

CAPÍTOL 2. MATERIALS

La previsió original del projecte IMPACTE era treballar amb les imatges NOAA-AVHRR del Servei Meteorològic de Catalunya (SMC). D'aquest punt de partida se'n deriva que, en el present estudi, no es plantejés com a objectiu fer una valoració dels diferents sensors que podien oferir les imatges necessàries per a l'estimació dels paràmetres geofísics, sinó de com obtenir-los amb les imatges AVHRR.

La sèrie d'imatges NOAA del SMC-DMA s'acaba l'any 1998, i es va decidir treballar amb imatges de l'any 2000 per tal d'obtenir resultats més actuals en el temps. La sèrie finalment tractada de NOAA-AVHRR es va sol·licitar al CREPAD².

En aquest capítol es fa una descripció dels sensors i les dades AVHRR, TOVS (*TIROS Operational Vertical Sounder*), així com del sensor VEGETATION embarcat a la plataforma SPOT (*Systeme Probatoire d'Observation de la Terre*), abreviat d'ara en endavant com a SPOT-VGT. Les dades del TOVS i del SPOT-VGT es van incorporar posteriorment al processament, les primeres per tal de poder fer la correcció atmosfèrica de les imatges AVHRR i les segones per poder validar els resultats de NDVI obtinguts amb AVHRR.

Finalment, es presenten els mapes d'usos del sòl que es van usar per incorporar els paràmetres del sòl al model meteorològic MM5, així com el programari utilitzat en el treball.

2.1. Zona de l'estudi

La regió de treball es va definir en funció de les necessitats definides al projecte IMPACTE, que anaven lligades als dominis de treball del model meteorològic MM5. A la figura 2.1 es mostra una combinació RGB de canals AVHRR corresponent al domini del model que engloba Catalunya, mentre que a la figura 2.2 es presenta un model d'elevacions de la zona amb la toponímia dels principals trets geogràfics de la regió.

² El Centro de Recepción, Proceso, Archivo y Distribución de Imágenes de Observación de la Tierra (CREPAD), és una iniciativa del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) que pretén facilitar a la comunitat d'usuaris (investigadors, empreses, administracions públiques) l'accés a productes de teledetecció espacial per difondre el seu ús en els respectius camps d'interès.

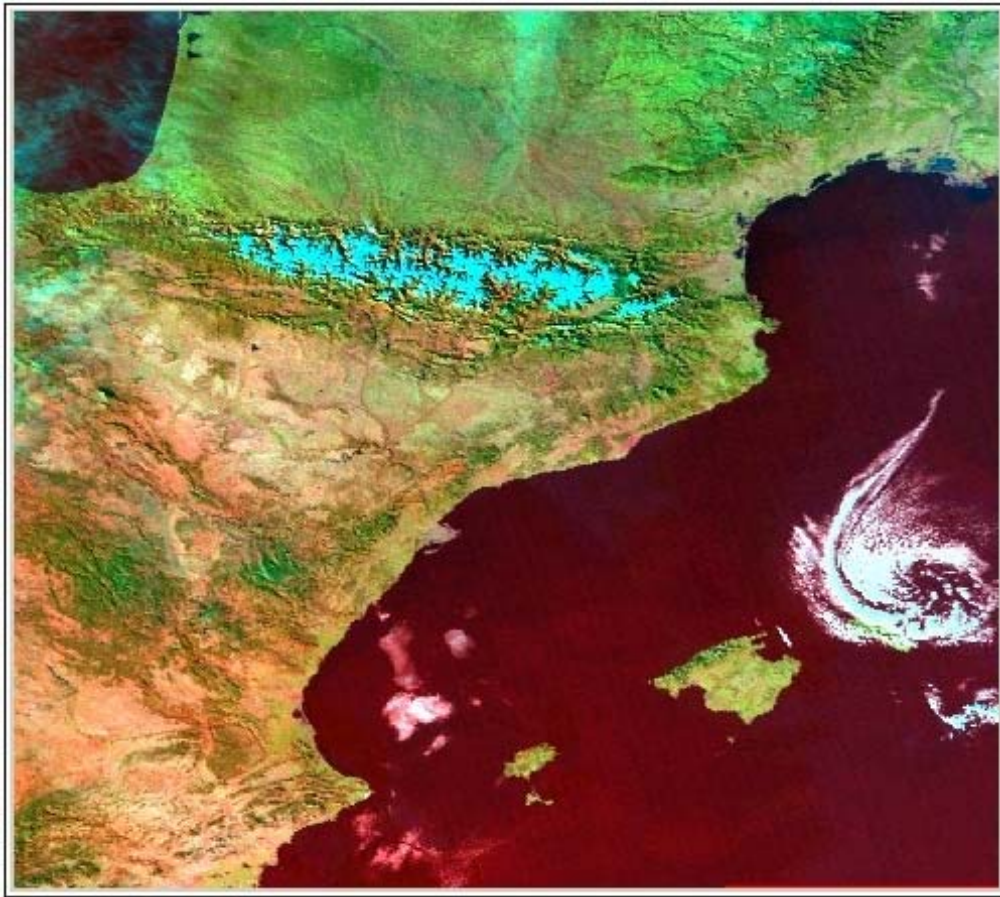


Figura 2.1. Composició en fals color (RGB 3:2:1) del dia 04/02/2000 per la regió del domini 3 de MM5.
Oest: 2.5°W, Est: 5°E, Nord: 46.6°N i Sud 38°N.



Figura 2.2. Principals trets geogràfics de la zona d'estudi. L'escala de grisos de fons correspon al model d'elevacions de la regió, amb colors més foscos per a les zones més elevades respecte el nivell del mar.

2.2. Plataformes i sensors

Qualsevol estudi científic que impliqui escales regionals i globals, necessita dades coherents de llargs períodes (dinàmica de la biosfera, models del clima), amb prou resolució espacial i temporal. Des de l'any 1985, una gran quantitat d'equips científics i tècnics han estat implicats en l'ús de dades basades en els satèl·lits meteorològics com el NOAA-AVHRR, per estudiar de les característiques de la vegetació, aprofitant la freqüència diària d'adquisició d'imatges, la cobertura global i la resolució espacial d'un quilòmetre aproximadament.

2.2.1. Sèrie NOAA

La primera generació de satèl·lits polars de la NASA comença l'any 1960 amb el llançament del satèl·lit TIROS (*Television InfraRed Observation Satellite*). L'any 1970 marca l'inici de la segona generació de satèl·lits polars de la NASA, amb la sèrie ITOS (*Improved TIROS Operational System*). Després va venir la sèrie NOAA-1 fins a NOAA-5. L'any 1978 comença la tercera generació de satèl·lits polars, amb els NOAA-6, NOAA-7, etc., fins al NOAA-16 i 17 operatius actualment. La política d'operació dels satèl·lits NOAA estableix que hi hagi dos satèl·lits operatius: el primer creua l'Equador a les 7:30 hora local, i l'altre ho fa a les 13:30 hora local. Per conveni, els satèl·lits imparells cobreixen les òrbites diürnes i els parells les nocturnes.

El NOAA-16 és operatiu des del setembre de l'any 2000 mentre que el NOAA-17 és molt recent, doncs es va posar en òrbita el juny del 2002 per substituir al NOAA-15. El NOAA-14, amb les dades del qual es va treballar, va deixar de ser operatiu l'octubre de 2001. Els NOAA operen en òrbites heliosíncrones (vegeu figura 2.3a), quasi-polars, situades a una altitud de 830-870 km, amb un període orbital de 101 minuts, produint-se 14 òrbites al dia.

Els principals sensors a bord de la plataforma NOAA són el TOVS i el AVHRR.

2.2.1.1. Sensor AVHRR

El radiòmetre AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*) va ser dissenyat inicialment per a l'observació meteorològica, concretament per la determinació de cobertura nuvolosa i la temperatura de la superfície. Posteriorment es van anar trobar nombroses aplicacions del AVHRR en el camp de l'observació de la Terra, fet que n'ha ampliat l'ús a moltes altres disciplines.

El AVHRR és un escàner d'escombrat de banda ampla, que mesura la radiació en diferents zones de l'espectre electromagnètic. El sistema òptic del sensor es compon d'un telescopi de 20,32 cm d'obertura i d'un sistema de separació espectral que reparteix l'energia entre 5 sensors:

- Visible: 0,58-0,68 μm
- Infraroig proper: 0,725-1,10 μm
- Infraroig mitjà: 3,55-3,93 μm
- Infraroig tèrmic: 10,30-11,30 μm i
- Infraroig tèrmic: 11,50-12,50 μm .

Cada un d'aquests sensors capta un angle sòlid de $1,3 \pm 0,1$ mrad. L'escombrat es realitza amb un mirall, amb una velocitat de rotació de 360 rpm, trigant 0,051 segons per línia d'escombrat. Aquest es realitza de dreta a esquerra, seguint el desplaçament del satèl·lit.

L'altitud del satèl·lit NOAA i la seva òrbita, i les dues plataformes que operen simultàniament fan possible que es cobreixi a la pràctica la quasi totalitat del globus cada dia, amb un cicle orbital que es repeteix idènticament cada 9 dies. La resolució espacial de l'instrument és de 1,1 km al nadir, amb una forta dependència segons l'angle de visió, obtenint-se una resolució de 2×6 km aproximadament als extrems de la passada (*Swath*) que té una amplada de 3000 km (vegeu figura 2.3b) (NOAA, 1998).

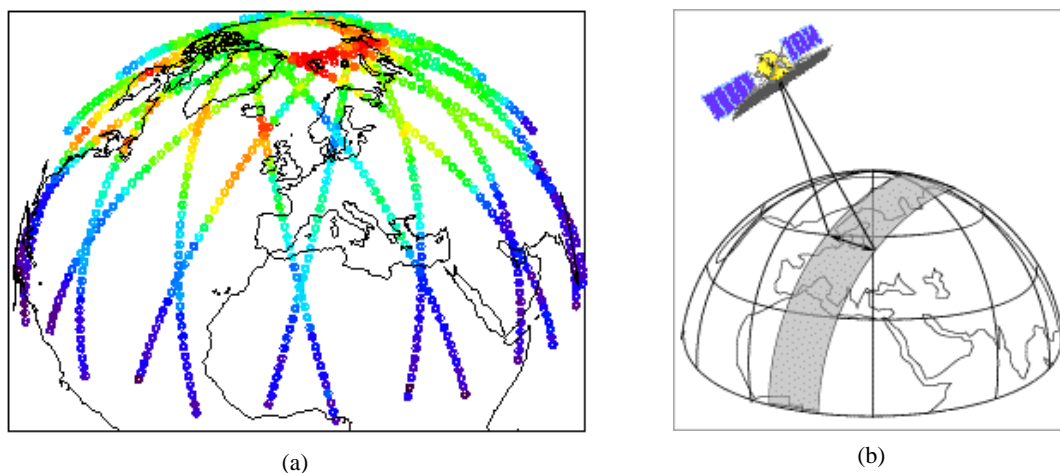


Figura 2.3. (a) Òrbites polars i (b) *swath* dels satèl·lits NOAA. Fonts: (a) NOAA i (b) *Canada Centre for Remote Sensing (CCRS)*.

2.2.1.2. Sensor TOVS

Tant el TOVS com el seu successor, el ATOVS (*Advanced TOVS*), són instruments de sondatge vertical que mesuren variables atmosfèriques. El TOVS s'ha llançat en les plataformes NOAA-6 fins la NOAA-14. El ATOVS es va incorporar a partir de la missió NOAA-15. A diferència de les dades del AVHRR, les dades del TOVS/ATOVS són espacialment discontinues, essent mesures puntuals en una malla de 80 km de separació.

2.2.2. SPOT-VEGETATION

El sistema SPOT-VGT té per objectiu proporcionar mesures per als estudis de la biosfera a llarg termini. El primer sensor VEGETATION (VGT d'ara en endavant) va ser llançat el març de l'any 1998 a bord de la plataforma SPOT-4. El VGT2 va ser posat en òrbita el mes de maig de 2002, a bord del SPOT-5.

El VGT presenta unes característiques tècniques molt avançades, essent una de les principals avantatges les qualitats geomètriques de les imatges. Els estudis de dinàmica de la vegetació a través dels cicles anuals requereixen el tractament de moltes imatges, i per tal de poder estudiar els canvis deguts a la cobertura i no a factors externs, és molt important que hi hagi un bon casament entre píxels, o sigui que el píxel que representa una porció de la superfície en una imatge, en la següent segueixi representant la mateixa porció de superfície i no la del costat.

El sensor VGT es compona de 4 bandes, que cobreixen els següents rangs espectrals:

- Blau: 0,43 – 0,47 μm
- Vermell: 0,61 – 0,68 μm
- NIR (*Near InfraRed*), infraroig proper :0,78 – 0,89 μm i
- SWIR (*Short Wave InfraRed*):1,58 – 1,75 μm .

La resolució espacial de les imatges és de 1,15 km al nadir, amb un *swath* de 2200 km i un angle *off-nadir* màxim de 50,5°. El sensor, d'òrbita polar, enregistra al menys un cop al dia les zones per sobre la latitud 35° (nord i sud) i en les zones per sota cobreix un 90% de l'àrea, mentre que el 10% restant es cobreix al dia següent.

2.3. Dades

En aquest apartat es descriuen les dades que s'han fet servir en aquest treball.

2.3.1. Imatges satel·litàries

2.3.1.1. Dades AVHRR

Per al càlcul dels paràmetres de superfície, s'ha utilitzat una sèrie de 103 imatges de la passada diürna i 74 de la passada nocturna, corresponents a l'any 2000. En un inici es pensava treballar amb la sèrie de 1998 enregistrada pel DMA, però les imatges eren 8-bit i això en dificultava la correcció, com s'explica més endavant. Al final es van desestimar i es va fer la sol·licitud al CREPAD d'imatges 10-bit (vegeu taules 2.1 i 2.2).

Les imatges sol·licitades són de nivell 1 (L1) de processament, concretament amb el format SHARP-L1B (ESA-EPO,1989). El CREPAD disposa d'imatges de nivell 2 (L2) de processat, que incorporen la correcció geomètrica, però les imatges L2 no contenen les bandes originals, sinó certes transformacions, com imatges de temperatura del mar. Per tal de calcular l'albedo, el NDVI i la temperatura de la superfície, es necessiten els canals originals, i per aquest motiu es varen sol·licitar imatges d'un nivell més baix de processat, el L1B, compostat de les bandes originals, però sense correcció radiomètrica ni geomètrica.

Les imatges SHARP-L1B tenen un nombre de columnes fix (2048) i un número variable de files, que oscil·la al voltant de les 5000. Les dades 10 bit enregistrades es guarden en 2 *byte* (16 *bit*) i els bits restants s'usen per guardar informació addicional. Les imatges L1B tenen 8 bandes, les 5 del AVHRR, i 3 de dades addicionals, que són una malla geogràfica longitud/latitud, la línia de costa i les fronteres estatals.

L'òrbita de la NOAA només es repeteix exactament cada 9 dies, així que no sempre les imatges que inclouen la regió de treball al voltant de Catalunya són geomètricament iguals, ja que varien els angles de visió. El traçat de la vertical del sensor sobre la superfície és diferent en cada un dels 8 dies consecutius, fins que al novè torna a ser com el del primer. Quan més allunyada del centre de la imatge es troba la

regió de treball, menor és la resolució del píxel (píxel més allargat) i pitjor la qualitat de la imatge resultant del remostreig. Aquesta variabilitat de resolució espacial crea després problemes en el processament i afecta la qualitat de les imatges de síntesi

Les dades L1B, a part de les bandes espectrals, també contenen dades referents a l'òrbita de la plataforma, que serveixen per la correcció geomètrica de les imatges segons la projecció de referència que es faci servir, així com dades per calcular els angles del sensor i del sol a la hora de la presa de la imatge respecte de la superfície observada, angles que s'utilitzen en la correcció atmosfèrica (vegeu figura 2.4).

2.3.1.2. Dades TOVS

Les dades del TOVS, que es fan servir en la correcció atmosfèrica de les imatges AVHRR, es van sol·licitar al *Atmospheric User Center* (AUC) un servei del *German Remote Sensing Data Center* (DFD). El AUC processa dades del TOVS/ATOVS per al conjunt d'Europa. El format de distribució del nivell de processat NOAA-14 TOVS escollit va ser el ASCII de nivell 2. El format ASCII permet una fàcil manipulació i adaptació de les dades a les condicions particulars de cada estudi. Les dades TOVS de nivell 2 es componen de la següent informació:

- Perfil de temperatura a quinze nivells, en el rang de 1000 - 10 hPa (aproximadament els 30 primers km de l'atmosfera).
- Perfil de temperatura de rosada (*dewpoint*) en 6 nivells, en el rang de 1000 - 300 hPa (aprox. 0 - 10 km).
- Perfil d'alçada geopotencial (m) en quinze nivells, en el rang de 1000 - 10 hPa.
- Pressió atmosfèrica a nivell de superfície (hPa)
- Contingut total de columna de vapor d'aigua, calculat a partir del perfil d'humitat.
- Ozó (en unitats Dobson)
- Vent (direcció i velocitat) en 8 nivells, de 850 a 100 hPa.

En el present estudi es va interpolar la malla de mesures TOVS per obtenir imatges dels paràmetres atmosfèrics amb les mateixes característiques geomètriques que els canals AVHRR. La figura 2.5 presenta un exemple d'aquestes imatges.

2.3.1.3. Dades SPOT-VGT

Les dades SPOT-VGT s'han utilitzat en la validació dels resultats obtinguts amb el NOAA-AVHRR. El centre de processat i arxiu de SPOT de Bèlgica VITO (*Flemish Institute for technological research*), distribueix des de l'any 2000 imatges de síntesi de deu dies del sensor SPOT-VGT. Es van baixar del servidor del VITO les 36 imatges de síntesi de 10 dies (S_{10}) de NDVI de l'any 2000.

Els productes 'S' són productes de síntesi entre òrbites successives, en el mateix dia o en diversos dies: existeix un producte de síntesi diària (VGT-DS) i una síntesi del període de 10 dies (VGT- S_{10}). Ambdós productes contenen els canals originals juntament amb l'índex de vegetació NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Ambdós productes estàndards són globals, amb una resolució d'1 km.

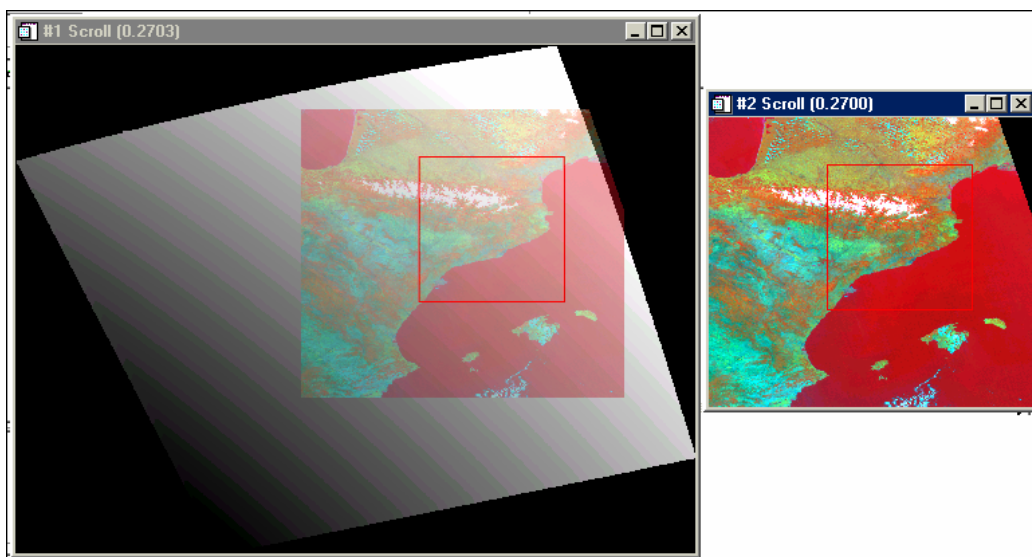


Figura 2.4. Obtenció d'una imatge d'angles zenitals solars, composició d'una imatge RGB 3:2:1 de la zona de treball sobre la imatge d'angles zenitals (els colors clars de la paleta de grisos corresponen a angles zenitals més elevats).

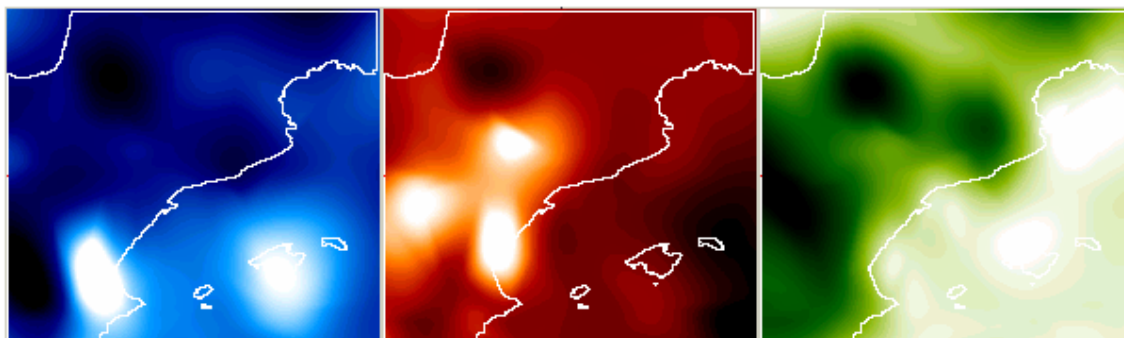


Figura 2.5. Imatges acolorides del dia 2 d'agost de 2002 de vapor d'aigua (esquerra), columna d'ozó (centre) i pressió atmosfèrica en superfície (dreta) obtingudes per interpolació de les dades del TOVS.

En el procediment per obtenir les imatges de síntesi, les imatges diàries passen un seguit de correccions:

- Remostreig amb ortorectificació, a partir de les dades orbitals i de la topografia terrestre.
- Calibració radiomètrica.
- Correcció atmosfèrica amb SMAC (*Simplified Method for Atmospheric Correction*) (Rahman i Dedieu, 1994).

Per generar les imatges sintètiques es selecciona per a cada píxel el màxim valor de NDVI. Aquest mètode tendeix a disminuir la influència atmosfèrica i es fa servir també amb altres sensors.

2.3.2. Dades d'observacions en superfície

2.3.2.1. Dades d'aerosols

Les dades d'aerosols que s'han emprat en la correcció atmosfèrica s'han obtingut de la xarxa AERONET (*Aerosol RObotic NETwork*) (Holben *et al.*, 1998; Dubovik *et al.*, 2000), creada per la NASA. Aquesta

xarxa engloba radiòmetres d'arreu del món, els quals proporcionen un seguit de dades que s'emmagatzemen conjuntament i que segueixen uns estàndards de qualitat comuns.

2.3.3. Cartografia temàtica

Els models meteorològics de mesoescala assignen a cada cel·la el valor dels diferents paràmetres geofísics de superfície a través de taules, on s'estableix uns paràmetres del sòl a cadascuna de les categories d'un mapa d'usos del sòl. Cada categoria té un valor establert d'albedo, emissivitat, etc., per a condicions d'estiu i condicions d'hivern.

En concret, MM5 fa servir el mapa d'usos del sòl (MUS) del USGS (*U.S. Geological Survey's*, Agència Geològica dels EEUU), de cobertura global i amb 24 categories, referit a continuació com a USGS-24. Es va utilitzar aquest MUS per generar les taules que relacionen els paràmetres de superfície derivats de les dades AVHRR amb les categories del mapa pel la zona d'estudi. Aquestes taules locals són les que posteriorment s'han introduït a les simulacions de MM5. A banda del USGS-24, s'han calculat també els paràmetres de superfície per les categories del CORINE de l'Agència Europea del Medi Ambient (*EEA, European Environmental Agency*). Aquest segon mapa d'usos del sòl és més actual que l'anterior i té una elaboració més acurada i una millor resolució espacial, i s'ha fet servir aquí per mirar de millorar els resultats de les simulacions amb MM5, usant aquest mapa en comptes de l'original.

2.3.3.1. Mapa d'usos del sòl USGS-24

El *Earth Resources Observation System (EROS)* del USGS, juntament amb la Universitat de *Nebraska-Lincoln* i el *Joint Research Centre* de la Comissió Europea van generar una base de dades global de les característiques de la coberta de la Terra a una resolució d'un quilòmetre per al seu ús en la investigació ambiental. Aquest grup de treball va fer servir dades del NOAA-AVHRR (d'abril 1992 a març de 1993) per generar el mapa d'usos del sòl USGS-24 amb una resolució d'1 km (vegeu figura 2.6).

Les dades AVHRR usades van ser les composades de deu dies, per al període d'abril 1992 a març de 1993. Es va usar el NDVI per a dividir el paisatge en regions homogènies, en funció de la seva estacionalitat. Per obtenir el USGS-24 es va fer servir una classificació no supervisada. L'algorisme emprat va ser de tipus *Cluster*, una variació del *K-Means*. Encara que la base de la classificació va ser el NDVI, es va fer servir informació dels canals originals en el procés de post-classificació. A part de les imatges satel·litàries, es va fer servir un model digital de terreny global per tal d'estratificar regions estacionals (Anderson *et al.*, 1976).

Taula 2.1. Imatges AVHRR diürnes sol·licitades al CREPAD. Columnes (1) Dia de l'any, (2,3) Data, (3,4) Hora de la passada (temps local), (5) Número d'òrbita del NOAA-14, (6) Línies de la imatge, (7,8) Cantonada superior del retall de 1000 x 1000, (9) Distància Terra-Sol en unitats astronòmiques.

DOY	MES	DIA	H	MIN	ORBITA	Línies	Xstart	Ystart	ES-Dist	DOY	MES	DIA	H	MIN	ORBITA	Línies	Xstart	Ystart	ES-Dist
3	GEN	3	14	30	25823	2226	1	1	0.983	186	JUL	5	16	3	28422	4728	1049	829	1.017
6	GEN	6	15	32	25866	4974	1049	789	0.983	187	JUL	6	15	51	28436	4362	955	756	1.017
10	GEN	10	14	49	25922	3402	174	303	0.983	188	JUL	7	15	40	28450	3992	813	640	1.017
11	GEN	11	14	47	25936	2634	83	112	0.983	189	JUL	8	15	27	28464	3960	527	517	1.017
16	GEN	16	15	19	26007	4542	941	704	0.984	190	JUL	9	15	16	28478	3552	223	291	1.017
17	GEN	17	15	20	26021	4236	580	606	0.984	194	JUL	13	16	12	28536	4902	1049	858	1.017
18	GEN	18	14	58	26035	3588	351	431	0.984	197	JUL	16	15	35	28578	3828	629	541	1.016
19	GEN	19	14	47	26049	3276	142	268	0.984	198	JUL	17	15	23	28592	3456	325	405	1.016
26	GEN	26	15	59	26148	4074	415	465	0.985	199	JUL	18	15	12	28606	3042	155	249	1.016
28	GEN	28	14	49	26177	3096	37	210	0.985	200	JUL	19	15	0	28620	2394	1	1	1.016
34	FEB	3	15	20	26261	4200	854	625	0.986	203	JUL	22	16	7	28663	4782	1049	832	1.016
35	FEB	4	15	7	26275	3894	518	507	0.986	207	JUL	26	15	19	28718	3234	228	365	1.015
36	FEB	5	14	58	26289	3552	348	347	0.986	208	JUL	27	15	7	28732	2796	1	137	1.015
43	FEB	12	15	17	26388	3978	669	633	0.987	212	JUL	31	16	2	28789	4578	1002	807	1.015
46	FEB	15	14	43	26430	2478	1	1	0.988	213	AGO	1	15	50	28803	4188	901	702	1.015
53	FEB	22	15	4	26529	3444	458	400	0.989	214	AGO	2	15	38	28817	4176	605	600	1.015
55	FEB	24	14	39	26557	2460	1	1	0.990	222	AGO	10	15	46	28930	4314	810	619	1.014
61	MAR	2	15	1	26656	3486	178	322	0.991	225	AGO	13	15	10	28972	2748	119	117	1.013
64	MAR	5	16	8	26699	4914	1049	844	0.992	227	AGO	15	16	29	29001	5076	1049	845	1.013
65	MAR	6	15	56	26714	4692	1049	907	0.992	230	AGO	18	15	52	29043	4476	858	697	1.012
66	MAR	7	15	44	26728	4818	1049	845	0.993	231	AGO	19	15	41	29057	4056	651	585	1.012
70	MAR	11	14	58	26784	3192	113	248	0.994	232	AGO	20	15	29	29071	3672	446	435	1.012
74	MAR	15	15	53	26841	4788	1049	834	0.995	233	AGO	21	15	17	29085	3270	142	266	1.011
97	ABR	7	14	50	27165	2508	1	1	1.001	248	SET	5	15	43	29297	4188	688	555	1.008
101	ABR	11	15	43	27222	4638	1049	632	1.002	251	SET	8	15	7	29339	2376	1	31	1.007
107	ABR	17	16	16	27307	4902	1049	820	1.004	253	SET	10	16	27	29368	4956	1049	879	1.007
109	ABR	19	15	52	27335	4722	979	753	1.004	257	SET	14	15	38	29424	3870	530	513	1.006
110	ABR	20	15	39	27349	4440	955	735	1.004	258	SET	15	15	27	29438	3426	229	393	1.006
111	ABR	21	15	28	27363	4080	878	547	1.005	263	SET	20	16	10	29509	4680	1049	811	1.004
122	MAI	2	15	32	27522	3120	172	183	1.008	266	SET	23	15	34	29551	3852	498	430	1.003
134	MAI	14	16	5	27688	4962	1049	810	1.011	267	SET	24	15	22	29565	3066	169	390	1.003
135	MAI	15	15	52	27702	4650	1049	799	1.011	268	SET	25	15	10	29579	2388	1	1	1.003
136	MAI	16	15	40	27716	4332	915	727	1.011	272	SET	29	16	5	29636	4662	930	767	1.002
138	MAI	18	15	17	27744	3600	381	576	1.011	275	OCT	2	15	34	29678	3420	228	324	1.001
140	MAI	20	14	54	27772	2640	32	43	1.012	278	OCT	5	16	36	29721	4914	1049	805	1.000
144	MAI	24	15	49	27829	4680	1049	811	1.013	280	OCT	7	16	11	29749	4638	1049	776	0.999
147	MAI	27	15	14	27871	3594	338	335	1.013	281	OCT	8	15	59	29763	4224	958	601	0.999
151	MAI	31	16	8	27928	4920	1049	769	1.014	290	OCT	17	15	54	29890	4182	856	678	0.997
152	JUN	1	15	56	27942	4644	1049	815	1.014	304	OCT	31	16	32	30088	5022	1049	767	0.993
153	JUN	2	15	45	27956	4314	962	652	1.014	307	NOV	3	15	56	30130	4218	808	517	0.992
154	JUN	3	15	33	27970	4290	805	543	1.014	308	NOV	4	15	43	30144	3798	535	425	0.992
167	JUN	16	16	24	28154	5094	1049	891	1.016	313	NOV	10	16	15	30229	4494	1002	844	0.991
169	JUN	18	16	0	28182	4920	1049	865	1.016	325	NOV	21	15	45	30385	3750	543	422	0.988
170	JUN	19	15	48	28196	4560	981	782	1.016	342	DES	8	15	45	30624	3570	461	396	0.985
171	JUN	20	15	37	28210	4164	717	579	1.016	343	DES	9	15	34	30638	3120	172	305	0.985
172	JUN	21	15	24	28224	3810	358	549	1.016	349	DES	15	16	3	30723	4098	849	586	0.984
173	JUN	22	15	14	28238	3066	253	354	1.016	350	DES	16	15	50	30737	3666	545	519	0.984
178	JUN	27	15	56	28309	4482	1049	804	1.016	351	DES	17	15	39	30751	3546	278	317	0.984
179	JUN	28	15	44	28323	4452	836	688	1.017	352	DES	18	15	28	30765	2718	65	169	0.984
180	JUN	29	15	32	28337	4080	591	531	1.017	360	DES	26	15	34	30878	5416	199	276	0.984
181	JUN	30	15	22	28351	3720	335	396	1.017	364	DES	30	16	27	30935	4662	1049	840	0.983
185	JUL	4	16	16	28408	4992	1049	834	1.017										

Taula 2.2. Imatges AVHRR nocturnes sol·licitades al CREPAD. Columnes (1) Dia de l'any, (2,3) Data, (3,4) Hora de la passada (temps local), (5) Número d'òrbita del NOAA-14, (6) Línies de la imatge, (7,8) Cantonada superior del retall de 1000 x 1000, (9) Distància Terra-Sol en unitats astronòmiques.

DOY	MES	DIA	H	MIN	ORBITA	LINIES	Xstart	Ystart	E-S Dist	DOY	MES	DIA	H	MIN	ORBITA	LINIES	Xstart	Ystart	E-S Dist
3	GEN	3	4	48	25817	5238	1049	167	0.983	161	JUN	9	4	34	28048	5034	807	122	1.015
4	GEN	4	4	37	25831	5046	987	125	0.983	169	JUN	17	4	42	28162	4956	814	1	1.016
7	GEN	7	4	3	25873	4656	328	1	0.983	171	JUN	19	4	18	28190	4637	255	1	1.016
12	GEN	12	4	46	25944	5142	965	206	0.983	172	JUN	20	4	6	28204	4608	55	1	1.016
13	GEN	13	4	34	25958	5310	934	328	0.984	173	JUN	21	3	55	28218	4158	1	1	1.016
22	GEN	22	4	32	26085	5220	980	224	0.984	180	JUN	28	4	14	28317	4553	303	1	1.017
29	GEN	29	4	46	26185	5130	1049	1	0.985	187	JUL	5	4	35	28416	5154	625	269	1.017
34	FEB	3	3	49	26254	4584	126	1	0.986	189	JUL	7	4	10	28444	4320	1	1	1.017
35	FEB	4	3	37	26269	4062	80	1	0.986	202	JUL	20	5	0	28628	5154	1049	169	1.016
48	FEB	17	4	30	26453	5298	1049	139	0.988	208	JUL	26	5	30	28712	5404	1049	352	1.015
54	FEB	23	5	2	26538	5298	1049	1	0.990	214	AGO	1	4	20	28796	4686	257	1	1.015
55	FEB	24	4	50	26552	5118	1049	41	0.990	220	AGO	7	4	51	28881	5160	868	231	1.014
56	FEB	25	4	39	26566	5268	968	277	0.990	227	AGO	14	5	10	28980	5148	1049	167	1.013
57	FEB	26	4	27	26580	5076	913	52	0.990	228	AGO	15	4	58	28994	5262	947	70	1.013
65	MAR	5	4	37	26693	5064	931	109	0.992	232	AGO	19	4	11	29050	4488	1	1	1.012
66	MAR	6	4	25	26707	5154	726	330	0.993	235	AGO	22	5	17	29093	5250	1049	190	1.011
74	MAR	14	3	3	26821	5106	879	238	0.995	240	AGO	27	4	18	29163	4602	55	1	1.010
80	MAR	20	5	5	26905	5442	1049	447	0.996	245	SET	1	5	1	29234	5028	983	62	1.009
84	MAR	24	4	19	26961	4860	646	1	0.997	249	SET	5	4	13	29290	4248	1	1	1.008
85	MAR	25	4	8	26975	4926	347	117	0.998	252	SET	8	5	19	29333	5346	1049	296	1.007
89	MAR	29	5	3	27032	5064	1049	1	0.999	253	SET	9	5	7	29347	5046	1049	1	1.007
90	MAR	30	4	51	27046	5226	1049	328	0.999	255	SET	11	4	44	29375	5105	579	197	1.006
98	ABR	7	5	0	27159	5376	1049	471	1.001	258	SET	14	4	8	29417	4086	1	1	1.006
106	ABR	15	5	8	27272	5136	1049	1	1.003	262	SET	18	5	3	29474	5094	996	95	1.005
109	ABR	18	4	33	27314	5088	776	174	1.004	278	OCT	4	5	16	29700	5376	1049	303	1.000
111	ABR	20	4	10	27342	4872	191	105	1.005	281	OCT	7	4	41	29742	4716	498	1	0.999
116	ABR	25	4	53	27413	5070	1049	1	1.006	282	OCT	8	4	29	29756	4679	257	1	0.999
120	ABR	29	4	6	27469	4566	144	1	1.007	299	OCT	25	4	30	29997	4476	158	1	0.994
124	MAI	3	5	0	27526	5052	1049	1	1.008	313	NOV	8	5	7	30195	4986	1049	1	0.991
127	MAI	6	4	26	27568	4980	546	168	1.009	314	NOV	9	4	55	30209	4986	741	72	0.990
135	MAI	14	4	34	27681	5004	744	96	1.011	316	NOV	11	4	32	30237	4518	160	1	0.990
136	MAI	15	4	22	27695	5064	594	208	1.011	321	NOV	16	5	14	30308	5124	1049	82	0.989
137	MAI	16	4	11	27709	4722	315	1	1.011	326	NOV	21	4	14	30378	4134	1	1	0.988
144	MAI	23	4	30	27808	5034	670	240	1.013	340	DES	5	4	51	30575	5010	549	117	0.985
145	MAI	24	4	19	27822	4710	369	1	1.013	351	DES	16	4	21	30730	4068	1	1	0.984
151	MAI	30	4	50	27907	5334	959	272	1.014	361	DES	26	5	44	30872	5417	1049	376	0.984
155	JUN	3	4	3	27963	4338	1	1	1.014	366	DES	31	4	45	30942	4674	275	1	0.983

La taula 2.3 presenta les categories del USGS-24 amb la seva definició i la superfície relativa que ocupen en la zona d'estudi. Els percentatges corresponen a la zona terrestre i no per al conjunt de la zona de treball (no es té en compte el mar en calcular els percentatges).

2.3.3.2. Mapa d'usos del sòl CORINE

El programa NATLAN-2000 (*NATure/LANd cover*) és un recull de mapes ambientals, publicat per la EEA en format digital (EEA, 2000). Alguns dels mapes que el formen són els usos del sòl (CORINE versió 6/1999; vegeu figura 2.7 i taula 2.4), les regions biogeogràfiques (1998), els biòtops (versió 1995) i el mapa de risc d'erosió de sols (versió 1990).

El programa CORINE (coordinació sobre la informació del medi ambient) de la Comissió Europea neix l'any 1985, essent un projecte experimental per recol·lectar, coordinar i assegurar l'estat coherent de la informació sobre l'estat del medi ambient i dels recursos naturals dins la Unió Europea. Durant els més de 10 anys d'inventari d'usos del sòl del CORINE, es va veure que per la majoria de classes la definició inicial podia ser refinada, per excloure confusions potencials, sense canviar el contingut de la definició bàsica de la classe. En aquest sentit, la guia tècnica de les classes del CORINE (Heymann *et al.*, 1994) defineix 44 classes per l'escala 1:100.000 de tal manera que aquestes puguin incloure totes les

particularitats necessàries (les característiques fisionòmiques i morfoestructurals dels objectes del paisatge que poden canviar i canvien en les vàries configuracions geogràfiques). A la Taula 2.4 es detallen les categories del CORINE juntament amb el percentatge de presència de cada classe a la zona estudiada.

2.3.3.3. Mapa d'usos del sòl del Departament de Medi Ambient

En la validació de resultats, s'utilitza el mapa d'usos del sòl del Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya de l'any 1997 (referit a partir d'aquí com a DMA'97) per tal d'obtenir resultats similars als de Cunillera (1995), que va fer servir la versió de l'any 1987. Aquest MUS (vegeu figura 2.8) és una classificació generada a partir d'imatges LANDSAT, amb resolució de píxel de 30 x 30 metres (DMA, 2001). El DMA'97 té les mateixes categories (vegeu Taula 2.5) que l'usat per Cunillera (1995).

Taula 2.3. Categories del USGS-24 i % de presència a la regió d'estudi

Categories del USGS-24	Cat.	Píxels	%
Urban And Built-Up Land (Urbà i zones construïdes)	1	654	0,16
Dryland Cropland and Pasture (Cultius i pastures de secà)	2	127380	31,47
Irrigated Cropland And Pasture (Cultius i pastures de regadiu)	3	4198	1,04
Mixed Drylnd/Irrgtd Crop.&Past. (Barreja de secà i regadiu)	4	0	0,00
Cropland/Grassland Mosaic (Mosaic de cultius i prats)	5	2208	0,55
Cropland/Woodland Mosaic (Mosaic de cultius i bosc)	6	141707	35,01
Grassland (Prats)	7	2935	0,73
Shrubland (Matollar)	8	21538	5,32
Mixed Shrubland/Grassland (Barreja matollar i prats)	9	28816	7,12
Savanna (Sabana)	10	6743	1,67
Deciduous Broadleaf Forest (Bosc caducifoli de fulla planifòlia)	11	952	0,24
Deciduous Needleleaf Forest (Bosc de coníferes caducifolies)	12	13	0,00
Evergreen Broadleaf Forest (Bosc perenne de fulla planifòlia)	13	22	0,01
Evergreen Needleleaf Forest (Bosc de coníferes perennes)	14	19358	4,78
Mixed Forest (Bosc amb barreja d'espècies, Bosc mixt)	15	21142	5,22
Herbaceous Wetland (Vegetació de zones pantanoses)	17	7	0,00
Wooded Wetland (Zona pantanosa amb vegetació llenyosa)	18	1	0,00
Barren or Sparsely Vegetated (Erm o amb vegetació escassa)	19	25519	6,31
Herbaceous Tundra (Tundra herbàcia)	20	8	0,00
Wooded Tundra (Tundra llenyosa)	21	1475	0,36
Mixed Tundra (Tundra amb barreja d'espècies)	22	36	0,01
Bare Ground Tundra (Tundra de sòl nu)	23	0	0,00
Snow or Ice (Neu o gel)	24	0	0,00
Water Bodies (Cossos d'aigua)	16	315288	
Zona terrestre (cats 1-15,17-24)		404712	
TOTAL (800 x 900 píxels)		720000	100,00

Taula 2.4. Categories del CORINE a l'àrea d'estudi. La segona columna correspon al número Assignat a cada categoria, la tercera al número de píxels de la categoria en la zona d'estudi i l'última al percentatge que suposa la cobertura respecte de la fracció terrestre de la zona estudiada.

Categories del CORINE	Cat.	Píxels	%
Continuos Urban Fabric (Teixit urbà continu)	1	1764	0,42
Discontinuous Urban Fabric (Teixit urbà discontinu)	2	4027	0,96
Industrial & Commercial Units (Zones industrials o comercials)	3	949	0,23
Road & Rail networks & Assoc. Land (Xarxa viària, ferroviària i terrenys associats)	4	121	0,03
Port Areas (Zones portuàries)	5	48	0,01
Airports (Aeroports)	6	171	0,04
Mineral Extraction Sites (Zones d'extracció minera)	7	420	0,10
Dump Sites (Abocadors)	8	15	0,00
Construction Sites (Zones en construcció)	9	104	0,02
Green Urban Areas (Zones verdes urbanes)	10	21	0,01
Sport & Leisure Facilities (Instal·lacions esportives i d'esbarjo)	11	147	0,04
URBAN (Conjunt de les categories urbanes)	1-11	7787	1,86
Non-Irrigated Arable Land (Cultius de secà)	12	88938	21,27
Permanently Irrigated Land (Regadius permanents)	13	13178	3,15
Rice Fields (Arrossars)	14	730	0,17
Vineyards (Vinyes)	15	16156	3,86
Fruit Trees And Berry Plantations (Fruiters i plantacions de baies)	16	7959	1,90
Olive Groves (Oliveres)	17	2045	0,49
Pastures (Prats)	18	9593	2,29
Annual Crops & Permanent Crops (Cultius anuals associats amb cultius permanents)	19	2077	0,50
Complex Cultivation Patterns (Mosaic de cultius)	20	37871	9,06
Mixed Agriculture & Natural Vegetation (Terrenys principalment agrícoles amb importants espais de vegetació natural)	21	24250	5,80
Agro-Forestry Areas (Sistemes agroforestals)	22	320	0,08
Broad-Leaved Forest (Bosc de planifòlis)	23	41366	9,89
Coniferous Forest (Bosc de coníferes)	24	51530	12,33
Mixed Forest (Bosc mixt)	25	12971	3,10
Natural Grassland (Pastures naturals)	26	17603	4,21
Moors & Heathland (Landes i matollars)	27	4927	1,18
Sclerophyllous Vegetation (Vegetació escleròfil·la)	28	34606	8,28
Transitional Woodland-Shrub (Matollar boscós de transició)	29	24818	5,94
Beaches, Dunes & Sand Plains (Platges, dunes i arenals)	30	240	0,06
Bare Rock (Rocalla)	31	2550	0,61
Sparsely Vegetated Areas (Espais amb vegetació escassa)	32	4037	0,97
Burnt Areas (Zones cremades)	33	780	0,19
Glaciers & Perpetual Snow (Glaceres i neus permanents)	34	15	0,00
Inland Marshes (Aiguamolls i zones pantanoses)	35	237	0,06
Peatbogs (Torberes)	36	29	0,01
Salt-Marshes (Maresmes)	37	753	0,18
Salines (Salines)	38	148	0,04
Intertidal Flats (Zones planes intermareals)	39	43	0,01
Water Courses (Cursos d'aigua)	40	664	0,16
Water Bodies (Làmines d'aigua)	41	997	0,24
Coastal Lagoons (Llacunes costaneres)	42	1034	0,25
Estuaries (Estuaris)	43	15	0,00
Sea & Ocean (Mar i oceans)	44	309733	
Zona terrestre (cats 1-43)		418054	
TOTAL (800 x 900 píxels)		720000	100,00

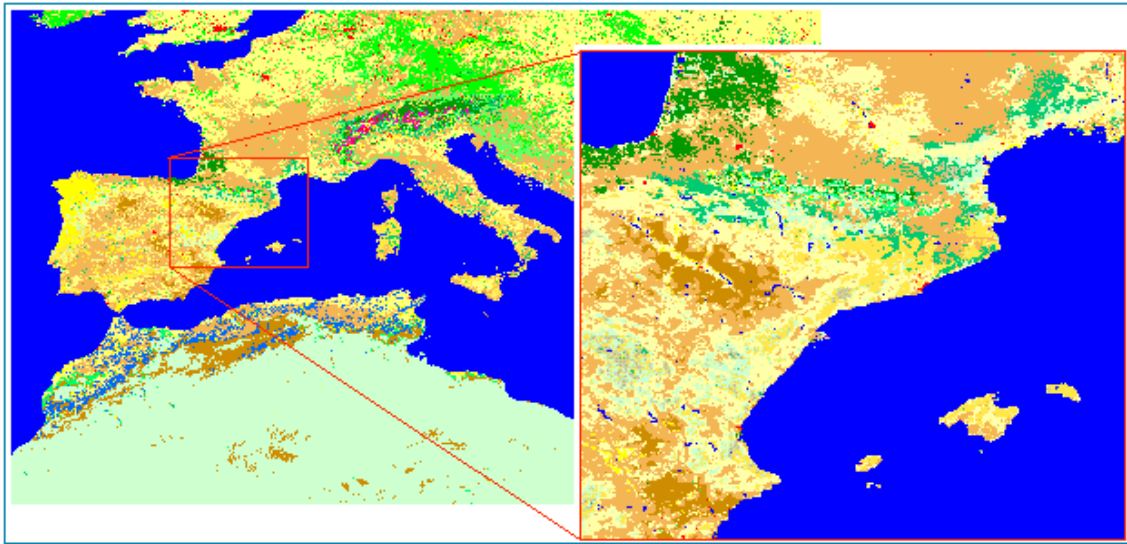


Figura 2.6. Mapa d'usos del sòl del USGS-24 per a la zona del Mediterrani i per la zona d'estudi

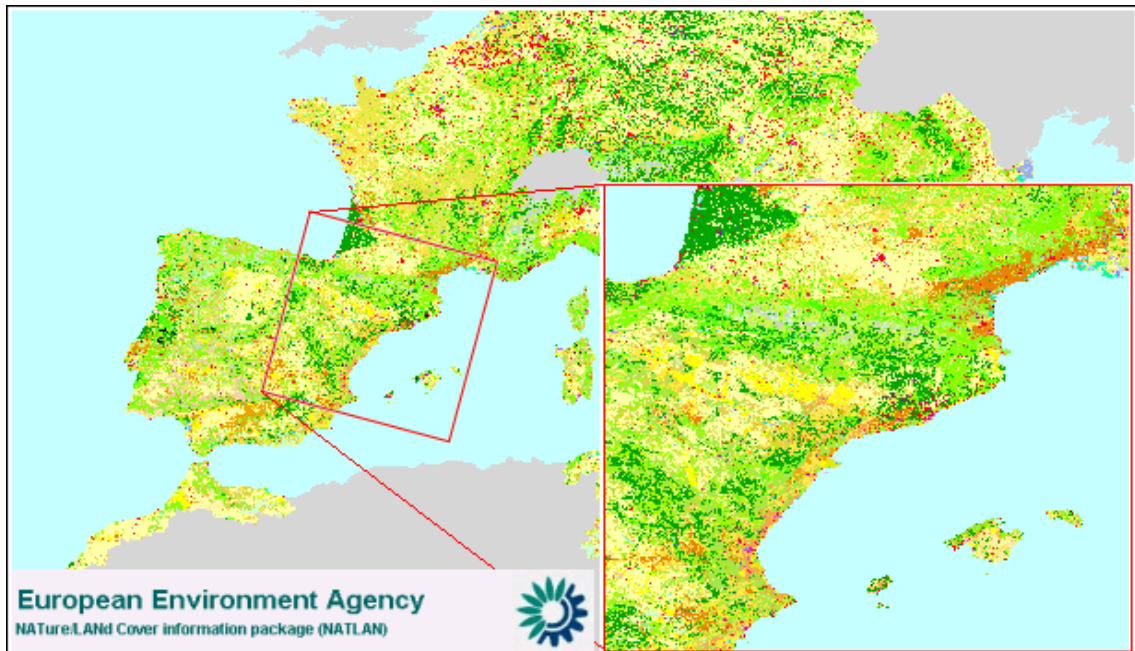


Figura 2.7. NATLAN CORINE Land Cover versió 6/1999 (EEA, 2000).

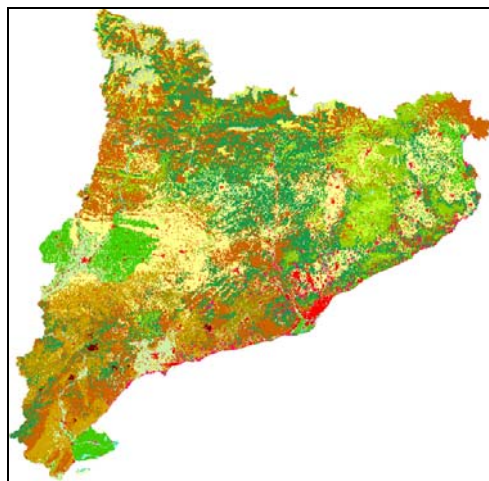


Figura 2.8. Usos del sòl DMA'97.

Taula 2.5. Mapa d'usos del sòl del DMA'97 (remostrejat a 1 km). La segona columna correspon al número assignat a cada categoria, la tercera al número de píxels de la categoria en la zona d'estudi i l'última al percentatge que suposa la cobertura respecte de la fracció terrestre de la zona estudiada.

Categories del DMA'97	Cat	Píxels	%
Fora de l'àmbit de Catalunya	1		
Aigua continental	2		
Aigua marina	3		
Congestes (neu perenne)	4	5	0,01
Infraestructures viàries	5	365	0,73
Urbanitzacions	6	936	1,88
Nuclis urbans	7	603	1,21
Zones industrials i comercials	8	328	0,66
Conreus herbacis de secà	9	7499	15,03
Conreus herbacis de regadiu	10	2926	5,86
Fruiters de secà	11	3560	7,13
Fruiters de regadiu	12	1119	2,24
Vinya	13	1238	2,48
Prats supraforestals	14	1093	2,19
Bosquines i prats	15	13128	26,31
Bosc d'escleròfil·les	16	3244	6,50
Bosc de caducifolis	17	2519	5,05
Bosc d'aciculifolis	18	9576	19,19
Vegetació de zones humides	19	59	0,12
Sòl amb vegetació escassa/nul·la	20	1347	2,70
Zones cremades	21	294	0,59
Sorrals i platges	22	59	0,12

2.4. Programari

El programari que es va utilitzar en aquest estudi és el següent:

- IDL-ENVI (RSI, 2000). ENVI és un programari de processament d'imatges de satèl·lit, desenvolupat amb el llenguatge *Interactive Data Language* (IDL). Aquest llenguatge és molt potent a l'hora de programar i processar operacions amb imatges. Es va utilitzar per implementar els procediments utilitzats en la calibració, correcció i càlcul de paràmetres geofísics a partir de AVHRR.
- GRASS: programari de SIG (sistemes d'informació geogràfica), que es va fer servir per integrar els paràmetres de superfície calculats amb els mapes d'usos el sòl i calcular-ne estadístics.
- "R": paquet de programes de tractament estadístic que es va usar per complementar l'anàlisi dels resultats fets amb el SIG. Tant el "GRASS" com el "R" són programes de codi obert, amb llicència GNU i que es poden descarregar lliurement de la xarxa.