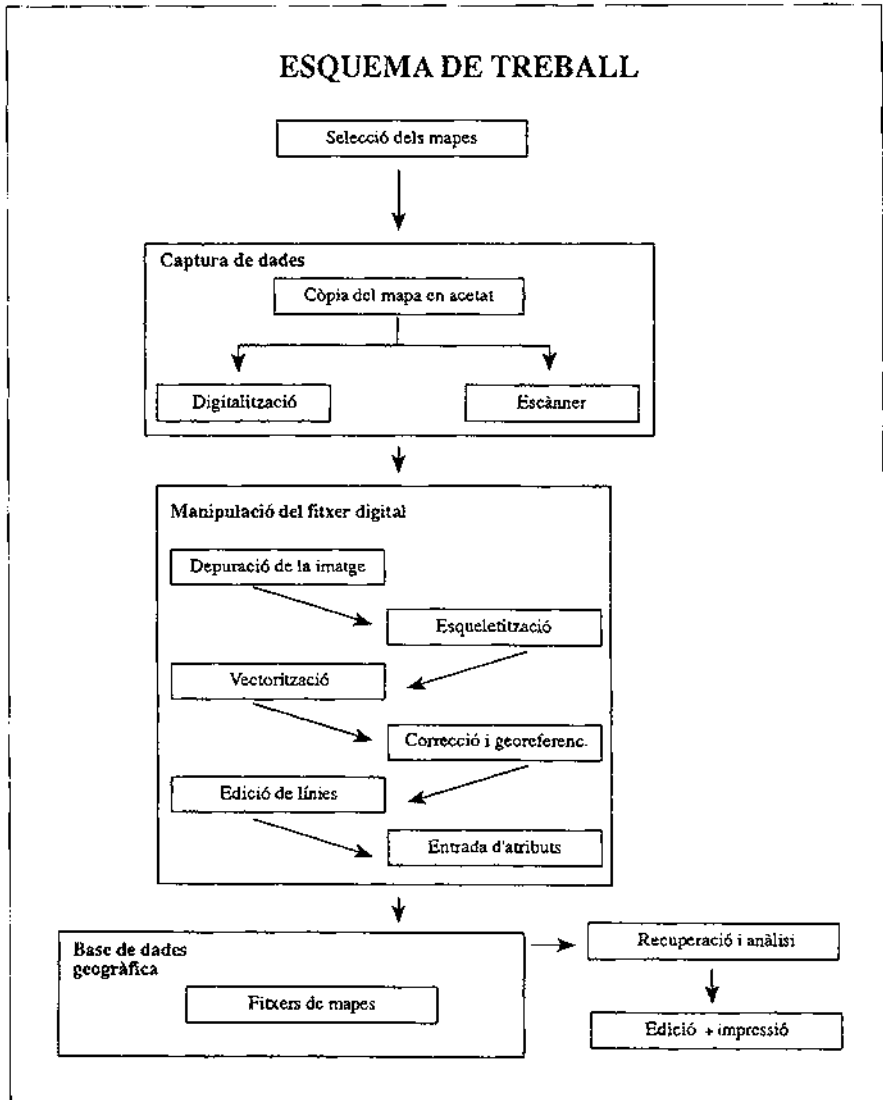
El programari utilitzat per a la captura, manipulació i transferència dels fitxers a un Sistema d'Informació ràster es divideix en quatre grups:

- i) Programa de dibuix tipus ràster per la manipulació d'imatges binàries.
- ii) Programa de dibuix tipus vectorial.
- iii) Un conjunt de programes (Pons, 1992) que permeten el tractament i la manipulació dels fitxers, així com la seva transferència als diversos programes que s'han utilitzat.
- iv) Un Sistema d'Informació Geogràfica de tipus ràster.

### 3. Plantejament de l'estudi

Per descriure el medi natural a partir dels mapes del Pla Especial es va seguir l'esquema de treball de la figura 2. Els mapes seleccionats permeten descriure la litologia, la vegetació, l'ocupació del sòl del Parc, així com saber quines de les zones tenen un elevat interès de protecció. La transcripció a format digital de la informació temàtica de cadascun d'aquests mapes per integrar-lo a un GIS s'ha fet mitjançant el protocol de manipulació i transformació descrit a Campos i Pons (1994).

Amb els mapes topogràfics 1:25000 de l'IGN i amb l'ajut de la taula digitalitzadora, es digitalitzaren els límits municipals inclosos dins el Parc, límits que permeten donar les estadístiques d'ocupació de l'espai amb dades per municipi. Una altra font d'informació és l'anàlisi del model digital d'elevacions del terreny amb el qual s'obtenen els mapes de pendents, orientacions i altimetria de l'àrea.



**Figura 2.** Esquema de treball seguit per a la informatització dels mapes (Campos i Pons, 1994).

Per cada mapa es calcula la superfície que ocupa cadascuna de les categories de la seva llegenda; en cap cas, però, no hem eliminat les àrees catalogades com a excloses (bàsicament urbanes) ja que el mateix Pla Especial no ho feia i perquè considerem que d'aquesta manera es pot tenir una visió millor de conjunt de l'àmbit del Parc. En alguns casos s'ha calculat la superfície aproximada a la real tenint en consideració el pendent en cada punt seguint el protocol descrit a l'apèndix 2 de Pons (1990).

## RESULTATS I DISCUSSIÓ

El Parc ocupa una superfície planimètrica de 12.069 ha, de les quals 913 estan catalogades com a reserves naturals i 840 ha són àrees excloses, les quals són compreses majoritàriament per àrees urbanes. Si es calcula una aproximació de la superfície real a partir de la consideració del pendent en cada punt, la superfície ocupada pel Parc és de 12739 ha.

La taula 1 mostra la superfície i el percentatge que ocupa cadascun dels dotze municipis dins l'àmbit del Parc, dels quals tres, Santa Pau, Olot i Sant Joan les Fonts, es reparteixen el 77,6 % de la seva superfície. Les àrees catalogades com a reserva natural pel seu interès geològic o geobotànic estan situades principalment al municipi de Santa Pau, que és on estan situats els principals punts d'interès geològic (cons volcànics com Santa Margarida, el Crosat, Roca Negra...) i d'interès geobotànic (la Fageda d'en Jordà...). Les 165,5 ha de reserva natural del municipi d'Olot són, a banda dels cons volcànics, les restes de boscos de roure pènel característics de la plana d'Olot.

Municipi	Àrea del Parc		Reserva natural		Àrea exclosa		Total	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Castellfollit de la Roca	50.3	0.5	0.0	0.0	22.5	2.7	72.8	0.6
La Canya	78.6	0.8	0.0	0.0	13.1	1.6	91.7	0.8
La Vall de Bianya	89.3	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	89.3	0.7
Les Planes d'Hostoles	482.2	4.7	27.5	3.0	0.0	0.0	509.7	4.2
Les Preses	727.5	7.1	30.9	3.4	6.3	0.7	764.7	6.3
Mieres	189.2	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	189.2	1.6
Montagut de Fluvià	22.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	22.8	0.2
Olot	2170.2	21.0	165.5	18.1	606.9	72.2	2942.6	24.4
Sant Aniol de Finestres	581.6	5.6	17.5	1.9	0.0	0.0	599.1	5.0
Sant Feliu de Pallerols	328.1	3.2	35.5	3.9	0.0	0.0	363.6	3.0
Sant Joan les Fonts	2188.9	21.2	80.2	8.8	148.9	17.7	2418.0	20.0
Santa Pau	3407.2	33.0	555.7	60.9	42.6	5.1	4005.5	33.2
<b>Total</b>	<b>10315.8</b>	<b>100.0</b>	<b>912.8</b>	<b>100.0</b>	<b>840.2</b>	<b>100.0</b>	<b>12068.7</b>	<b>100.0</b>

**Taula 1.** Repartició de la superfície del Parc en els diferents municipis que hi són compresos.

Quant al relleu, les alçades oscil·len entre 238 m i 1.027 m (1.018 al model d'elevacions) amb una mitjana de 553,5 m; el 57,8 % del Parc oscil·la entre 400 i 600 m, i un 27,4 % entre 600 i 800. Quant als pendents, aquests prenen valors entre 0° i 61,4°, amb una mitjana de 14,6°. La taula 2 resumeix la quantificació planimètrica

de les principals classes d'alçades, pendents i orientacions en l'àmbit del Parc. És interessant observar que la meitat dels pendents del Parc superen els 12°, la qual cosa dóna idea de com és d'accidentat el relleu; es pot observar també que, com podíem esperar, la classe de màxim pendent és la que presenta un increment superior d'àrea en considerar la inclinació del terreny i que la proporció d'ocupació del sòl de Parc augmenta un 2,1 %. Pel que fa a les orientacions, i prescindint les zones planes fins a 7°, també és notable l'equilibrat repartiment en les quatre direccions N, S, E i W, com és lògic en una àrea de superfície relativament extensa.

<b>Alçada (m) Classes</b>	<b>Àrea planimètrica del Parc (ha)</b>	<b>% respecte al Parc</b>	<b>Àrea real del Parc (ha)</b>	<b>% respecte al Parc</b>
200-400	1107.5	9.2	1154.9	9.1
400-600	6974.8	57.8	7257.3	57.0
600-800	3310.2	27.4	3574.9	28.1
800-1000	674.2	5.6	750.0	5.9
1000-1200	2.0	0.0	2.2	0.0
<b>Total</b>	<b>12068.7</b>	<b>100.0</b>	<b>12739.3</b>	<b>100.0</b>
<b>Pendent (°) Classes</b>	<b>Àrea planimètrica del Parc (ha)</b>	<b>% respecte al Parc</b>	<b>Àrea real del Parc (ha)</b>	<b>% respecte al Parc</b>
0 - 2	1072.8	8.9	1073.1	8.4
2 - 7	2680.6	22.2	2688.9	21.1
7 - 12	1596.6	13.2	1618.9	12.7
12 - 25	4636.3	38.4	4912.7	38.6
> 25	2082.4	17.3	2445.4	19.2
<b>Total</b>	<b>12068.7</b>	<b>100.0</b>	<b>12739.0</b>	<b>100.0</b>
<b>Orientació Classes</b>	<b>Àrea planimètrica del Parc (ha)</b>	<b>% respecte al Parc</b>	<b>Àrea real del Parc (ha)</b>	<b>% respecte al Parc</b>
Planes fins a 7°		3753.4	31.1	3762.2
29.5				
Nord	2242.2	18.6	2444.5	19.2
Est	1860.3	15.4	2023.3	15.9
Oest	2173.0	18.0	2311.3	18.1
Sud	2039.9	16.9	2197.8	17.3
<b>Total</b>	<b>12068.8</b>	<b>100.0</b>	<b>12739.1</b>	<b>100.0</b>

**Taula 2.** Superfície ocupada per les principals classes d'alçades, pendents i orientacions en l'àmbit del PNZVG, tenint en compte la seva àrea planimètrica i segons una aproximació a l'àrea real, basada en la consideració del pendent en cada punt.

Pel que fa a la litologia del Parc, a la taula 3 es presenta la quantificació superficial del mapa litològic del Pla Especial, que permet descriure l'àrea des d'un punt de vista geològic. Malgrat que el Parc és conegut com a zona volcànica, és destacable que només el 39,4 % del seus materials estan catalogats com a material volcànic, el 46,5 % correspon a materials terciaris, i la resta, el 15,3 %, són materials moderns d'aportació fluvial que ocupen principalment els fons de les valls. Observem que els materials terciaris estan majoritàriament situats a les zones més abruptes, ja que experimenten un increment més alt de superfície en considerar el pendent del terreny on es troben. Les 4760,4 ha de materials volcànics donen lloc a formacions edafològiques poc freqüents a Catalunya i que caracteritzen el paisatge de la comarca d'Olot.

Litologia	Classes	Àrea planim. (ha)	%	Àrea real (ha)	%
<b>Roques sedimentàries.</b>					
<b>Substrat terciari:</b>					
	Alternança de gresos de gra fi i margues	3088.4	25.6	3398.5	26.7
	Conglomerats, limolites i gresos	2290.3	19.0	2484.7	19.5
	Margues	107.3	0.9	112.4	0.9
	Guixos	10.2	0.1	10.8	0.1
<b>Roques efusives.</b>					
<b>Formacions volcàniques:</b>					
	Laves basàltiques	3358.5	27.8	3397.6	26.7
	Piroclasts i gredes	1347.5	11.2	1410.0	11.1
	Bretxes piroclàstiques i laves basàltiques	54.4	0.4	56.8	0.4
<b>Sediments quaternaris:</b>					
	Alluvials	43.0	0.3	44.9	0.3
	Llims i argiles	1263.0	10.5	1287.1	10.1
	En blocs i còdols	505.2	4.2	535.1	4.2
<b>Sense informació:</b>		1.1	0.01	1.1	0.01
<b>Total</b>		<b>12068.9</b>	<b>100.0</b>	<b>12739.0</b>	<b>100.0</b>

**Taula 3.** Superfície ocupada per cada una de les classes de la cartografia litològica dins l'àrea del PNZVG. Càlculs realitzats tenint en compte l'àrea planimètrica i segons l'aproximació a l'àrea real.

La classificació del sòl que presenta el mapa del Pla Especial "Ocupació del sòl" està descrit a la taula 4. Les categories més representades al Parc són la forestal i l'agrícola, amb un 52,4 % i un 34,1 %, respectivament. Cal remarcar aquesta notable bipolaritat en els usos del sòl, ben diferent d'altres àrees del país on les superfícies ocupades per formacions arbustives i herbàcies solen tenir més importància

com a conseqüència de la dinàmica de perturbacions (incendis, estassades...) o de l'abandonament de conreus. Alhora, l'increment de superfície relativa dels boscos respecte al Parc en considerar el pendent evidència que aquests estan situats en zones amb més pendent, contràriament a allò que passa en els conreus. També s'ha de dir que, de les 479 ha de vegetació de ribera, aquesta està repartida linealment al llit del riu Fluvià, en concret a les zones on aquest llit és més ample.

Quant al mapa de vegetació, la taula 5 recull els trets principals de la seva ocupació en el Parc. Malgrat que els mapes de vegetació solen generalitzar la fragmentació real del territori, el mapa de vegetació del Pla Especial resulta prou adequat per fer-ne una primera aproximació. L'anàlisi de la taula 5 revela que els alzinars són, de llarg, la formació vegetal més estesa al Parc (33,9 %) i que, a més, ocupen zones força abruptes. Són les fagedes, però, les que se situen en els pendents màxims, tal com evidència l'increment de superfície que observem en tenir en compte el relleu. La roureda de roure pènel, d'elevat interès biogeogràfic (Bolòs i Bolòs, 1951), està poc representada (menys d'un 1 % de la superfície del Parc). Com ja hem comentat per al cas dels usos del sòl, les formacions arbustives i herbàcies també són poc representades.

Ocupació del sòl. Classes	Àrea planimètrica del Parc (ha)	% respecte al Parc	Àrea real del Parc (ha)	% respecte al Parc
Conreus	4115.8	34.1	4182.2	32.8
Prats i pastures	316.5	2.6	334.4	2.6
Vegetació de ribera	478.6	4.0	492.3	3.9
Brolles i landes	244.0	2.0	262.9	2.1
Boscos	6318.8	52.4	6866.1	53.9
Àrees urbanes	594.9	4.9	601.3	4.7
<b>Total</b>	<b>12068.6</b>	<b>100.0</b>	<b>12739.2</b>	<b>100.0</b>

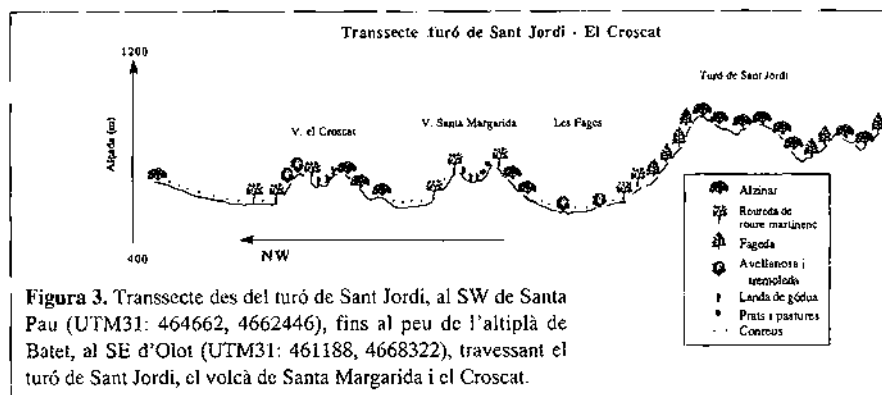
**Taula 4.** Superfície ocupada per cada una de les classes de la cartografia dels usos del sòl dins l'àrea del PNZVG. Càlculs realitzats tenint en compte l'àrea planimètrica i segons l'aproximació a l'àrea real.



Classes de vegetació	Àrea	%	Àrea real	%
	planim. (ha)		(ha)	
Alzinar	4097.2	33.9	4440.2	34.8
Roureda de roure martinenc	1241.2	10.8	1309.1	10.3
Bosc caducifoli mixt	211.6	1.7	226.5	1.8
Residus de bosc de roure pèrol	71.5	0.6	72.5	0.6
Fageda	928.2	7.7	1049.9	8.2
Brolla calcífuga d'estepes i brucs	30.4	0.2	32.0	0.2
Landa de gòdua o de brugueroia. Bardissa	195.7	1.6	211.3	1.6
Prats i pastures	308.5	2.6	326.3	2.6
Conreus	3825.4	31.2	3885.2	30.5
Vegetació ruderal	576.6	4.8	581.9	4.6
Verneda	306.1	2.5	317.1	2.5
Avellanosa i tremoleda	178.3	1.5	187.4	1.5
Pinedes secund., castanyedes i arbredes	97.8	0.8	99.8	0.8
<b>Total</b>	<b>12068.5</b>	<b>100.0</b>	<b>12739.2</b>	<b>100.0</b>

**Taula 5.** Superfície ocupada per cada una de les classes de la cartografia de vegetació dins l'àrea del PNZVG. Càlculs realitzats tenint en compte l'àrea planimètrica i segons l'aproximació a l'àrea real.

És interessant notar que, malgrat l'elevada pluviometria de la zona, els boscos caducifolis en el seu conjunt només representen el 20 % de la superfície del Parc i el 35 % de la massa forestal. Tradicionalment, es considera el clima de l'àrea d'Olot com de tendència atlàntica (Bolòs i Vigo, 1984), per la qual cosa resulta destacable el fet que els boscos caducifolis no tinguin una importància encara no més gran. Podem especular que l'elevada superfície de conreus (31 % del Parc) podria canviar significativament aquesta situació si fos ocupada per boscos. El perfil de la figura 3 pot ajudar a comprendre millor alguns aspectes de la distribució de la vegetació a la zona: fagedes als vessants obacs i escarpats; alzinars als turons i cims, especialment solells; rouredes esparses a les zones baixes; i vegetació de ribera als fons de vall. També es pot apreciar l'ocupació dels conreus a les àrees planes. Les landes i prats ocupen petits conreus abandonats.



**Figura 3.** Transsecte des del turó de Sant Jordi, al SW de Santa Pau (UTM31: 464662, 4662446), fins al peu de l'altiplà de Batet, al SE d'Olot (UTM31: 461188, 4668322), travessant el turó de Sant Jordi, el volcà de Santa Margarida i el Croscat.

Finalment, notem que, respecte a la superfície urbanitzada de Catalunya (2,7 %, ICC (1990)), el PNZVG té un percentatge de recobriment urbanitzat sensiblement superior (4,8 %).

Aquest treball constitueix una primera aportació de resultats d'un estudi més ampli i aprofundit que estem duent a terme i que esperem presentar properament. Entre altres factors, pretenem estudiar la distribució de la vegetació respecte a la radiació solar i a paràmetres climàtics.

### Agraïments

Aquest treball s'ha realitzat amb l'ajut econòmic de l'Ajuntament d'Olot i del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa (Departament de Medi Ambient), que van concedir-nos dues beques, una per a la realització del projecte *Informatització cartogràfica del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa (municipi d'Olot)* i una segona per a la *Informatització cartogràfica del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa (municipi de Santa Pau)*. Volem agrair especialment a la Direcció i tècnics del Parc, així com a diversos tècnics del Departament de Medi Ambient, les diferents ajudes i atencions que hem rebut.

### BIBLIOGRAFIA

- DE BOLÒS A. & DE BOLÒS O. (1951). Sobre el robledal del llano de Olot (*Isopyro-Quercetum roboris*). *Collect. Bot.*, III: 137-145. Barcelona.
- DE BOLÒS O. & VIGO, J. (1984). *Flora dels Països Catalans*. Vol. I Fundació Jaume I. Editorial Barcino. Barcelona.
- BURROUGH, P.A. (1987). *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Clarendon Press Ed. 195 pàg. Oxford.
- CAMPOS, M. & PONS, X. (1994). Informatització cartogràfica del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. Informe tècnic intern. Departament de Medi Ambient. Generalitat de Catalunya. Barcelona.
- FERNÁNDEZ, J. (1991). Unitats de paisatge a la Garrotxa. *Revista de Girona*, 149. Girona.
- GENERALITAT DE CATALUNYA (1982). Llei de protecció de la Zona Volcànica de la Garrotxa. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, 10-3-1982.
- GENERALITAT DE CATALUNYA (1994). Aprovació del Pla especial de la Zona Volcànica de la Garrotxa. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, 1888: 2.840-2.856.
- ICC (1990). Mapa d'usos del sòl de Catalunya 1:250000. *Institut Cartogràfic de Catalunya*. Barcelona.
- PONS, X. (1990). Utilització d'un model de correcció radiomètrica sobre imatges de satèl·lit per a la millora de la cartografia automàtica de la vegetació. Serra de Collserola. Tesi de llicenciatura. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra.
- PONS, X. (1992). Aportacions a la Teledetecció i als Sistemes d'Informació Geogràfica en estudis de Vegetació. Tesi Doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra.