

CAPÍTOL 6. MODELITZACIÓ METEOROLÒGICA

En aquest capítol es presenta un exemple d'una de les possibles aplicacions dels resultats obtinguts. En aquest exercici, els paràmetres geofísics de superfície calculats s'han fet servir per inicialitzar un model meteorològic de mesoescala, amb la finalitat de millorar els pronòstics. Un pronòstic meteorològic més acurat ha de permetre millorar les simulacions en la dispersió de contaminants que du a terme el Laboratori de Modelització Ambiental (LMA) del Departament de Projectes d'Enginyeria de la ETSEIB (UPC), com en el cas del projecte IMPACTE. Després d'una breu descripció del model es comparen els resultats de dues simulacions fetes amb el model de mesoescala per a un mateix dia, però variant-ne la configuració. La primera simulació té la configuració original del model, mentre que la segona incorpora els paràmetres de superfície calculats a partir de les imatges AVHRR, juntament amb un nou mapa d'usos del sòl (CORINE).

6.1. Meteorologia i qualitat de l'aire

Les condicions meteorològiques tenen una gran incidència en els processos de dispersió de contaminants atmosfèrics. La direcció i la velocitat del vent són fonamentals per a conèixer els processos de transport, la turbulència i l'estructura tèrmica; per a conèixer els processos de difusió, i l'estat físic i químic de l'atmosfera, que juntament amb la radiació solar, permeten determinar els processos de transformació. Si es desitja aplicar una estratègia de control de contaminació, aquesta haurà de passar pel coneixement de les condicions meteorològiques i per l'estudi de la dispersió dels contaminants segons les condicions determinades.

Els models que simulen la qualitat de l'aire requireixen com a entrada, una sèrie de dades meteorològiques. Si es realitza una simulació de dispersió de contaminants, serà bàsic conèixer l'evolució de les condicions meteorològiques per al període establert, i aquestes s'obtidran amb una simulació a partir d'un model meteorològic. Les incerteses de la simulació meteorològica repercutiran directament en la simulació de la contaminació, i per tant les millores en els resultats passen per reduir errors. Les fonts d'aquests errors en els models meteorològics es poden dividir en tres categories (Seaman, 2000):

- Errors en l'adquisició de dades, anàlisi i assimilació.
- Errors inherents en la formulació numèrica dels models.
- Errors de parametrització.

A mesura que les capacitats de computació augmenten, la resolució de treball dels models també creix. L'estudi de la qualitat de l'aire i la dispersió de contaminants requereix treballar a resolucions elevades i és un dels camps on s'està forçant més la resolució de treball dels models meteorològics (McQueen *et al.*, 1995; Seaman, 2000; Thunis, 2001). Ara bé, aquest increment en la resolució incideix força en les fonts d'error esmentades abans. Arriba un moment on la densitat d'estacions meteorològiques distribuïdes arreu del territori no és suficient per representar correctament l'estat inicial de la simulació. D'altra banda, aquest augment de l'escala de treball fa que el tractament adequat de la topografia i de les propietats superficials del sòl per part dels models meteorològics sigui cada vegada més rellevant, per tal d'aconseguir modelar les circulacions atmosfèriques locals induïdes per les variacions espacials en la cobertura del sòl (Chen i Dudhia, 2001).

Pel que fa als errors inherents dels models, la tendència a augmentar la resolució està fent que ja es treballi en el desenvolupament d'un model d'usos del sòl més complex que els emprats actualment (Chen i Dudhia, 2001).

6.1.1. Els paràmetres de superfície en els models meteorològics de mesoescala

Un model numèric només pot resoldre adequadament fenòmens meteorològics que tinguin unes dimensions com a mínim de tres vegades la resolució de malla del model (EUMETCAL, 1998). A l'atmosfera s'hi troben molts fenòmens que afecten les variables atmosfèriques però que tenen una escala típica menor a la resolució del model. La integració de fenòmens d'extensions inferiors a la de la cel·la mínima de la simulació es fa a través del que s'anomena parametrització. Els principals processos que es parametritzen en els models numèrics són la radiació solar, els processos de superfície, els núvols i la precipitació, els fenòmens convectius i la capa límit.

Pel que fa als processos de superfície, la capa superficial del sòl és la que interacciona directament amb l'atmosfera i és el medi on es produeix un intercanvi energètic. Aquest intercanvi de fluxos pot variar en funció del tipus de sòl i la seva coberta. La influència d'aquests fenòmens sobre l'atmosfera (vents, conveccions tèrmiques, etc.) és el que cal modelitzar per incorporar-ho al model numèric.

Diversos models de mesoescala, com el MM5, simulen les propietats superficials del sòl a partir de certes variables, com són l'albedo, l'emissivitat, la inèrcia tèrmica, la rugositat i la humitat del sòl. La introducció en la simulació de les condicions de superfície per part del model es fa a través d'un esquema simple, on s'assigna un valor per a cada paràmetre segons l'ús del sòl i l'estació de l'any (només diferencia estiu o hivern, establint els canvis d'estació el 15 d'abril i el 15 de novembre).

Aquest model esdevé massa simple quan es fan simulacions a escales espacials elevades, com és el cas d'aquest estudi, on es van fer simulacions amb un pas de malla de 2 km, escala necessària per a l'estudi de la dispersió dels contaminants atmosfèrics en la qual treballa el LMA. Per exemple, Lam *et al.* (2001) van introduir millores en els usos del sòl de la zona de Hong Kong, així com canvis en els paràmetres geofísics de diverses categories del mapa d'usos del sòl, obtenint diferències remarcables en la simulació d'un episodi de contaminació per diòxid de nitrogen. Altres estudis com els de Cheng *et al.* (2003) sobre qualitat de l'aire a Houston o simulacions sobre la qualitat de l'aire a Alemanya (Jakobs *et al.*, 2002);

posen de manifest que les condicions meteorològiques previstes per un model meteorològic de mesoescala depenen en gran mesura de les condicions de superfície definides al model.

6.2. Breu descripció dels models meteorològics de mesoescala

Els models de mesoescala, amb resolucions de treball majors que les dels models sinòptics i globals, i amb unes parametritzacions físiques més complexes, han estat una eina important en la recerca meteorològica dels últims vint anys. La recerca amb aquests models de mesoescala durant la dècada dels 80 estava limitada per la capacitat computacional de l'època i es centrava en l'estudi d'episodis concrets o a experiments de sensibilitat dels models. Malgrat les limitacions, van aportar coneixement sobre les característiques dels fenòmens atmosfèrics típics d'aquesta escala atmosfèrica, com per exemple els sistemes convectius de mesoescala, o els episodis de pluja severa (vegeu la Taula 6.1 per a més detalls).

En la dècada dels 90 es van produir canvis importants en la modelització de mesoescala. D'una banda, es va produir una descentralització en el desenvolupament dels models de mesoescala, que era exclusiu dels grans centres meteorològics, entrant en el desenvolupament dels models altres centres meteorològics i grups de recerca. Aquest canvi va ser degut a: (i) l'increment en la capacitat computacional i la disminució de costos dels computadors, i (ii) l'accès al codi dels models i de les rutines per part de la comunitat d'usuaris. D'altra banda, la introducció en els models de la dinàmica no-hidroestàtica va permetre treballar a resolucions de fins a un quilòmetre, incrementant-se molt els camps d'aplicació d'aquest tipus de model (Kuo, 2003).

Taula 6.1. Definició de les escales atmosfèriques, segons Thunis i Bornstein (1996)

Resolució espacial	Resolució temporal	Escala atmosfèrica	Fenòmens atmosfèrics
10.000 km	1 mes	Macro	α <i>Circulació general</i>
2.000 km	1 setm.		β <i>Depressions subtropicals</i>
200 km	1 dia		γ <i>Fronts, huracans</i>
20 km	1 hora	Meso	β <i>Sistemes convectius, brises</i>
2 km			γ <i>Tempestes aïllades</i>
200 m			δ <i>Cumulus, tornados</i>
20 m	1 min.	Micro	β <i>Plomalls, mànegues</i>
2 m	1 seg.		γ <i>Turbulència</i>
			δ

Aquesta evolució dels models de mesoescala, juntament amb l'increment de la capacitat computacional, han fet que aquests models ja es facin servir, des de mitjans dels 90, en la predicció operativa del temps. Actualment hi ha un ampli ventall de models de mesoescala operatius:

- El model ETA del NWS (*National Weather Service*) cobreix Nord Amèrica proporcionant pronòstics operacionals amb una resolució de 29 km.
- El model MM5 (Dudhia 1993; Grell et al. 1995), desenvolupat per la Universitat de *Penn State* (PSU) i el *National Center for Atmospheric Research* (NCAR), genera pronòstics meteorològics a resolucions de 10 i 30 km.
- El model MASS (*Mesoscale Atmospheric Simulation System*), desenvolupat per la Universitat de l'Estat del Carolina de Nord i actualment gestionat per l'empresa MESO, INC., operatiu, entre d'altres, al Servei de Meteorologia de Catalunya (SMC) amb sortides a 8 i una a 30 km.
- HIRLAM (*High Resolution Limited Area Model*) és un model desenvolupat conjuntament pels instituts nacionals de meteorologia de Dinamarca, Finlàndia, Islàndia, Irlanda, Holanda, Noruega, Espanya i Suècia. És operatiu en aquests instituts, amb sortides que tenen una resolució que va de 5 a 55 km.
- El Servei Meteorològic Alemany (*Deutscher Wetterdienst*, DWD) disposa també d'un model operatiu amb una resolució de 55 km.

Aquests mateixos models, a part de ser operatius en el pronòstic del dia a dia, s'empren en investigació. El MM5 és un dels models que més s'ha extès en els últims anys, i només a la Península Ibèrica, actualment ja hi ha una trentena de grups que centren gran part de la seva activitat, sigui d'investigació bàsica o de disseny d'aplicacions, en base al MM5. La majoria d'aquests grups estan integrats a la *Red Ibèrica de MM5* (<http://redibericamm5.uib.es>). La seva flexibilitat de configuració és una de les característiques que més ha contribuït a l'augment d'usuaris: l'usuari pot modificar la resolució temporal i espacial, així com la configuració específica de paràmetres interns, com per exemple la caracterització de les condicions físiques de superfície.

6.3. Model de mesoescala MM5

Les simulacions s'han fet amb el model de mesoescala del PSU/NCAR. El MM5, cinquena versió d'aquest model, és àmpliament emprat per la comunitat científica en estudis de predicció meteorològica, qualitat de l'aire i estudis hidrològics. És un model no hidrostàtic d'equacions primitives aplicable des de l'escala meso-beta a la meso-gamma (vegeu la taula 6.1 per a més detalls). Es pot emprar per descriure situacions amb desenvolupament de situacions convectives, fronts, brises mar – terra, circulacions de muntanya - vall i en estudis d'illa de calor urbanes. Està considerat un model de pronòstic meteorològic que inclou tot l'estat de l'art en simulació de la dinàmica atmosfèrica. Pot treballar amb múltiples dominis, amb la capacitat de moure'ls durant la simulació i de superposar-los. Disposa de diferents opcions per parametritzar els diferents fenòmens físics de turbulència en la capa fronterera, de desenvolupament de cúmulus, de radiació, de la interacció sòl - atmosfera i del tractament del vapor d'aigua en les diferents fases.

El model numèric està compost per diversos mòduls, que interactuen entre si per tal de produir un pronòstic. Aquests components bàsics són: l'assimilació de dades, les parametritzacions, la dinàmica atmosfèrica i el mòdul de predicció.

6.3.1. Configuració de la regió de treball

Els models de mesoescala poden treballar en un rang d'escala molt divers, des de centenars de quilòmetres a desenes o pocs quilòmetres. Per tal de tenir en compte totes les característiques de les zones a estudiar, i introduir dins del model la informació sinòptica de la situació meteorològica a simular s'utilitza la tècnica d'aniuament (*nesting*).

Quan es fa una simulació, es defineix un domini extens de baixa resolució que permet simular tots els forçaments sinòptics rellevants d'una situació determinada, i que serveix per definir les condicions de contorn d'un domini més detallat on es centra la simulació. En aquest domini aniuat, de menor extensió geogràfica però amb una major resolució espacial, la descripció de l'orografia i les característiques del sòl estan descrites amb un major detall, permetent que el model pugui tenir en compte forçaments tèrmics i mecànics que a resolucions més baixes no els consideraria. D'aquesta manera, els resultats del domini aniuat aporten un major detall en la solució de la física de l'aire en una determinada regió.

A part de la malla horitzontal dels diferents dominis, el model contempla una sèrie de capes verticals o atmosfèriques, generant-se així una malla tridimensional (vegeu figura 6.1). A diferència del pas de malla horitzontal definit en quilòmetres, en l'eix vertical es defineix amb coordenades verticals de pressió (coordenades sigma). El nivell més baix segueix la topografia existent, mentre que el límit superior del model és una superfície plana. Per aconseguir aquesta configuració, els nivells intermedis es van aplanant progressivament a mesura que disminueix la pressió. Aquest sistema de coordenades permet treballar amb el mateix nombre de capes verticals en tota la regió de treball, independentment de la topografia existent.

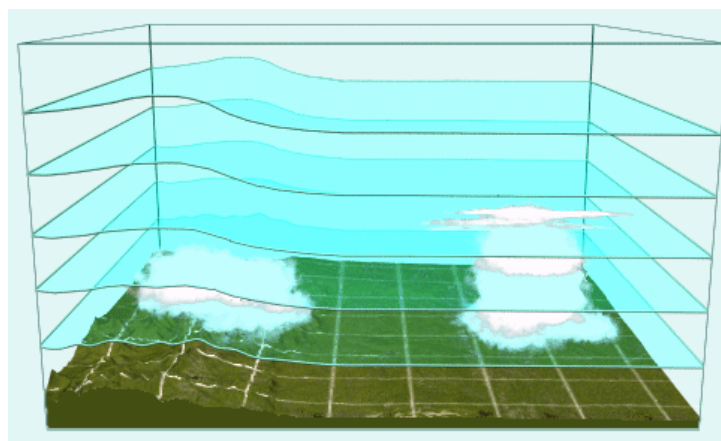


Figura 6.1. Malla horitzontal i capes verticals d'un model de mesoescala.

6.3.2. Dades d'inicialització i d'entorn

Un cop definits els dominis de la simulació, cal proporcionar al model una sèrie de dades d'inicialització. El MM5 és un model regional i com a tal requereix d'unes condicions inicials d'entorn, que s'obtenen de models globals. D'altra banda, en la zona d'estudi, per definir les condicions de superfície cal la topografia (vegeu figura 6.2) i el mapa d'usos del sòl. Les condicions atmosfèriques es defineixen a partir dels sondeigs verticals de l'atmosfera i dades de superfície (vent, temperatura, humitat relativa, altura geopotencial i pressió). A grans trets, les dades meteorològiques terrestres i isobàriques del dia simulat introduïdes en el model s'interpolen horitzontalment (mòduls TERRAIN i REGRID) a partir d'una malla

original Latitud/Longitud. El programa auxiliar RAWINS serveix per introduir al model les dades d'observacions meteorològiques.

6.3.3. Mòdul TERRAIN

Un cop definida la regió de treball i els diferents dominis, el mòdul TERRAIN interpola la topografia i els paràmetres de superfície en el dominis establerts. En funció de la resolució que es triï per a la simulació, el mòdul disposa de sis resolucions possibles tant pel model digital del terreny com per al mapa d'usos del sòl. Aquestes resolucions espacials van des d'un grau a 30 segons de grau. El mòdul interpola el model digital d'elevacions i el mapa d'usos de sòl a la resolució de treball triada. Al mapa d'usos del sòl s'hi pot afegir una capa de cobertura de neu per als mesos on aquesta sigui present, per tal de modificar les característiques superficials i assignar les que té la neu.

Els paràmetres físics definits al model són de caràcter climatològic, amb un valor per a cada categoria del mapa d'usos del sòl en condicions d'estiu i condicions d'hivern. A partir d'aquests valors, el mòdul genera cinc mapes amb els següents paràmetres de superfície:

- Albedo (%)
- Emissivitat (%)
- Inèrcia tèrmica ($\text{cal cm}^{-2} \text{K}^{-1} \text{s}^{-1/2}$) (*Thermal Inertia*)
- Humitat disponible (%) (*Moisture availability*)
- Longitud de rugositat (cm) (*Roughness length*)

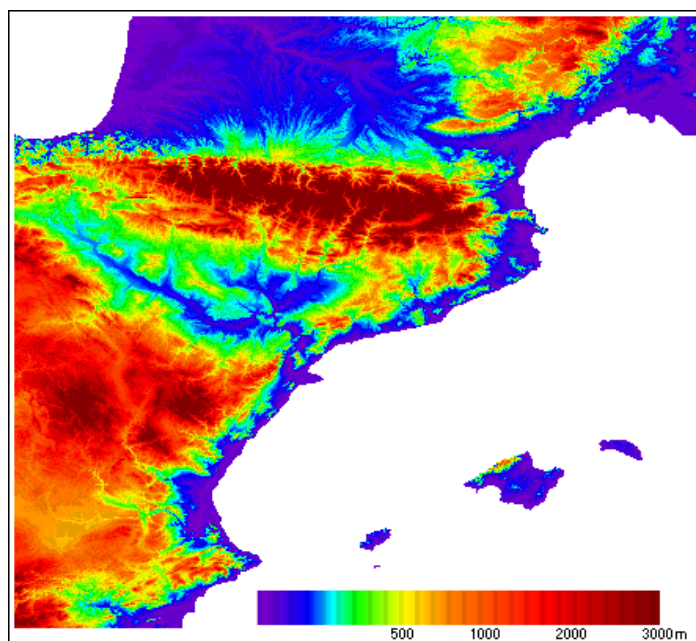


Figura 6.2. Topografia derivada del GTOPO-30 del *U.S. Geological Survey* per a la regió d'estudi, amb resolució espacial d'1 km.

6.4. Simulacions amb MM5

S'han realitzat dues simulacions per un dia d'estiu amb predomini de fenòmens mesoescalars, concretament pel 14 d'agost de l'any 2000. La primera simulació amb la configuració per defecte del model MM5 amb el mapa d'usos del sòl del model del *U.S. Geological Survey* de 24 categories (simulació que anomenarem USGS), i una segona introduint un nou mapa d'usos del sòl, el CORINE així com una nova taula d'assignació dels paràmetres de superfície, incorporant els valors calculats amb les dades del AVHRR per a les noves categories del mapa d'usos del sòl (simulació que anomenarem CORINE). Les simulacions amb MM5 s'han executat en una màquina HP V2500 al CESCA (Centre de Supercomputació de Catalunya).

6.4.1. Configuració de les dues simulacions

6.4.1.1. Configuració de la zona d'estudi

Els dominis són iguals per a les dues simulacions. S'han seleccionat quatre dominis aniuats (vegeu figura 6.3) que cobreixen essencialment Europa (domini 1, D-01), la Península Ibèrica (domini 2, D-02), el NE de la Península Ibèrica (domini 3, D-03) i Catalunya (domini 4, D-04). El domini D1 té una matriu de cel·les de 50 x 35 amb un espaiament entre cel·les de 72 km. El D2 té 61 x 49 cel·les, amb resolució de 24 km; el D3 té 93 x 93 cel·les, amb resolució de 6 km, i finalment el D4 té 151 x 151 cel·les, amb resolució de 2 km. La resolució vertical dels quatre dominis és de 23 capes, la més baixa de les quals es troba aproximadament a 36 metres sobre el nivell del mar.

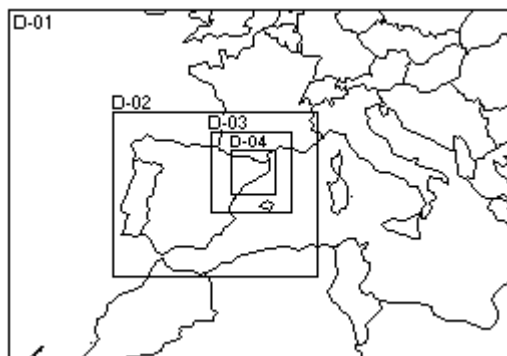


Figura 6.3. Dominis de MM5 per al sud-est europeu.

Per a tots els dominis s'ha treballat amb 23 capes verticals sigma seguint el terreny. La capa més baixa es situa al voltant dels 32 m, i la frontera vertical es troba fixa a 100 hPa.

6.4.1.2. Parametrització i inicialització

A part de les dues configuracions en les definicions dels dominis, s'ha treballat amb les parametritzacions físiques següents:

- Capa fronterera: Eta (Janjic, 1994).
- Esquema de Cúmulus: esquema de *Kain-Fritsch*. (Kain and Fritsch, 1990)

- Humitat: esquema *Dudhia simple ice moisture* (Dudhia, 1989)
- Radiació: Esquema *Cloud-radiation*
- Sòl-atmosfera: model de cinc capes del sòl (Dudhia, 1996)

Com a condicions d'entorn i inicialització s'ha emprat les dades del Centre Europeu de Predicció a Termini Mitjà, ECMWF (*European Center for Medium-range Weather Forecasts*). Aquestes dades tenen una resolució espacial d'un grau (100 km aprox. a la latitud de la zona de treball), i una resolució temporal de sis hores.

6.4.1.3. Situació meteorològica del dia simulat

Es va estudiar la simulació per un dia concret per tal d'avaluar el funcionament del model amb les dues configuracions proposades. Es va escollir el 14 d'agost de l'any 2000 perquè presentava una situació meteorològica amb baix forçament sinòptic, de manera que els fenòmens de mesoescala, induïts per la topografia particular de la regió i les característiques físiques del sòl fossin dominants.

La situació sinòptica del 14 d'agost correspon a un pantà baromètric sobre la península Ibèrica, típica de l'estiu (vegeu figura 6.4). Sobre la zona de Catalunya el flux de l'oest ben definit en alçada vira lleugerament prenent direcció nord-oest. Al nord-oest de les illes Britàniques se situa una zona de baixes pressions, mentre que a latituds més baixes es localitza l'anticicló. Durant el dia la baixa tèrmica africana arriba a estendre's fins a la península Ibèrica, formant-se la típica baixa tèrmica peninsular al sud-est. En superfície, l'àrea d'altres pressions se centra sobre el sud de l'oceà Atlàntic, amb una falca anticiclònica afectant la major part de la península Ibèrica, produint un pantà baromètric típic al llarg de la part est de la península. Els vents superficials eren baixos. Aquest fet, juntament amb la forta irradiació solar, va produir el desenvolupament de fenòmens de mesoescala. Aquests fenòmens són principalment brises marines, vents ascendents i descendents en els vessants muntanyosos i vents canalitzats a les valls.

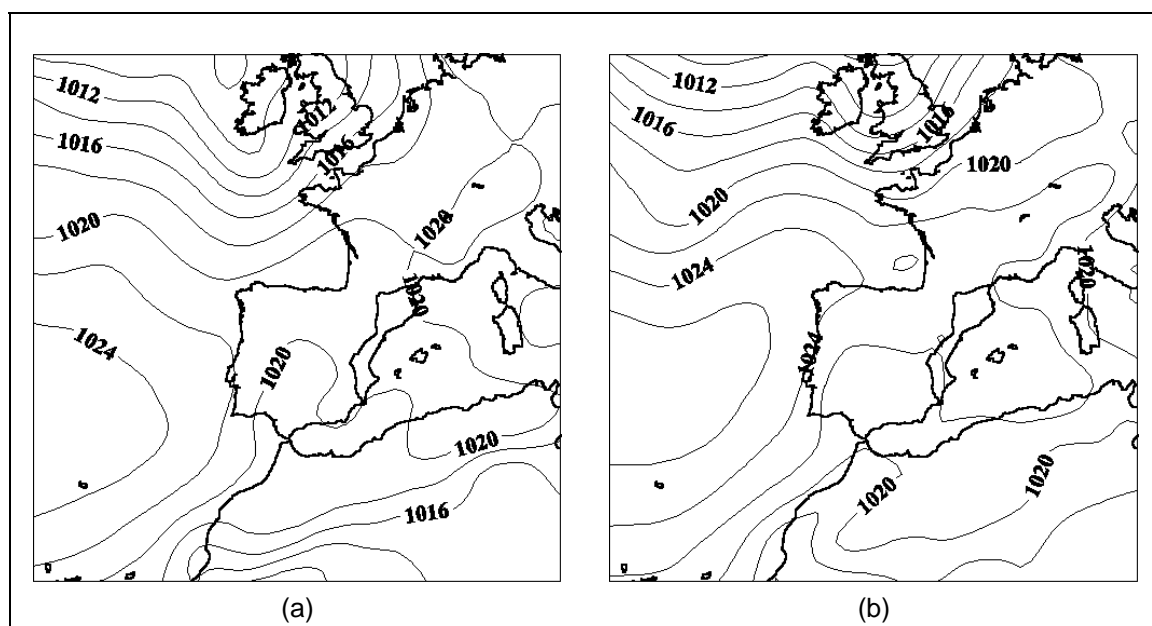


Figura 6.4. Situació sinòptica del 14 d'agost, (a) a les 0:00 UTC i (b) a les 12:00 UTC. Font: SMC.

A 850 hPa es tenen temperatures elevades sobre bona part de la regió peninsular, amb el flux sobre Catalunya de component NO. El radiosondatge de les 12 UTC de Barcelona confirma la situació en alçada amb una component del nord-oest (vegeu figura 6.5).

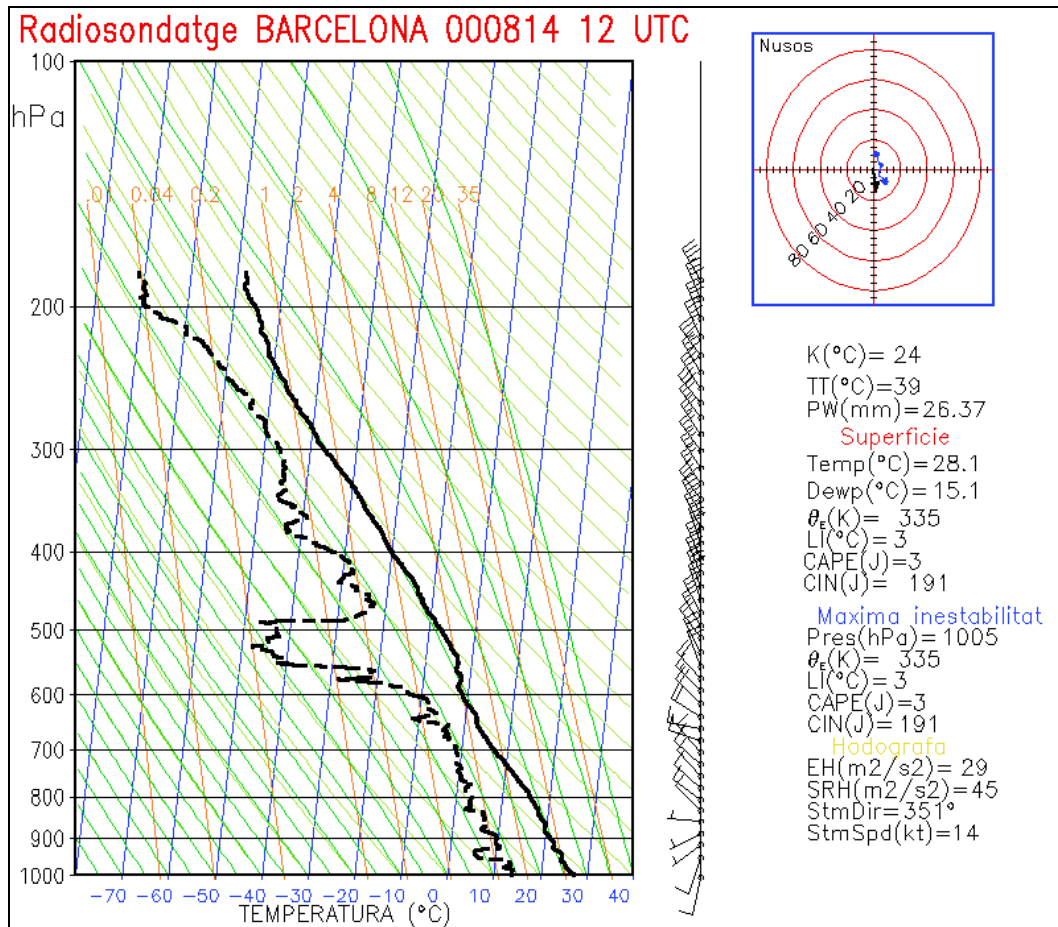


Figura 6.5. Radiosondatge de Barcelona del dia 14 d'Agost de 2000 a les 12 UTC. Font: SMC.

6.4.1.4. Configuració del mapa d'usos del sòl

Simulació USGS

Per aquesta simulació es va escollir el mapa d'usos del sòl de 24 categories del USGS, generat a partir de dades NOAA-AVHRR dels anys 1992 i 1993. Aquest mapa és el de major resolució disponible a TERRAIN (30 segons, que equival aproximadament a 1 km) i també és el que té més categories. Es va escollir aquest mapa perquè es volien simular amb la major precisió possible les condicions de superfície. Com ja s'ha comentat a l'apartat 6.2.2., encara que la resolució de les dues simulacions en el menor dels dominis escollits és de 2 km, el mapa d'usos del sòl triat té més resolució, per tal de parametritzar amb la major precisió possible els fenòmens de mesoescala del dia simulat. La taula 6.2 presenta els valors dels paràmetres de superfície d'aquest mapa d'usos del sòl.

Taula 6.2. Paràmetres de superfície, per al període d'estiu (E), definit entre els dies 15 d'abril i 15 d'octubre, per a les categories del USGS-24 presents a la zona d'estudi (Guo i Chen, 1994). Albedo, humitat emissivitat en %. Rugositat en cm i inèrcia tèrmica en (cal cm⁻² K¹ s^{-1/2}).

USGS-24	Descripció de les categories	ALBEDO	HUMITAT	EMISSIV.	RUGOS.	I.TÈRMICA
1	Urbà	18	10	88	50	0,03
2	Cultius i pastures de secà	17	30	92	15	0,04
3	Cultius i pastures de regadiu	18	50	92	15	0,04
4	Barreja de secà i regadiu	18	25	92	15	0,04
5	Mosaic de cultius i prats	18	25	92	14	0,04
6	Mosaic de cultius i bosc	16	35	93	20	0,04
7	Prats	19	15	92	0,12	0,03
8	Matollar	22	10	88	10	0,03
9	Barreja matollar i prats	20	15	90	11	0,03
10	Sabana	20	15	92	15	0,03
11	Bosc caducifoli de fulla planifòlia	16	30	93	50	0,04
14	Bosc de coníferes perennes	12	30	95	50	0,04
15	Bosc amb barreja d'espècies	13	30	94	50	0,04
16	Aigua	8	100	98	0,01	0,06
17	Vegetació de zones pantanoses	14	60	95	20	0,06
18	Zona pantanosa amb veg. llenyosa	14	35	95	40	0,05
19	Erm o amb vegetació escassa	25	2	85	10	0,02
24	Neu o gel	55	95	95	5	0,05

Simulació CORINE

Es va substituir pel conjunt dels dominis (vegeu figura 6.3) el mapa d'usos del sòl original pel CORINE (EEA, 2000). Aquest mapa és més actual que no pas el del USGS-24 i a més incorpora més categories (per més detalls vegeu el capítol 2). Amb aquest canvi es van voler actualitzar els usos del sòl del model, així com introduir categories més específiques de la regió de treball, ja que les categories del USGS-24 estan definides a nivell de tot el món. A tall d'exemple es pot dir que en el mapa del USGS-24 hi ha sabana al pla de Tarragona. Això no vol dir que el mapa estigui equivocat, sinó que les categories del USGS-24 són molt generalistes i acaben englobant usos del sòl que en una escala de treball més reduïda, com ara la nostra, es poden considerar per separat, sense que això suposi una llegenda massa extensa en el mapa d'usos del sòl com passaria per a nivell global.

A part del canvi de mapa d'usos del sòl, s'ha modificat la taula d'assignació dels paràmetres de superfície climàtics (albedo, emissivitat i inèrcia tèrmica) del MM5 amb els valors d'agost de l'any 2000 obtinguts amb les dades AVHRR per tal de caracteritzar millor les condicions de superfície del dia simulat. Per poder assignar els paràmetres restants, la humitat del sòl i la rugositat (que no es poden calcular amb les dades de AVHRR), es va optar per realitzar una equivalència de classes entre els dos mapes d'usos del sòl i emprar els valors per defecte de MM5 de les categories del USGS-24 més similars. A la Taula 6.3 es presenten els valors dels paràmetres usats en la simulació.

Taula 6.3. Paràmetres de superfície calculats per a les categories del CORINE per l'agost de l'any 2000.

CORINE	Descripció de les categories	ALBEDO	HUMITAT	EMISSIV.	RUGOS.	I.TÈRMICA
1-11	Categories urbanes	18,8	10	95,07	50	0,063
12	Cultius de secà	21,4	30	95,78	15	0,050
13	Regadius permanents	21,1	50	96,40	15	0,052
14	Arrossars	17,5	50	97,85	15	0,086
15	Vinyes	21,3	35	95,34	20	0,052
16	Fruiters i plantacions de baies	18,2	35	95,55	20	0,064
17	Oliveres	17,8	35	95,04	20	0,057
18	Prats	17,8	30	98,85	15	0,069
19	Cultius anuals i permanents	22,6	35	93,38	20	0,054
20	Mosaic de cultius	19,7	35	96,56	20	0,056
21-22	Sistemes agroforestals	20,0	35	94,80	20	0,049
23	Bosc de planifòlis	17,1	30	98,29	50	0,067
24	Bosc de coníferes	15,5	30	97,04	50	0,062
25	Bosc mixt	15,8	30	98,16	50	0,068
26	Pastures naturals	18,0	15	97,82	0,12	0,060
27	Landes i matollars	17,7	15	98,18	11	0,066
28	Vegetació escleròfila	16,9	15	95,69	11	0,056
29	Matollar boscós de transició	16,8	15	96,10	11	0,056
30	Platges, dunes i arenals	18,2	2	97,63	10	0,062
31	Rocalla	20,8	2	95,92	10	0,054
32	Espais amb vegetació escassa	22,2	2	94,08	10	0,045
33	Zones cremades	14,5	2	96,10	10	0,057
34	Glaceres i neus permanents	41,2	95	96,59	5	0,068
35-39	Aiguamolls i zones pantanoses	16,5	60	95,38	20	0,075
40-44	Llacunes, estuaris, mars i oceans	8,5	100	97,79	0,01	0,120

6.4.1.5. Variacions dels paràmetres entre les dues configuracions

El canvi del mapa d'usos del sòl i el canvi de la taula d'assignació dels paràmetres crea unes condicions de superfície inicials diferents en les dues simulacions. A continuació s'analitzen aquestes diferències en la regió del domini D-03.

En termes generals, en la regió de la canalització de l'Ebre per terres aragoneses es produeix una disminució de l'albedo, i un augment de la disponibilitat d'humitat del sòl, de l'emissivitat, molt lleugerament de la rugositat i de la inèrcia tèrmica. En la zona dels Pirineus es presenta un augment de l'albedo, una disminució important de la disponibilitat d'humitat del sòl, una disminució més localitzada de l'emissivitat, un augment de la rugositat amb zones on disminueix, especialment en les zones més elevades, i una disminució de la inèrcia tèrmica. La regió de la Catalunya central presenta un comportament similar al de la canalització de l'Ebre.

A continuació s'analitzen més detalladament les diferències entre les condicions inicials de superfície, comparant les configuracions mitjançant la substracció entre mapes de superfície (CORINE - USGS), paràmetre a paràmetre. Els valors positius (tonalitats vermelloses) de les 5 figures següents corresponen a valors superiors en el CORINE respecte del USGS, mentre que els valors negatius (en blaus) corresponen a valors superiors en la configuració USGS.

Albedo

La diferència entre mapes d'albedo del conjunt de la zona d'estudi és lleugerament positiva (0,5%) (vegeu figura 6.6). Les diferències positives més acusades es donen al sud-oest de França. En el País Basc francès això és degut a un problema de diferents categories en els dos mapes d'usos del sòl. Aquesta zona és bàsicament bosc perenne al USGS-24 (cat.14) mentre que correspon a pastures (cat.18) i zones de cultiu (cat.20) al CORINE. La diferència moderada en tota la zona de les Landes no és deguda a un canvi de categoria sinó a un diferent valor d'albedo en els dos mapes (albedo del 12% per cat. 14 USGS-24 i albedo estimat de 14.2% per cat. 24 del CORINE). Es troben diferències positives moderades a la vall de la Garona i a la regió de Tolosa amb conreus de secà (2) i mosaic de conreus i boscos (6) en el USGS-24; mentre que al CORINE són bàsicament conreus de secà (12). També hi ha diferències moderades positives a la zona d'Osca i a la zona d'Albacete, degudes a diferents valors d'albedo per a les mateixes categories (conreus de secà).

Les zones amb diferències negatives són més reduïdes en la seva extensió però en canvi les diferències són elevades en la majoria de la zona. Aquestes es concentren en les zones muntanyoses del quadrant inferior esquerre de la zona de treball, concretament a la zona de Cuenca i serra de Gudar i als Ports de Besseit, on al USGS-24 hi trobem bàsicament regadiu (cat.2), sabana (cat.10) i erm/vegetació escassa (cat.19); mentre al CORINE hi ha boscos de coníferes (cat.24), vegetació escleròfila (cat.28) i zones de transició entre bosc i matollar (cat.29). D'altra banda, a la Catalunya central (Moianès) les diferències importants són degudes a la categorització com a matollar al USGS-24 (9) i com a boscos de coníferes al CORINE (24). Les diferències negatives de la vall de l'Ebre són degudes a la categorització del USGS-24 com a matollar (8) i al CORINE com a conreus de secà (12).

Humitat del sòl

Les diferències en la humitat del sòl són poc importants (vegeu figura 6.7), ja que no s'han estimat de nou a partir d'imatges de teledetecció sinó que s'han assignat valors d'humitat a les categories del CORINE a partir de l'equivalència entre categories feta a partir de les sèries de NDVI del SPOT-VGT.

La diferència global en l'àrea d'estudi és de -0,1% i per tant, es pot considerar que en general les condicions d'humitat per a la simulació són les mateixes, encara que en algunes regions, com a la vall de l'Ebre, les diferències són importants en extensions considerables. Les diferències negatives (valors més elevats al USGS-24) es donen als Pirineus, sobretot allà on el CORINE ho considera roca emergida (cat. 31) i el USGS-24 tundra llenyosa (cat. 21). La resta de zones puntuals amb valors negatius elevats són zones d'aigua, com embassaments, que no acaben de coincidir entre mapes d'usos del sòl.

Les diferències positives (valors superiors en CORINE) presenten una major extensió i una magnitud menor a les negatives. Les majors diferències es concentren a la vall de l'Ebre i a la plana de Lleida, allà on el USGS-24 ho considera matollar i el CORINE conreus de secà. També hi ha diferències positives importants a la zona de Cabriel on hi ha matollar segons el USGS-24 i vinya (cat.15) i mosaic de cultius (cat.20) segons CORINE.

Hi ha diferències positives moderades amb una extensió considerable al Rosselló (USGS-24: conreus de secà (cat.2) i conreus permanents (cat.19) i CORINE: vinya (cat.15) i vegetació escleròfila (cat.28)); a l'Alt Empordà (USGS-24: mosaic de pastures i matollar (cat.9) i CORINE: regadius) i al Bages, l'Anoia i

la Segarra on al USGS-24 hi ha mosaic de pastures i matollar (cat.9) i segons el CORINE hi ha conreus de secà (cat.12) i boscos de coníferes (cat.24).

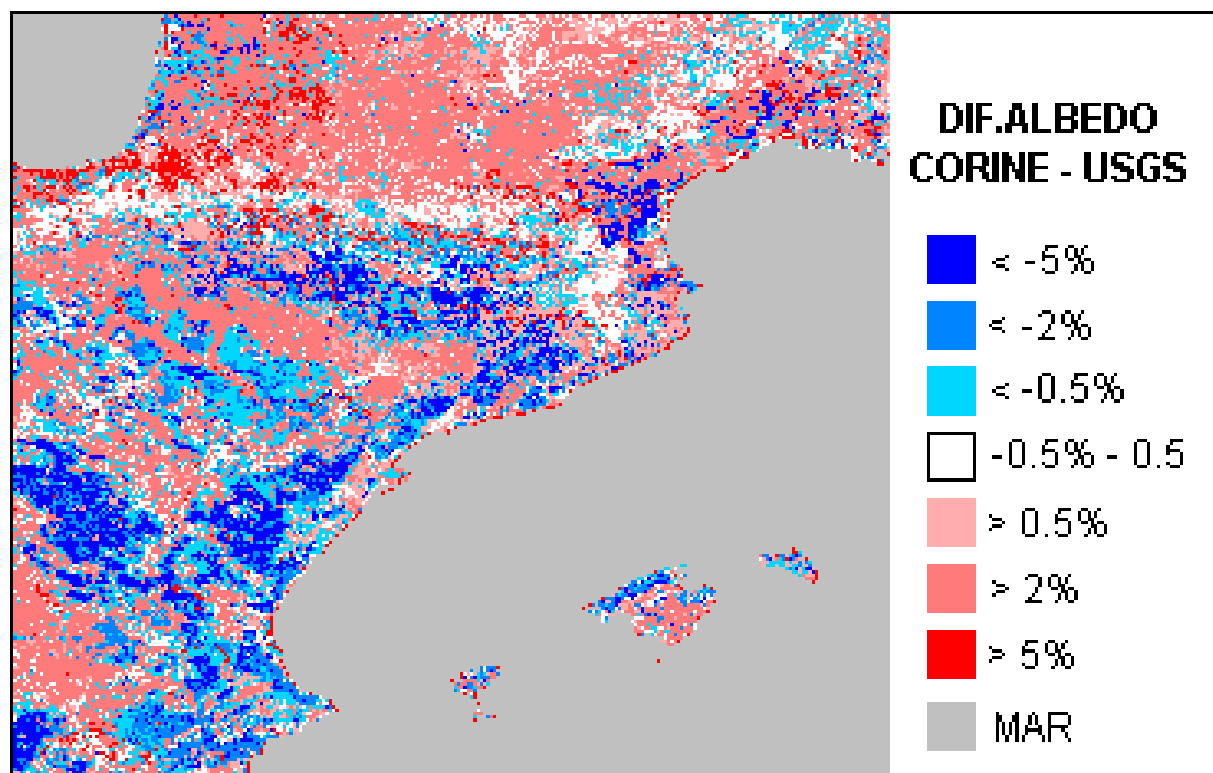


Figura 6.6. Diferències d'albedo entre les configuracions CORINE i USGS-24.

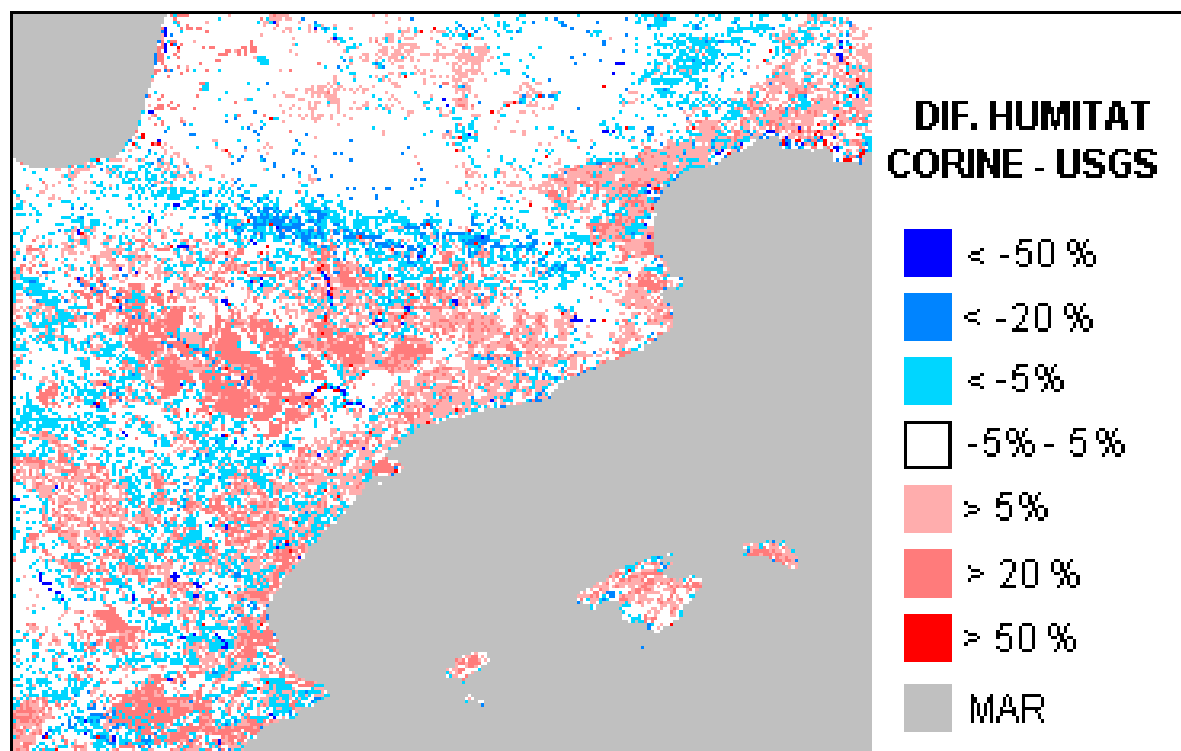


Figura 6.7. Diferències d'humitat entre les configuracions CORINE i USGS-24.

Inèrcia tèrmica

L'estimació que s'ha fet de la inèrcia tèrmica a partir de les dades AVHRR presenta valors més elevats que els assignats a les classes del USGS-24 (vegeu figura 6.8). En general, sembla que hi ha una relació entre les diferències màximes i l'altitud, ja sigui directa o indirecta deguda a les classes de les zones muntanyoses. Deixant de banda les Landes franceses, les majors diferències es concentren al Pirineu i Prepirineu, al Prelitoral (Montseny, St.Llorenç, Garraf, Montsant), als Ports de Besseit, a les serres d'Albarracín i Gudar, i a la serra de Tramuntana a Mallorca. També s'observa un factor de continentalitat en la inèrcia tèrmica, ja que les zones litorals presenten amplituds menors i, per tant, inèrcies majors.

Més en detall, en comparar els valors assignats segons CORINE i USGS-24, les diferències més importants es donen en zones considerades bosc (cat.24) per CORINE i que segons el USGS-24 són matollar (cat.8) o sabana (cat.10) com és el cas de la serra d'Albarracín, la serra de Gudar o els Ports de Besseit. Així mateix hi ha diferències importants on segons CORINE hi ha boscos de caducifolis (cat.23) mentre que el USGS-24 hi assigna mosaics de conreus i boscos (cat.6), com es dona a la Garrotxa, el Ripollès o el vessant francès dels Pirineus orientals.

Rugositat

Les zones amb fortes diferències en rugositat (vegeu figura 6.9) es donen on els dos mapes d'usos del sòl hi assignen categories entre les quals hi ha una important diferència en quant a la cobertura vegetal. Així, per exemple, les diferències són molt negatives (rugositats més elevades al USGS-24) on segons el CORINE hi ha pastures naturals (cat.26) i en canvi el USGS-24 hi atribueix boscos de coníferes (cat.14), com és el cas de les parts baixes dels vessants nord dels Pirineus. En l'altre extrem hi trobem les zones de boscos al CORINE (cats. 23 i 24) que són mosaics de conreus i boscos al USGS-24 (cat.6). Aquestes zones són per exemple la Garrotxa, zones de les Landes o del Massís central i en punts de la serra d'Albarracín. Després hi ha zones prou extenses amb diferències positives moderades, com a la vall de l'Ebre a l'alçada de Saragossa, on hi ha matollar segons el CORINE i conreus de secà segons el USGS-24. Hom podria pensar que llavors la diferència hauria de ser negativa, però el USGS-24 atribueix, per als mesos d'estiu, una rugositat superior als conreus de secà respecte dels matollars. A la zona del Rosselló, la diferència és positiva perquè al CORINE s'hi troben vinyes (cat.15) mentre que al USGS-24 hi ha conreus de secà (cat.2). Les diferències lleugerament negatives, disperses però visibles a les zones de la serra d'Albarracín, la serra de Gudar i la zona de Cabriel, corresponen a zones considerades de vegetació escleròfila (cat.28) o matollar boscós de transició (cat.29) al CORINE i mosaics de conreus i boscos al USGS-24 (cat.6).

Emissivitat

L'emissivitat estimada amb teledetecció, en general, ha establert valors superiors en totes les classes (vegeu figura 6.10). Les diferències entre els valors estimats per a les classes del CORINE i els valors climàtics de USGS-24 en el conjunt de la superfície de la zona de simulació està al voltant del 5%. Les diferències només són negatives a les zones on al USGS-24 hi ha aigua i al CORINE no, ja sigui per la diferent estimació de la superfície d'aigua, més precisa i extensa al CORINE, o per errors de superposició entre classificacions, freqüents en categories lineals com és el cas de l'aigua fluvial.

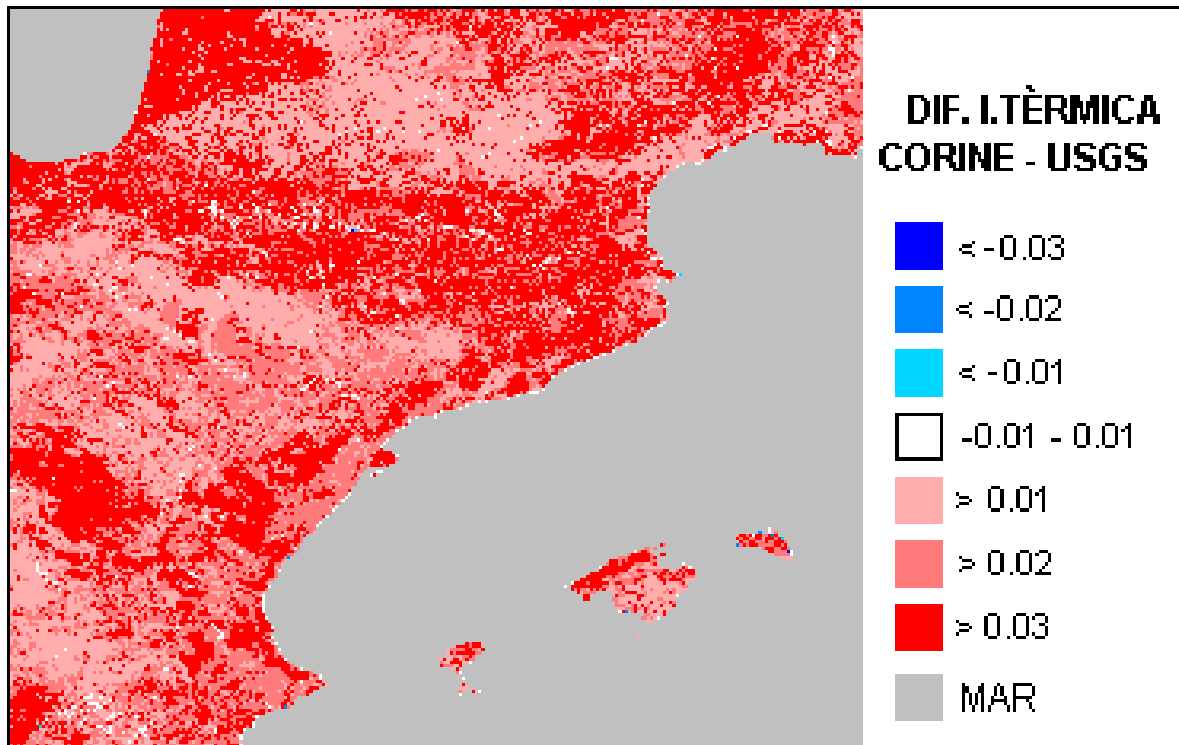


Figura 6.8. Diferències d'inèrcia tèrmica entre les configuracions CORINE i USGS-24.

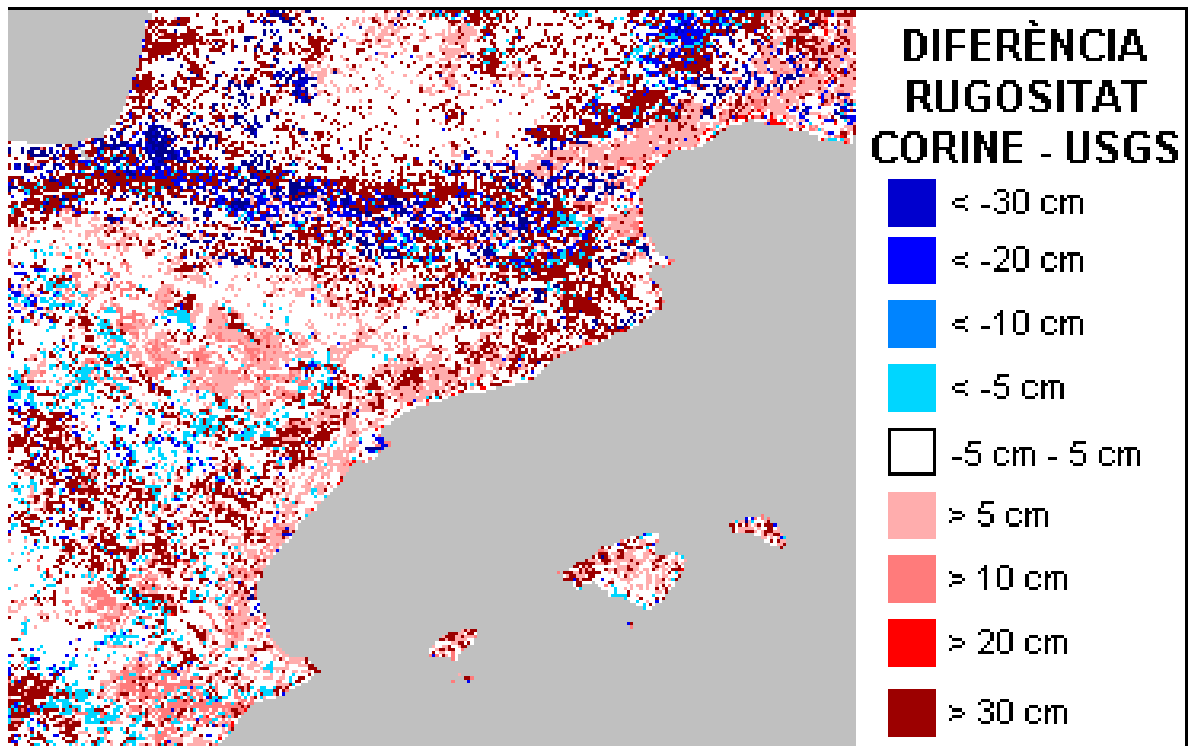


Figura 6.9. Diferències de rugositat entre les configuracions CORINE i USGS-24.

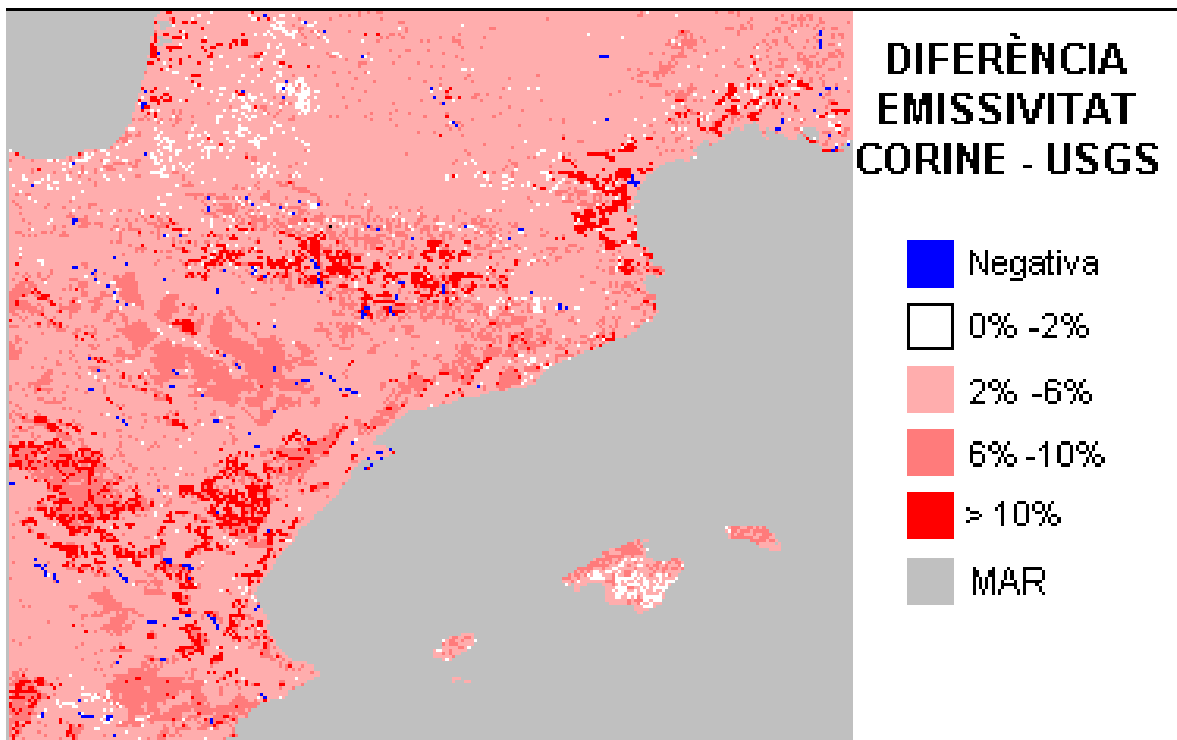


Figura 6.10. Diferències d'emissivitat entre les configuracions CORINE i USGS-24.

Les diferències més importants d'emissivitat es donen quan la categoria del USGS-24 és de sòl nu o vegetació escassa (cat.19) i la del CORINE és forestal o de matollars. La categoria 19 del USGS-24 és la que té l'emissivitat més baixa, amb un valor de 0,85, i això genera diferències superiors a 0,10 quan en el CORINE hi ha boscos de coníferes (cat.24, emis.: 0,97), com a la serra de Gudar, o vegetació escleròfila (cat.28, emis.: 0,96) i matollar boscós de transició (cat.29 emis.: 0,96) a la serra d'Albarracín .

6.4.2. Comparativa entre els resultats de les dues simulacions

A continuació s'analitzen els resultats de les dues simulacions realitzades pel dia 14 d'agost de l'any 2000 fetes en el domini 4 (centrat a Catalunya) amb una resolució de 2 km. S'analitzen les diferències entre les variables meteorològiques pronosticades en ambdues simulacions. Primer es fa una valoració general pel conjunt del domini 4, entrant després en l'estudi de tres zones concretes on les diferències entre simulacions mereixen un estudi més detallat.

6.4.2.1. Diferències generals en les variables meteorològiques

Nuvolositat

Entre les dues simulacions, s'observa una modificació dels patrons de núvols simulats pel model. Tot i produir-se petites modificacions, la variació de l'albedo, emissivitat o inèrcia tèrmica del sòl és suficient per produir variacions en la posició i extensió de la nuvolositat simulada pel model. Precisament, degut a les diferències en els patrons de núvols, aquelles zones amb una coberta diferent presenten diferències de la temperatura del sòl de fins a 4 °C.

Temperatura

Les diferències de temperatura (vegeu figura 6.11a) assoleixen valors superiors al 100% en les zones pirinenques, situació més acusada durant les hores nocturnes (vegeu figura 6.11b), possiblement degut a l'elevada inèrcia tèrmica que s'obté amb les imatges de satèl·lit respecte als valors per defecte de MM5. A les 15 UTC s'aprecien les màximes diferències en les regions més elevades dels Pirineus, i diferències que oscil·len entre el 20-50% en zones com l'àrea metropolitana de Barcelona, l'Anoia, Osona i la costa Tarragonina. També destaquen regions amb disminucions de fins el 20% a la plana de Lleida o l'Alt Empordà.

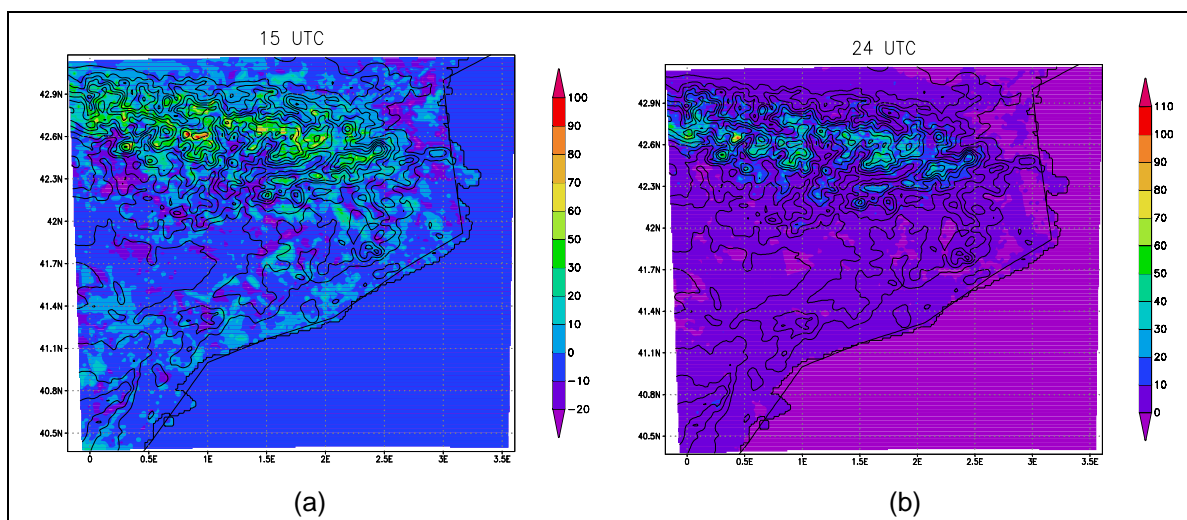


Figura 6.11. Diferències percentuals de la temperatura del sòl per tot el domini (a) a les 15 UTC i (b) a les 24 UTC.

Precipitacions

Les diferències en el patró de precipitacions també són significatives. Les tempestes que es desenvolupen durant el dia són més nombroses en la simulació USGS, però el valor màxim de precipitació acumulada es produeix en la simulació CORINE, precisament en un indret on en la simulació USGS no preveu precipitacions. Aquestes diferències en els patrons de precipitació és un reflex de les diferents injeccions de masses d'aire que simula el model, provocant variacions dràstiques en els vents en altura en aquelles zones on es produeix la convecció tèrmica.

6.4.2.2. Diferències locals en les variables meteorològiques

A continuació s'analitzen tres zones on les variables meteorològiques presenten variacions considerables entre les dues simulacions. Primer es fa una anàlisi de les diferències entre categories dels mapes d'usos del sòl de la zona, el qual ajuda a entendre les diferències en les variables meteorològiques simulades.

Àrea Metropolitana de Barcelona

El CORINE (vegeu figura 6.12) presenta en aquesta zona una presència urbana molt més elevada. Per altra banda, les zones de mosaic de la categoria 9 del USGS-24 es fragmenten al CORINE en categories més concretes, fent que la presència de zones boscoses sigui més important. Tant l'urbà com els boscos fan augmentar molt la rugositat, afectant aquesta els camps de vent de les simulacions.

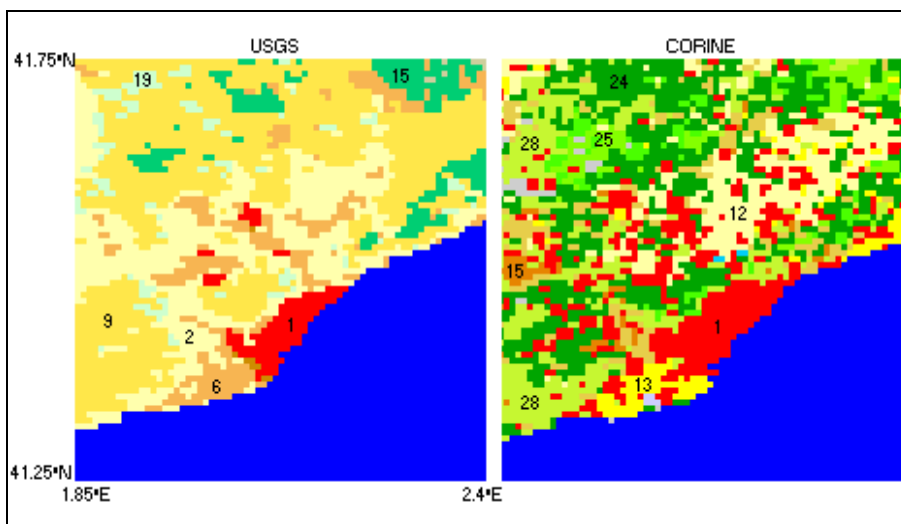


Figura 6.12. Mapes d'usos del sòl per a l'Àrea Metropolitana de Barcelona. Classes amb major presència del USGS-24: urbana (1), cultius de secà (2), mosaic de cultius i bosc (6), barreja matollar i prats (9), bosc mixt (15) i vegetació escassa (19) i del CORINE: urbana (1), cultius de secà (12), regadius permanents (13), vinyes (15), bosc de coníferes (24), bosc mixt (25) i vegetació escleròfila (28).

Les diferències de fins el 25% en la temperatura del sòl en aquesta zona (vegeu figura 6.13a) afecten a la temperatura simulada en el primer nivell en variacions del 2.5 % (vegeu figura 6.13b). Aquestes diferències són suficients per provocar variacions en els camps de vent simulats.

Les diferències en els camps de vents (vegeu figura 6.14a) s'aprecien amb disminucions de la velocitat del vent amb els nous usos de fins a 1.4 m/s en la regió del Baix Llobregat, on l'entrada de la brisa té menor intensitat. En termes generals, la simulació CORINE presenta un camp de vents superficial de menor intensitat que la simulació USGS (vegeu figura 6.14b), en bona part degut a la major rugositat de superfície de CORINE. Sobre el mar, amb el nou mapa d'usos del sòl els vents viren més a garbí, i al penetrar a l'interior presenten una component oest més important.

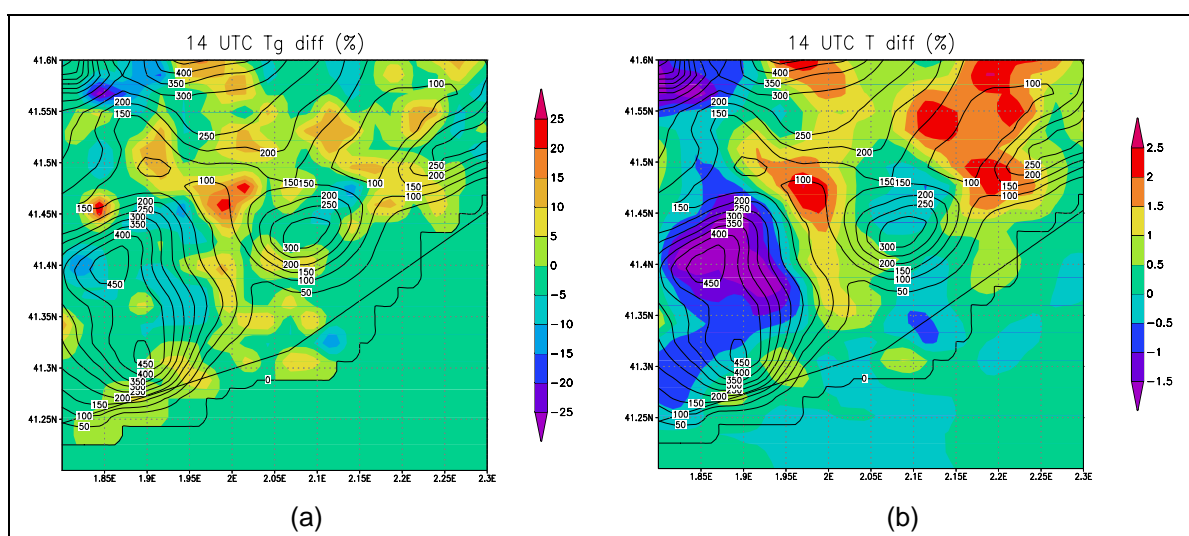


Figura 6.13. Diferències percentuals en (a) la temperatura del sòl i (b) la temperatura al primer nivell del model entre CORINE i USGS a les 14 UTC.

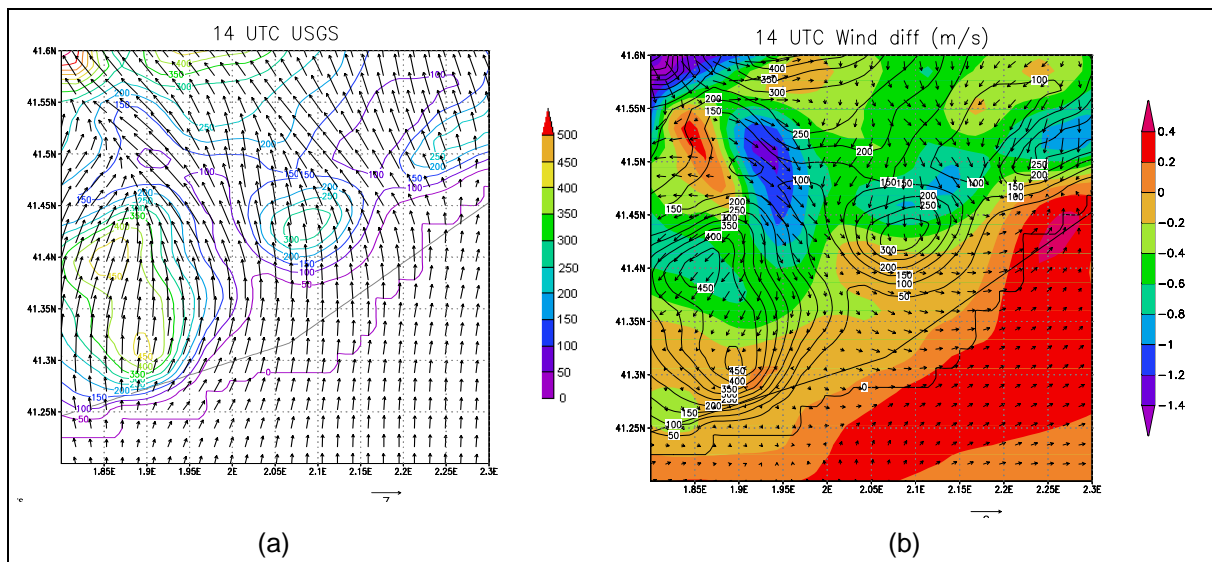


Figura 6.14. (a) Camp de vents de la simulació USGS i (b) diferències en la magnitud de la velocitat en el primer nivell (colors) i el camp de vents diferència (vectors) entre el camp CORINE i el camp USGS.

Zona de l'Anoia

En aquesta zona de l'Anoia (vegeu figura 6.15), com passava a la de Barcelona, la categoria Barreja matollar i prats (9) del USGS es separa al CORINE, en Cultius de secà (12) i Bosc de coníferes (24).

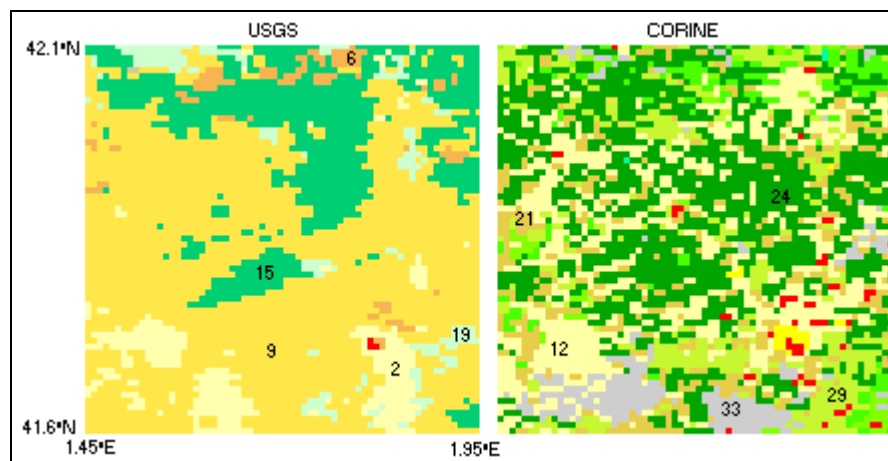


Figura 6.15. Mapes d'usos del sòl de la zona d'estudi de la comarca de l'Anoia. Classes amb major presència al USGS: cultius de secà (2), mosaic de cultius i bosc (6), barreja matollar i prats (9), bosc mixt (15), vegetació escassa (19) i al CORINE: cultius de secà (12), agrícola vegetació natural (21), bosc de coníferes (24), matollar boscós de transició (29) i zones cremades (33).

En aquesta zona hi ha diferències en la simulació de les masses nuvoloses. Aquest segon aspecte és important, ja que en la zona on se simula un núvol la radiació solar incident sobre el sòl es redueix molt sensiblement, provocant una disminució de la temperatura del sòl. Les diferències en la temperatura del sòl (vegeu figura 6.16a) es troben entre el $\pm 25\%$, i en la temperatura al primer nivell del model (vegeu figura 6.16b) es troben entre -4% i $+10\%$. Aquestes diferències afecten al camp de vents sensiblement, tal i com s'observa en la figura 6.17.

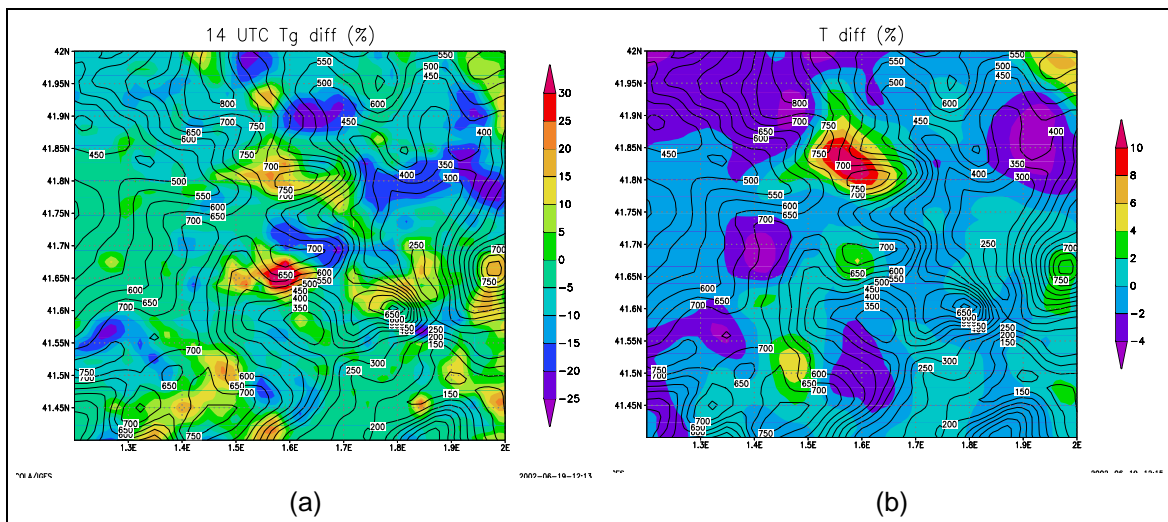


Figura 6.16. Diferències percentals a les 14 UTC entre les simulacions CORINE i USGS de (a) la temperatura del sòl i (b) la temperatura al primer nivell del model.

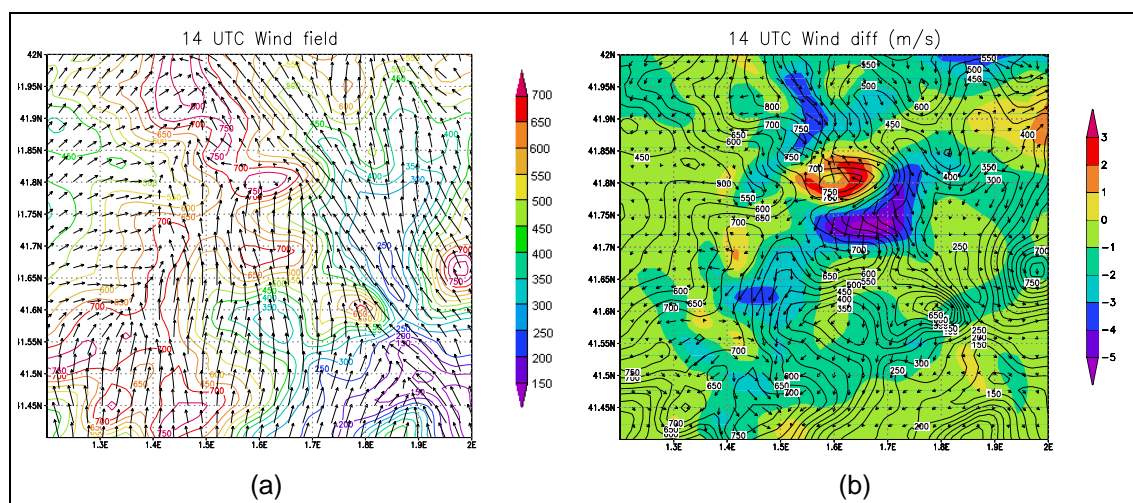


Figura 6.17. (a) Camp de vents a les 14:00 UTC de la simulació USGS i (b) camp de vents diferència entre les dues simulacions (vectors) a les 14:00 UTC i diferència en la magnitud del vent (en color).

Les diferències entre simulacions en aquesta regió de l’Anoia són més importants que en l’anterior regió, assolint-se diferències en la magnitud dels vents de fins a 5 m/s en àrees extenses (vegeu figura 6.17b). A la figura 6.18 es mostren els perfils de convecció centrats en la regió de l’Anoia. Els perfils combinen el camp de vents, representat amb vectors, amb els colors que corresponen al *mixing ratio* (kg/kg). Aquesta és una mesura de la humitat de l’aire i correspon a la relació entre massa de vapor d’aigua (kg) i massa d’aire sec (kg). El tall superior correspon a la simulació CORINE i l’inferior a la simulació USGS. Les conveccions que s’originen a la regió a les 15 UTC no es localitzen en el mateix lloc, provocant diferències molt importants en els camps de vents superficial i en altura. En conjunt, la injecció d’aire és superior en la simulació CORINE. La injecció més important que es pot observar al perfil, localitzada a l’Anoia, en la simulació USGS es localitza més al sud (més a la dreta en la figura 6.18).

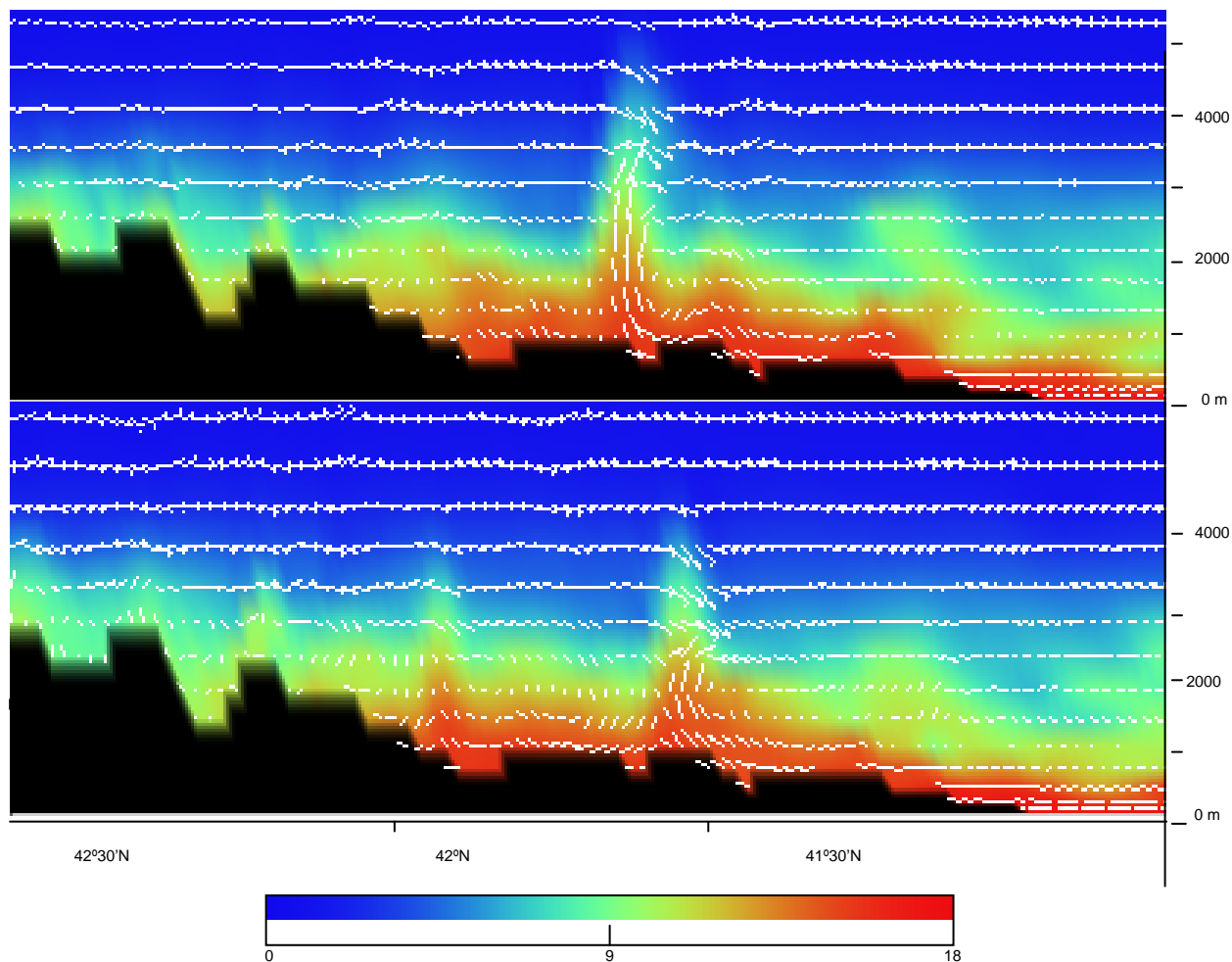


Figura 6.18. Perfils de convecció a la longitud 1.55°E per al dia 14 d'agost de 2000 a les 15:00 UTC. El perfil superior correspon a la simulació CORINE i l'inferior a la USGS. En negre es representa la topografia, amb els Pirineus a l'esquerra del tall i el mar a la dreta, quedant la comarca de l'Anoia al centre. El camp de vents es representa a diferents altituds amb fletxes blanques. Amb l'escala de colors es representa el *mixing ratio* (kg/kg).

Zona d'Osona

La figura 6.19 mostra per a la comarca d'Osona, envoltant els conreus de la plana de Vic (categoria 9 al USGS i 12 al CORINE), al CORINE s'hi troba una barreja de diferents classes forestals, mentre que al USGS aquesta zona és molt més homogènia i es classifica com a Mosaic de cultius i bosc (6).

S'aprecien diferències de fins el 30% en la temperatura del sòl (vegeu figura 6.20). A la plana de Vic es produeix una disminució lleugera, mentre que en els vessants NO, NE i SE es produeixen increments elevats de la temperatura del sòl de fins el 25-30%. En els vessants NE i SO s'aprecien disminucions del 20-25%. Aquestes variacions es tradueixen en la temperatura ambiental en el primer nivell en diferències de fins el 14%. Els vessants NO i NE presenten increments de fins el 14%, el vessant N disminucions del 8%, similars a les disminucions del vessant S-SO.

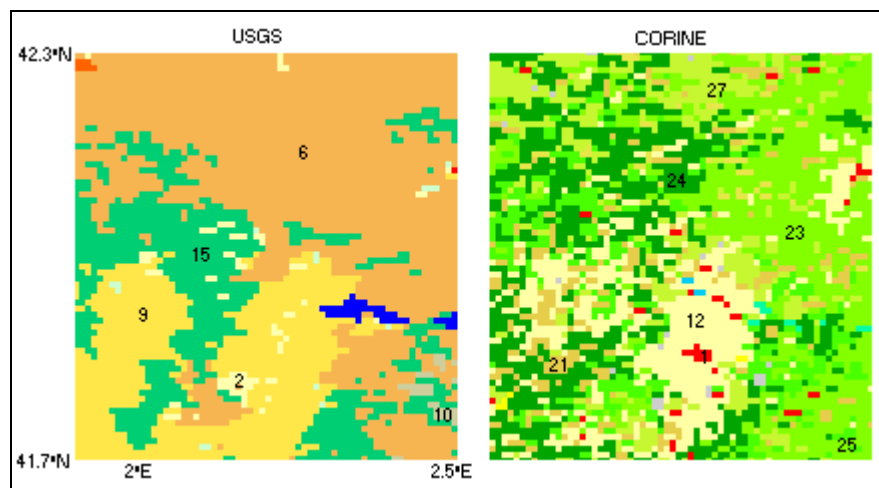


Figura 6.19. Mapes d'usos del sòl de la zona d'estudi de la comarca d'Osona. Classes amb major presència en el USGS-24: cultius de secà (2), mosaic de cultius i bosc (6), barreja matollar i prats (9), sabana (10) i bosc mixt (15) i en el CORINE: urbà (1), cultius de secà (12), agrícola vegetació natural (21), bosc de planifolis (23), bosc de coníferes (24), bosc mixt (25) i landes i matollars (27).

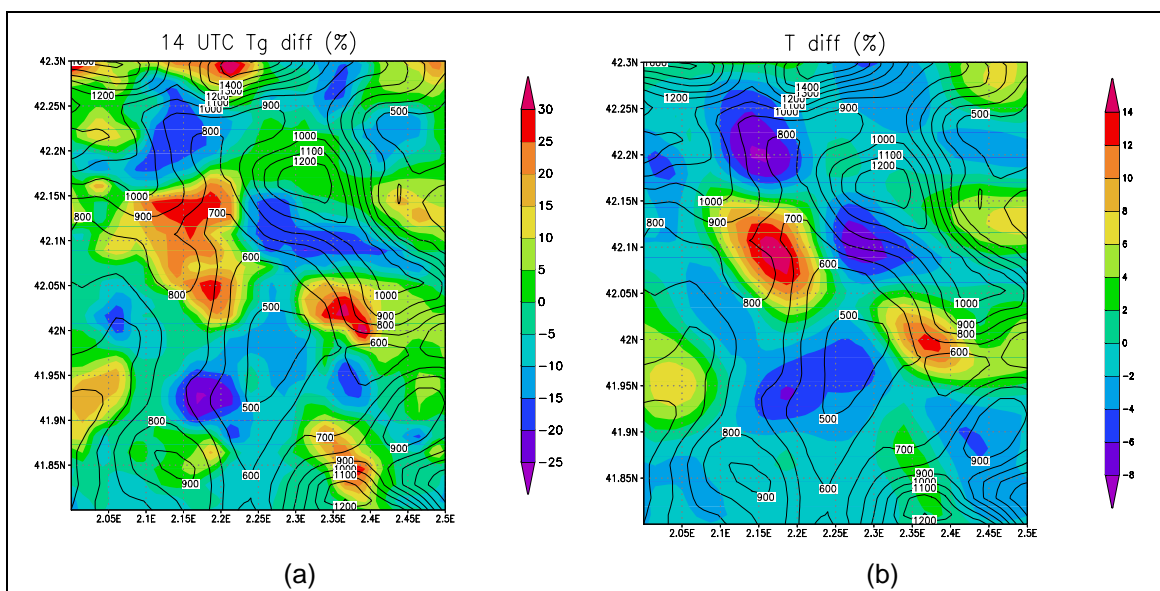


Figura 6.20. Diferències percentuals de (a) la temperatura del sòl i (b) la temperatura al primer nivell del model entre les simulacions CORINE i USGS a les 14 UTC.

La variació dels paràmetres físics del sòl produeix un balanç hídric diferent en les dues simulacions, provocant que les masses nuvoloses simulades siguin diferents entre els dos casos. La major o menor presència de núvols afecta la radiació incident, i en funció d'aquesta les temperatures superficials s'incrementen més o menys. A la figura següent (6.21) es poden observar les diferències entre la radiació incident a les 14 UTC simulada en ambdós casos. Es poden apreciar clarament les regions on la simulació de núvols no coincideix, seguint el mateix patró que s'aprecia en les diferències de la temperatura del sòl.

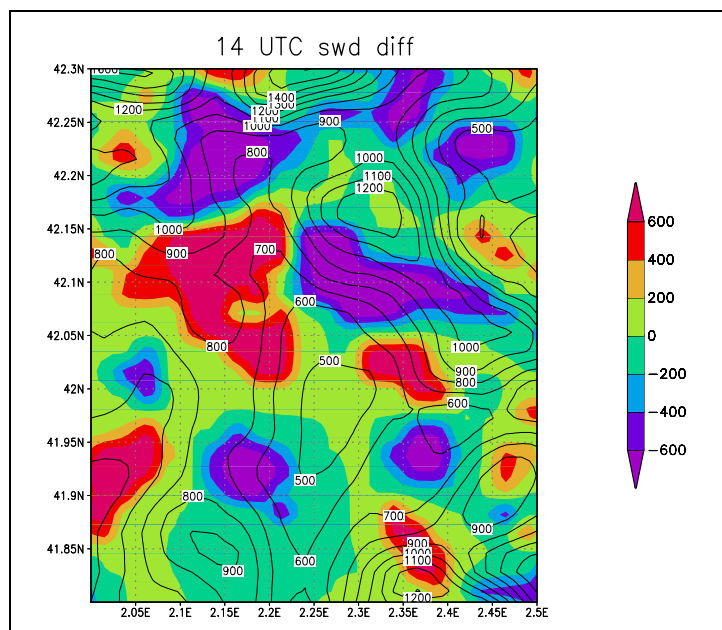


Figura 6.21. Diferències entre la radiació incident (W/m^2) simulada per les dues simulacions (CORINE - USGS) a les 14 UTC.

Per entendre millor aquest fet, a continuació es presenta l'evolució de la temperatura del sòl del punt localitzat a 42°N 2.25°E al llarg del dia per les dues simulacions (vegeu figura 6.22).

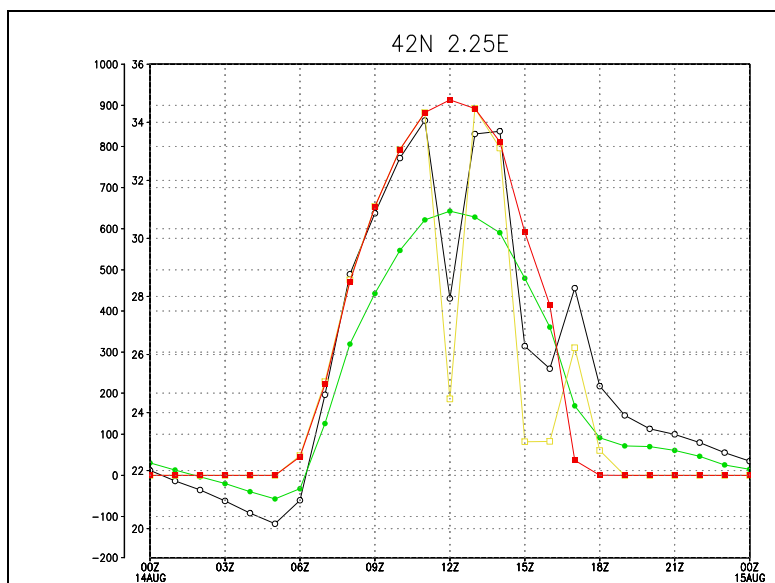


Figura 6.22. Evolució de la temperatura del sòl (verd CORINE i negre USGS) i de la radiació incident (W/m^2) del punt localitzat a 42°N 2.25°E al llarg del dia per les dues simulacions (vermell CORINE i groc USGS).

Es pot apreciar la influència de la presència de núvols en la simulació USGS. Durant les 24h la simulació CORINE no simula núvols sobre aquest punt. A part d'aquest fet, la variació dels paràmetres físics provoca que l'amplitud tèrmica amb la simulació CORINE sigui bastant menor que amb la simulació USGS. Aquest comportament es deu principalment a l'increment de la inèrcia tèrmica en aquest punt amb les noves dades.

La figura 6.23 presenta les variacions del camp de vents superficial s'observa en les següents figures. La figura 6.23a és el camp de vents superficial a les 14 UTC de la simulació USGS, mentre la figura 6.23b representa el camp de vents diferència entre les dues simulacions. El mapa de colors representa la diferència en la magnitud de la velocitat del vent entre les dues simulacions, CORINE-USGS. Es poden observar diferències en els vents superficials. En els vessants O i NO es produeixen disminucions en la velocitat del vent per la simulació USGS en comparació amb CORINE. Els vents a sotavent es simulen més debils amb CORINE.

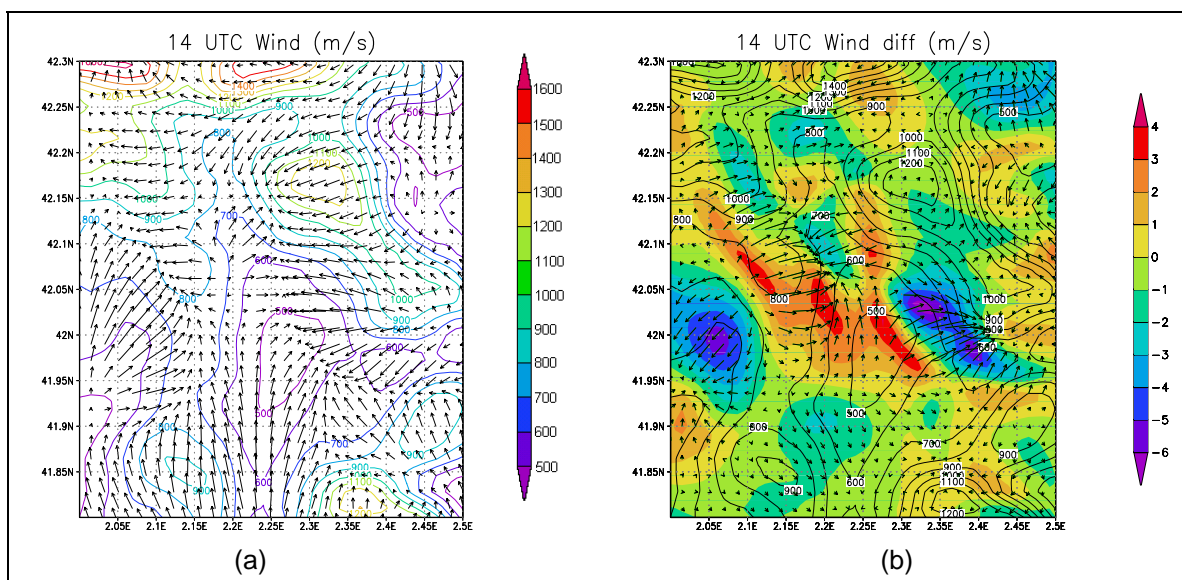


Figura 6.23. (a) Camp de vents a les 14 UTC de la simulació USGS i (b) camp de vents diferència CORINE-USGS entre les dues simulacions a les 14 UTC (vectors) i diferència en la magnitud del vent (en color).

6.5. Conclusions de la simulació

Els canvis introduïts en els paràmetres de superfície, a través del canvi del mapa d'usos del sòl i de la introducció dels valors calculats amb AVHRR per l'any 2000, han estat prou importants com per afectar els resultats de les simulacions. Cal destacar les diferències en el balanç hídric entre les dues simulacions, que provoquen simulacions diferents de les masses nuvoloses. Aquestes diferències en la localització i dimensions de la nuvolositat modifiquen el balanç radiatiu, que alhora afecta l'evolució diària de la temperatura a nivells baixos. Per altra banda la modificació de la nuvolositat també afecta el patró de les precipitacions. A nivell meteorològic, les variacions en el desenvolupament de núvols en situacions de domini mesoescalar és important per a la correcta simulació de desenvolupament de tempestes locals durant èpoques estivals. Finalment, també s'han observat variacions significatives en el camp de vent de superfície. Aquest aspecte és important quan s'utilitza el model MM5 per a la simulació de la dispersió de contaminants atmosfèrics.

Malgrat tot, dels resultats obtinguts no se'n poden treure unes conclusions generals sobre si les noves dades per a parametritzar les condicions de superfície han millorat el pronòstic fet pel model. D'una banda és força difícil poder establir quina de les dues simulacions s'ajusta millor a la realitat, ja que les mesures meteorològiques són puntuals en l'espai i a més no es mesuren totes les variables simulades pel model. D'altra banda, caldria analitzar la influència d'aquests paràmetres en diferents situacions

sinòptiques i per un domini de treball més extens, per analitzar millor la interacció sòl-atmosfera en diferents tipus d'orografies i terrenys.

A l'hora d'analitzar l'aportació de cada paràmetre de superfície a les diferències entre simulacions, s'ha vist que la modificació conjunta del mapa d'usos del sòl i dels paràmetres no permet discernir el pes de cada paràmetre. Jorba (c.p.) ha seguit treballant en aquests aspectes, i ha fet simulacions mantenint el mapa d'usos del sòl del USGS, canviant a cada simulació els valors d'un únic paràmetre (els calculats amb AVHRR, que són albedo, emissivitat i inèrcia tèrmica). En aquestes simulacions, ha quedat de manifest la major influència de la inèrcia tèrmica sobre l'albedo i l'emissivitat en la interacció sòl-atmosfera. Així, les majors diferències es produeixen en les simulacions que incorporen els nous valors d'inèrcia tèrmica calculats amb AVHRR. Les tres simulacions, modificant per separat albedo, emissivitat i inèrcia tèrmica, presenten diferències en el desenvolupament de masses nuvoloses en el domini respecte de la simulació USGS. Aquestes diferències han estat més clares en el cas de la simulació amb la inèrcia tèrmica modificada, produint-se variacions de fins a 4°C en la temperatura del sòl durant el dia en comparació amb els valors per defecte del model.

