

Departament de Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional
Facultat de Geografia i Història
Universitat de Barcelona

Tesi doctoral

L'Oscil·lació de la Mediterrània Occidental i la Precipitació als Països Catalans

Memòria presentada per
Joan Albert López i Bustins
per optar al títol de Doctor en Geografia

Programa de doctorat
Geografia, Paisatge i Medi Ambient
Bienni 2002–2004

El director de la tesi

Dr. Javier Martín Vide
Catedràtic de Geografia Física
Universitat de Barcelona

Barcelona, juny de 2007

ANNEX

7.1. LLISTAT D'ACRÒNIMS I SIMBOLOGIES MÉS RELLEVANTS

1a. octubre (primera quincena o dècada d'octubre)
ACP (Anàlisi de Components Principals)
AO (*Arctic Oscillation* – Oscil·lació de l'Àrtic)
AOi (índex de l'AO)
B-D (Brewer-Dobson)
CEAM (Centre d'Estudis Ambientals de la Mediterrània)
CFC (CloroFluoroCarboni)
CGA (Circulació General Atmosfèrica)
CI (*Concentration Index* – Índex de Concentració)
CM (Cadena de Markov)
CP (Component Principal)
CV (Coeficient de Variació)
DGF (Desembre-Gener-Febrer), MAM (Març-Abril-Maig), etc.
ENSO (*El Niño - Southern Oscillation* – El Niño - Oscil·lació del Sud)
EOF (*Empirical Orthogonal Function* – Funció Ortogonal Empírica)
G+L (Gibraltar i Lisboa)
GCM (*General Circulation Model* – Model de Circulació General)
ID (Intensitat Diària)
INM (Institut Nacional de Meteorologia)
MESA (*Maximum Entropy Spectral Analysis* – Anàlisi de Màxima Entropia Espectral)
MMW (*Major Midwinter Warming* – gran escalfament enmig de l'hivern)
MO (*Mediterranean Oscillation* – Oscil·lació de la Mediterrània)
NAM (*Northern Annular Mode* – Mode Anular de l'hemisferi Nord)
NAO (*North Atlantic Oscillation* – Oscil·lació de l'Atlàntic Nord)
NAOi (índex de la NAO)
NE (Nord-Est), SO (Sud-Oest), etc.
NESAP (*North-Eastern Spain Adjusted Precipitation dataset*)
O₃ (Ozó)
QBO (*Quasi-Biennial Oscillation* – Oscil·lació Quasi-Biennal)
S₁ (índex de disparitat consecutiva)
SF (San Fernando)
UHI (*Urban Heat Island* – Illa de Calor Urbana)
UV (UltraViolada)
WeMO (*Western Mediterranean Oscillation* – Oscil·lació de la Mediterrània Occidental)
WeMOi (índex de la WeMO)

7.2. LLISTAT D'ACLARIMENTS TOPONÍMICS

- Els Pirineus es divideixen entre el Pirineu Occidental (Franja de Ponent – Lleida – Barcelona) i Pirineu Oriental (Barcelona – Girona – Catalunya Nord).
- L'Alt Pirineu fa referència als relleus més elevats dels Pirineus, el Pirineu Occidental.
- Cal distingir entre el Pirineu Oriental i els Pirineus Orientals. El primer topònim es refereix a la unitat de relleu, i el segon, a la divisió administrativa de la Catalunya del Nord.
- Els Prepirineus són els relleus precedents al Pirineu axial per la vessant sud, i assolixen una franja de territori més àmplia en la seva meitat occidental.
- Puntualment, es fa referència a Catalunya com a Catalunya Sud per distingir-la de la Catalunya Nord. Per tant, quan s'esmenta Catalunya Sud no s'al·ludeix a les Terres de l'Ebre. Per fer referència a aquestes terres sovint s'escriu, simplement, sud de Catalunya.
- Les Muntanyes de València fan referència a les muntanyes de l'interior de València que uneixen els sistemes Bètic i Prebètic.
- El topònim Muntanyes d'Alacant es refereix a les muntanyes del nord del territori d'Alacant, que en el manuscrit d'aquesta tesi també apareixen com Muntanyes d'Alacant – València o del sud de València. Tots aquests topònims al·ludeixen als contraforts més orientals de la Serralada Prebètica.
- Les Pitiüses estan constituïdes per les illes d'Eivissa i Formentera, principalment. Altres illes petites entre aquestes dues són s'Espalmador i s'Espardell.

7.3. ALTRES ACLARIMENTS GENERALS

- Un *grid* de dades és el mateix que una malla de dades. S'alternen ambdós mots indiferentment. El primer és el concepte en llengua anglesa.
- La mitjana se simbolitza en el manuscrit d'aquesta tesi com una X, però la seva simbologia correcta és \bar{X} .
- Cal posar atenció a l'hora de distingir entre la WeMO (femení: l'Oscil·lació de la Mediterrània Occidental) i el WeMOi (masculí: l'índex de l'Oscil·lació de la Mediterrània Occidental). Ídem que per a NAO/NAOi i AO/AOi.
- El sistema decimal usat en el manuscrit d'aquesta tesi és predominantment anglosaxó per l'ús per defecte que en fan la majoria de softwares emprats: els decimals són punts en comptes de comes. Tot i així, el separador de les unitats de miler s'ha mantingut segons els criteris lingüístics en català: el punt. Les xifres superiors a 1.000 amb decimals no porten separador d'unitats de miler per no crear confusions.
- Al llarg de la tesi, moltes explicacions s'il·lustren amb mapes sinòptics de les reanàlisis del NCEP descarregats del portal meteorològic alemany www.wetterzentrale.de. Aquests mapes són molt entenedors per la gamma de tons que presenten, no obstant, manquen de definició en representar-se la pressió atmosfèrica a nivell del mar de 5 en 5 hPa en comptes de lo més convencional, de 4 en 4 hPa. A més, sempre es difícil trobar aquella situació meteorològica que representi exactament allò que s'està descrivint.
- En català s'usa indiferentment un mar (masculí) o una mar (femení). En el manuscrit s'ha anat alternant d'ambdues maneres.
- Cal distingir entre pluviometria i precipitació. El primer mot es refereix a la mesura de la precipitació en estat, principalment, líquid, la pluja. El segon al·ludeix al fenomen meteorològic de la caiguda de partícules d'aigua, en estat sòlid o líquid, al sòl, a on arriba amb una velocitat apreciable.

7.4. ÍNDEX DE FIGURES

Introducció

Figura 1. Calendari pluviomètric de Sant Feliu de Guíxols (el Baix Empordà), Costa Brava (1927-1995). **a.** Freqüències relatives dels dies plujosos. **b.** Mitjanes de quantitats diàries (mm). **c.** Mitjanes de quantitats diàries en 5 dies (mm). **d.** Mitjanes de quantitats diàries en 10 dies (mm). (Extret de Soler i Martín-Vide, 2002).

Figura 2. Mapa polític dels Països Catalans i la seva localització a Europa Occidental.

Figura 3. El relleu (esquerra) i la xarxa hidrogràfica (dreta) dels Països Catalans. (Font: Atles dels Països Catalans de l'Enciclopèdia Catalana SA, 2000).

Capítol 1

Figura 1. Definició de les fases de l'Oscil·lació de la Mediterrània Occidental mitjançant mapes sinòptics de superfície reals (es traça el transecte Golf de Cadis – Plana del Po). (Els mapes són del Butlletí Meteorològic diari de l'INM). (Adaptat de Martín-Vide i Lopez-Bustins, 2006).

Figura 2. Plot de la pressió mitjana a nivell del mar del marc sinòptic delimitat per la finestra 30°W-30°E i 30°N-80°N (esquerra) i per la finestra 15°W-15°E i 35°N-50°N (dreta) per al període 1951-2000 (*NOAA-CIRES plots*).

Figura 3. a. Representació anual de les dades de pressió procedents del projecte IMPROVE de Pàdua (1725-1996) (hPa). **b.** Ídem que (a), però per al mes de gener. **c.** Ídem que (a), però per al mes de juliol. (Se senyalen amb cercles vermells aquells períodes amb valors anòmals).

Figura 4. Sèrie de pressió anual de Pàdua, Vicenza i del conjunt de la Plana del Po en el període 1951-2000.

Figura 5. Sèrie de pressió anual de Pàdua homogeneïtzada (1821-2000).

Figura 6. Mapa d'ubicació dels diferents punts que conformen el registre de pressió de la regió gaditana (Barriandos *et al.*, 2002).

Figura 7. Sèrie de pressió anual (bruta) de San Fernando (1821-2000). (Se senyala amb un cercle vermell aquell període amb valors anòmals).

Figura 8. Sèries de pressió per mesos de San Fernando (1821-2000). (Se senyalen amb el·lipses vermelles aquells períodes amb valors anòmals).

Figura 9. Sèries de pressió de San Fernando (SF) i de la mitjana de Gibraltar i Lisboa (G+L) (1855-1995). (Se senyala amb una el·lipse vermella aquell període amb valors anòmals).

Figura 10. Ídem que Fig. 9, però per als mesos de febrer i agost. (Se senyala amb una el·lipse vermella aquell període amb valors anòmals).

Figura 11. Representació dels valors de correcció per a cada mes individualment des de gener de 1988 fins a desembre de 1995.

Figura 12. Sèrie de pressió anual de San Fernando homogeneïtzada (1821-2000).

Figura 13. Segments que uneixen els observatoris representatius dels dipòls de la NAO i de la WeMO. (Projecció *Universal Transversa Mercator* –UTM–, Datum *European* 1950, fus 31N).

Figura 14. Mapa d'ubicació dels observatoris de referència per a l'anàlisi de precipitació diària en el marc sinòptic de la Mediterrània Occidental.

Figura 15. Exemple d'episodi de pluges moderades i generalitzades a la conca occidental de la Mediterrània: Registres de precipitació de cada observatori de referència a resolució diària en decilitres, valors diaris del WeMOi i mapes sinòptics de superfície i d'altura geopotencial a 500 hPa.

Figura 16. Franges horàries del dia civil D, de la pressió atmosfèrica mitjana diària (correspon al càlcul del WeMOi diari) i del dia pluviomètric D. Representació de cada cas segons l'interval horari de concentració de la precipitació.

Figura 17. Histograma de freqüències del WeMOi diari (1951-2000) i ajustament per una distribució normal (la distància dels intervals de classe és de 0.25).

Figura 18. Evolució del WeMOi hivernal (desembre, gener, febrer i març) (1821/1822-1999/2000).

Figura 19. Regressió lineal entre el WeMOi i l'AOi a l'hivern (de desembre a març) per al període 1900/01-1999/2000.

Capítol 2

Figura 1. Localització de les sèries de precipitació d'estudi en el marc geogràfic de la Península Ibèrica.

Figura 2. Representació espacial dels coeficients de correlació de Pearson entre la precipitació de la Península Ibèrica i el NAOi (primera casella), i el WeMOi (segona casella), per a cada un dels mesos del semestre fred (ONDGFM) durant el període 1910-2000. El tercer mapa és la diferència de restar al valor absolut del coeficient obtingut amb el WeMOi l'obtingut amb el NAOi. (La isolínia /0.3/ és més gruixuda en els mapes de la primera i segona columna per identificar les àrees significatives al 0.01. La isolínia 0 és més gruixuda en els mapes de la tercera columna per identificar l'àrea d'influència de la WeMO per sobre de la NAO). (La metodologia d'interpolació emprada és la *Kriging*, que és la mateixa que s'usa en tots els mapes de la present tesi).

Figura 3. Regionalització de la Península Ibèrica segons la correlació positiva amb la precipitació de les fases de la WeMO i de la NAO, des d'octubre a març.

Figura 4. Distribució espacial de les anomalies pluviomètriques (en %) dels mesos amb un WeMOi major a +1.0 i menor a -1.0 durant el període 1910-2000. La isolínia 100% és més gruixuda per separar les àrees amb un increment de les que tenen una reducció.

Figura 5. Els mapes resum de les anomalies pluviomètriques més importants (+, positiva (a.); -, negativa (b.)) seguint les dues fases de la WeMO des d'octubre a març. c. CI de 41 sèries instrumentals del període 1951-1990 (extret de Sánchez Lorenzo i Martín-Vide, 2006).

Figura 6. Esquema de les orografies que divideixen la Península Ibèrica entre el sector atlàntic, atlàntic septentrional o cantàbric i mediterrani.

Figura 7. Distribució dels coeficients de correlació entre la pluviometria d'hivern peninsular (DGFM) i el WeMOi (a l'esquerra), i el NAOi (a la dreta) (les àrees ombrejades són significatives al 0.01) durant el període 1910/11-1999/2000. En el mapa del WeMOi s'ha traçat el transecte Bilbao-València amb els corresponents coeficients, amb línia discontinua el recordatori de les carenes divisòries entre els principals àmbits pluviomètrics, i amb línia contínua i en negreta la delimitació del signe de les àrees d'influència de la WeMO.

Figura 8. Evolució dels valors normalitzats de la pluviometria hivernal (DGFM) de València i Bilbao juntament amb el WeMOi i el NAOi al llarg del període 1910/11-1999/2000. (Al gràfic es mostren mitjanes mòbils de 5 anys).

Figura 9. a. Distribució espacial de les correlacions entre la pluviometria d'hivern (DGFM) i l'AOi durant el període 1910/11-1999/2000 a la Península Ibèrica. **b.** Distribució espacial de les diferències entre els valors absoluts dels coeficients de correlació del WeMOi menys els del NAOi amb la pluviometria per al període 1910/11-1999/2000 a la Península Ibèrica. **c.** Distribució espacial de les diferències entre els valors bruts dels coeficients de correlació del WeMOi menys els del NAOi amb la pluviometria per al període 1910/11-1999/2000 a la Península Ibèrica. **d.** CI per a l'Espanya peninsular 1951-1990 (Martín-Vide, 2004). (La isolínia 0 és més gruixuda per delimitar zones d'influència en els mapes a, b i c. Les àrees ombrejades indiquen significació al 99% del nivell de confiança en el mapa a, però mostra àrees distingides en els mapes b i c).

Figura 10. Distribució del coeficient de correlació de Pearson entre la insolació i el NAOi a l'hivern (DGFM) durant el període 1971/72-1999/2000 (esquerra). El mateix, però amb el WeMOi (centre). Diferència entre els valors absoluts dels coeficients calculats amb el WeMOi i el NAOi (dreta). (La isolínia 0 és més gruixuda per delimitar zones d'influència. Les àrees ombrejades indiquen significació al 95% del nivell de confiança en el mapa de l'esquerra i del centre, però en el mapa de la dreta indiquen àrees on el pes de la WeMO és major que el de la NAO). (Extret de Lopez-Bustins i Sanchez-Lorenzo, 2006).

Figura 11. Classificació climàtica segons Köppen (Font: *Atlas dels Països Catalans*, Enciclopèdia Catalana SA, 2000. Extret del *Atlas Nacional de España*, IGN, 1995).

Figura 12. Mapa d'isohietes anual dels Països Catalans extret de la *Geografia General dels Països Catalans*, Volum 1, *El Clima i el Relleu*, Enciclopèdia Catalana SA (1992), segons el període 1951-1990. (Anàlisi dels climatòlegs: Martín-Vide, Jansà, Pérez Cueva i Grimalt).

Figura 13. Divisió comarcal dels Països Catalans (Font: *Geografia General dels Països Catalans*, volum 7, *Concepte i Evolució*, Enciclopèdia Catalana SA, 1996).

Figura 14. Xarxa pluviomètrica mensual dels Països Catalans del període 1951-2000.

Figura 15. Representació del nombre d'observatoris seleccionats segons els anys sencers que disposen.

Figura 16. Evolució de l'existència del registre de dades per anys dels observatoris de la xarxa creada durant el període d'estudi 1951-2000.

Figura 17. Mapa d'isohietes anual dels Països Catalans a partir de la xarxa d'observatoris creada (1951-2000).

Figura 18. Distribució espacial dels coeficients de correlació de Pearson entre la pluviometria dels Països Catalans continentals i el NAOi (columna esquerra) i el WeMOi (columna central) per al període 1951-2000 per mesos. La columna de la dreta són les diferències entre els valors absoluts dels coeficients obtinguts amb el WeMOi menys els obtinguts amb el NAOi. (Les àrees colorades de les dues primeres columnes indiquen una significació al 0.05. Les de la columna de la dreta són per distingir entre la influència de la NAO -valors negatius- i la de la WeMO -valors positius-).

Figura 19. Ídem que Fig. 18, però per estacions.

Figura 20. Ídem que Fig. 18, però per semestres.

Figura 21. Ídem que Fig. 18, però anualment.

Figura 22. Ídem que Fig. 18, però per a les Illes Balears.

Figura 23. Ídem que Fig. 22, però per estacions.

Figura 24. Ídem que Fig. 22, però per semestres.

Figura 25. Ídem que Fig. 22, però anualment.

Figura 26. Anomalies pluviomètriques dels Països Catalans continentals en % de la mitjana pluviomètrica de referència 1961-1990 en anys amb fases extremes positives ($>+1$) i negatives (<-1) de la WeMO, per mesos de setembre a abril, del període 1951-2000. (El valor 100 es representa amb una línia en negreta i correspon a la mitjana pluviomètrica).

Figura 27. Anomalies pluviomètriques dels Països Catalans continentals en valors Z respecte a les mitjanes dels valors estandarditzats dels mesos de cada estació per al període de referència 1961-1990 en anys amb fases extremes positives ($>+0.75$) i negatives (<-0.75) de la WeMO i de la NAO, per l'hivern, la primavera i la tardor, del període 1951-2000. (El valor 0 es representa amb una línia en negreta i correspon a la mitjana pluviomètrica).

Figura 28. Ídem que Fig. 26, però per a les Illes Balears als mesos hivernals (DGF).

Figura 29. Ídem que Fig. 27, però per a les Illes Balears a l'hivern (DGF).

Figura 30. Ídem que Fig. 29, però per a l'estació de tardor (SON).

Figura 31. Mapes sinòptics de superfície i d'altura geopotencial a 500 hPa del dia 3 de febrer de 1959 (esquerra) i del dia 22 de febrer de 1969 (dreta). (Tant els mapes del mateix dia com del dia anterior són iguals de representatius perquè són de les 00 h solars).

Figura 32. Ajustament de la freqüència empírica dels episodis de >100 mm en 24 h a Perpinyà durant el període 1951-2000 mitjançant la Llei de *Poisson*.

Figura 33. Distribució dels valors del WeMOi i del NAOi dels dies en què en algun dels 7 observatoris hi ha hagut almenys un episodi >100 mm/ 24 h del període 1951-2000.

Figura 34. Mapa sinòptic de superfície i d'altura geopotencial a 500 hPa del dia 14 de setembre de 1963 a les 00 h solars. Registres pluviomètrics corresponents de cada un dels 7 punts d'estudi i valors del WeMOi i del NAOi del dia 13 de setembre de 1963.

Figura 35. Mapa sinòptic de superfície i d'altura geopotencial a 500 hPa del dia 16 de novembre de 1956 representant una típica situació de fase neutra-negativa de la WeMO. S'hi anoten els corresponents registres pluviomètrics de cada un dels 7 punts.

Figura 36. Mapa sinòptic de superfície i d'altura geopotencial a 500 hPa del dia 28 de febrer de 1986.

Figura 37. Mapa sinòptic de superfície i d'altura geopotencial a 500 hPa del dia 2 de desembre de 1976.

Figura 38. Situacions sinòptiques d'episodis torrencials de més de 100 mm en 24 h en algun punt dels Països Catalans amb valors del WeMOi de l'interval (-3, -2). (Extret de Martin-Vide i Lopez-Bustins, 2006. Els mapes són del butlletí meteorològic diari de l'INM).

Figura 39. Valors diaris del WeMOi *versus* precipitació dels dies de pluja (≥ 0.1 mm). (Extret de Martin-Vide i Lopez-Bustins, 2006).

Figura 40. Evolució intraanual del WeMOi per quinzenes, per al període 1951-2000, i els episodis de >50 mm (395 casos) i de >100 mm (56 casos) en 24 h que han tingut lloc almenys en un dels 7 punts d'estudi.

Figura 41. Mapa sinòptic de superfície i d'altura geopotencial a 500 hPa del 16 de febrer de 1982.

Figura 42. Mapa sinòptic de superfície i d'altura geopotencial a 500 hPa del 28 de febrer de 1980.

Capítol 3

Figura 1. Evolució del WeMOi hivernal (desembre, gener i febrer) durant el període 1821/22-1999/2000 (es tracen les regressions lineal i polinòmica de 5è. grau).

Figura 2. Ídem que Fig. 1, però per a la primavera (març, abril i maig) durant el període 1821-2000.

Figura 3. Ídem que Fig. 2, però per a l'estiu (juny, juliol i agost).

Figura 4. Ídem que Fig. 2, però per a la tardor (setembre, octubre i novembre).

Figura 5. Ídem que Fig. 2, però anualment.

Figura 6. Fases de la WeMO i de l'AO a l'hivern (DGFM) durant el període 1900/01-1999/2000 (manquen dades del WeMOi al 1921). Filtre gaussià de baix pas, amb un període de longitud d'ona de 10 anys, del WeMOi i de l'AOi. (Extret de Martin-Vide i Lopez-Bustins, 2006).

Figura 7. Evolució temporal de l'AOi, del WeMOi i de la precipitació hivernal de València i Bilbao (1910/1911-1999/2000). Es mostren les respectives rectes de regressió. (Reelaborat a partir de Martin-Vide i Lopez-Bustins, 2006).

Figura 8. Distribució espacial de les mitjanes dels valors estandarditzats de la pluviometria hivernal (DGFM) dels Països Catalans respecte al període de referència 1961-1990 dels anys compresos dins cada fase considerada de l'AO i de la WeMO de la segona meitat del segle XX. (El valor 0 es representa amb una línia en negreta i correspon a la mitjana pluviomètrica. Es mostren les mitjanes de l'AOi i del WeMOi dels anys de cada fase).

Figura 9. Fases de la WeMO i de l'AO a la tardor (SON) durant el període 1900/01-1999/2000. Filtre gaussià de baix pas, amb un període de longitud d'ona de 10 anys, del WeMOi i de l'AOi.

Figura 10. Ídem que Fig. 8, però per a la tardor (SON). (Cal notar que l'escala de colors és distinta de l'usada a la Figura 8 tant en la gamma com en l'interval de valors perquè s'hi representen les mitjanes de 4 mesos en comptes de 3 mesos com es fa per a aquesta Figura 10. A la Figura 8, l'interval de valors de l'escala de colors és més reduït perquè les mitjanes dels valors estandarditzats no siguin molt suavitzades).

Figura 11. Coeficients de correlació de Pearson entre l'AOi i la pluviometria dels Països Catalans per a cada mes durant el període 1951-2000. (Les àrees de color són significatives al 95% del nivell de confiança).

Figura 12. Ídem que Fig. 11, però per estacions, semestres i ambdues bases anuals.

Figura 13. Anomalies de precipitació global segons l'AO en el període 1950-1996. El signe del mapa d'anomalies és consistent amb la fase positiva de l'AO (Wallace, 2000). Amb un cercle negre se senyala l'àrea d'estudi.

Figura 14. Semblança entre el mapa de correlacions de l'AOi/precipitació i el de les diferències dels valors absoluts dels coeficients entre el WeMOi i el NAOi i la precipitació als Països Catalans continentals durant el període 1951-2000. Les respectives escales de color són les de la Figura 11 d'aquest mateix capítol i de la Figura 18 del capítol 2.

Figura 15. Pluviometries dels Països Catalans en mitjanes dels valors estandarditzats dels mesos de cada estació, segons el període de referència 1961-1990, en anys amb valors extrems positius i negatius de l'AOi per a les estacions d'hivern (DGFM) i tardor (SON) del període 1951-2000. (El valor 0 es traça amb una línia en negreta i correspon a la mitjana pluviomètrica del període de referència 1961-1990).

Figura 16. Mapes mensuals de la distribució espacial de les tendències pluviomètriques dels Països Catalans durant el període 1951-2000. (Les àrees amb tendències significatives al 0.05 segons el t-test s'han delimitat amb un contorn en negreta. Programa usat: software AnClim, Stepanek, 2005).

Figura 17. Ídem que Fig. 16, però per estacions, semestres i anualment.

Figura 18. a. Anàlisi de màxima entropia espectral (MESA) dels valors de l'AOi a l'hivern (DJFM) per al període 1900/01-1999/2000 (es traça la línia recta vermella de la significació al 95% del nivell de confiança). **b.** Ídem que (a), però per al WeMOi. **c.** Comparació entre els pics dels dos índexs (AOi –línia vermella– i WeMOi –línia blava–). (En l'anàlisi s'aplicaren 200 freqüències). (Programa usat: software AnClim, Stepanek, 2005).

Figura 19. Ídem que Fig. 18, però per a l'estació de la tardor (SON) durant el període 1901-2000.

Figura 20. Mapa d'ubicació de les regions geogràfiques definides per als Països Catalans (les agrupacions territorials són segons la divisió comarcal de 1996, a excepció de Mallorca, que s'ha realitzat en funció de les seves 6 subcomarques vigents).

Figura 21. Anàlisi MESA de les pluviometries de les 12 regions dels Països Catalans i del conjunt de tots els 124 observatoris d'estudi en l'estació d'hivern (DGFM) per al període 1951/52-1999/2000. S'anota la correlació

(p-valor) entre el WeMOi i l'AOi i la pluviometria de cada regió per orientar l'explicació de la similitud dels cicles de precipitació amb la dels patrons. L'eix d'abscisses a baix és freqüència i a dalt període, i l'eix d'ordenades són valors. S'indica la periodicitat dels pics en anys. (En l'anàlisi s'aplicaren 200 freqüències). (Programa usat: software AnClim, Stepanek, 2005).

Figura 22. Evolució de la pluviometria dels Països Catalans i del WeMOi a l'hivern durant el període 1951/52-1999/2000 amb una mitjana mòbil de 3 anys (es mostra la correlació entre ambdues variables).

Figura 23. Ídem que Fig. 21, però per a l'estació de la tardor (SON) per al període 1951-2000.

Figura 24. Evolució de la pluviometria dels Països Catalans i del WeMOi a la tardor durant el període 1951/52-1999/2000 amb una mitjana mòbil de 3 anys (es mostra la correlació entre ambdues variables).

Figura 25. Correlacions entre el WeMOi d'un mes concret amb el WeMOi del mes següent durant el període (1821-2000). (Les barres representen la correlació del mes en qüestió amb el mes següent i la línia gruixuda indica el llindar de la significació al 95% del nivell de confiança).

Figura 26. Ídem que Fig. 25, però entre el WeMOi d'un mes concret amb el WeMOi dels mesos següents.

Figura 27. Mapes de correlacions entre el WeMOi, el NAOi i l'AOi i la pluviometria, i mapes de les diferències entre els valor absoluts dels coeficients de les dues primeres correlacions, de la precipitació mitjana, del CV (%) i del S_1 , als Països Catalans continentals, per a l'estació de la tardor (SON) i per als períodes 1951-2000, 1951-1975 i 1976-2000.

Figura 28. Ídem que Fig. 27, però per a l'estació d'hivern (DGF) durant els períodes 1951/52-1999/2000, 1951/52-1975/76 i 1976/77-1999/2000.

Figura 29. Ídem que Fig. 27, però per a l'estació de primavera (MAM).

Figura 30. Ídem que Fig. 28, però per al semestre fred (ONDGFM).

Figura 31. Ídem que Fig. 27, però a resolució anual 1.

Figura 32. Ídem que Fig. 28, però per a l'hivern llarg (DGFM) a les Illes Balears.

Figura 33. Tardor (SON). (A dalt) Evolució pluviomètrica de les regions dels Països Catalans en el conjunt del període d'estudi (1951-2000) i per subperíodes (1951-1975 i 1976-2000) segons la filiació als patrons de la WeMO, NAO i AO. (A baix) Tendències del WeMOi, del NAOi i de l'AOi (variació Z/ 10 anys) i variacions pluviomètriques per regions dels Països Catalans (calculades en % segons el període de referència 1961-1990) al llarg del període 1951-2000. Les significacions de les tendències són calculades segons el t-test.

Figura 34. Ídem que Fig. 33, però per a l'hivern (DGF) durant els períodes 1951/52-1999/2000, 1951/52-1975/76 i 1976/77-1999/2000. El període de referència és 1961/62-1990/91.

Figura 35. Ídem que Fig. 33, però per a la primavera (MAM).

Figura 36. Ídem que Fig. 34, però per al semestre fred (ONDGFM).

Figura 37. Ídem que Fig. 33, però anual.

Figura 38. Règim intraanual del WeMOi per quinzenes, segons el període 1951-1975, amb els corresponents dies amb >50 mm (221 casos) i >100 mm (34 casos) almenys en un dels 7 punts d'estudi.

Figura 39. Ídem que Fig. 38, però per al període 1976-2000 i dies amb >50 mm (174 casos) i >100 mm (22 casos).

Figura 40. Evolució intraanual per dècades de dies de la temperatura marina mitjana a 80 m de profunditat a l'Estartit per als lustres 1973-77 i 1998-2002.

Figura 41. Diferència entre les temperatures marines mitjanes a 80 m de fondària a l'Estartit del subperíode 1998-2002 menys les del subperíode 1973-77 per dècades de dies.

Figura 42. Distribució de freqüències dels valors diaris del WeMOi en intervals de classe de rang 0.25 per al període 1951-2000 i els subperíodes 1951-1975 i 1976-2000. Les distribucions es fan per a tot l'any, els semestres fred i càlid, la tardor, l'hivern, la primavera i l'estiu. Es mostra la mitjana del WeMOi diari per a cada període i l'interval de confiança mitjà (95%) per al subperíode 1976-2000.

Figura 43. Ídem que Fig. 42, però per als períodes 1901-1925, 1926-1950, 1951-1975 i 1976-2000 considerant tots els dies de l'any.

Figura 44. Evolució temporal dels dies extrems negatius del WeMOi diari (<-2Z) al llarg del període 1870-2000, i les tendències de la freqüència d'aquestes dies durant els períodes 1870-2000, 1901-2000 i 1951-2000, a resolució anual i per a les estacions de tardor, hivern i primavera. (Les tendències significatives al 0.05 es mostren en negreta; t-test –software AnClim, Stepanek, 2005–).

Capítol 4

Figura 1. Imatge del satèl·lit *Earth Probe* (NASA) de les concentracions d'O₃ a l'hemisferi sud el 30 de setembre de 2003 en el si d'un vòrtex polar fred i fort (per sota de les 220 unitats *Dobson* es considera forat d'O₃, gamma entre blau marí i morat).

Figura 2. Mapa d'altura, geopotencial i temperatura al nivell 10 hPa a l'hemisferi boreal el dia 23 de gener de 2006, a les 12 h UT (Font: pàgina web de la *Stratospheric Research Group* de la *Freie Universität Berlin*, Alemanya).

Figura 3. (A dalt) Esquema de la dinàmica de l'atmosfera durant un *cooling*. (A baix) Ídem que (A dalt), però durant un MMW (a baix). (L'eix d'ordenades són hPa, les àrees ombrejades blaves són temperatura, els contorns amb la *W* indiquen el vent zonal, les fletxes gruixudes representen la circulació *lagrangiana* a l'estratosfera –una altra manera d'anomenar la circulació B-D– i les fletxes primes són els fluxos *Eliassen-Palm* de les ones planetàries). (Extret de Wallace, 2000).

Figura 4. Ocurrencia de MMW (1958-2000) segons la relació activitat solar (gen+feb)/2 (10.7 cm flux solar observat, Penticton, Canada, 2800 MHz, *National Geophysical Data Center*) – QBO (40-50 hPa) (GF) (Marquardt i Naujokat, 1997). Els cercles són anys amb fase est de la QBO (n = 18); els quadres són anys amb fase oest de la QBO (n = 25). Cercles i quadres grans i vermells són anys amb ocurrencia d'un MMW. 150 i 110 són les unitats del 10.7 cm flux solar observat fixades com a llindars per distingir entre alta, mitjana i baixa activitat solar en els cicles d'11 anys de les taques solars. (Labitzke *et al.*, 2006; reconstruït).

Figura 5. Ordenades: Temperatura (°C) mitjana mensual al nivell 30 hPa al Pol Nord (GF) per al període 1956-1998. Abscisses: Activitat solar (10.7 cm flux). Els cercles són vents de l'est i els quadres de l'oest de la QBO. Els números són els anys: en vermell se senyalen els anys amb fenòmens de El Niño, en blau de La Niña i els ombrejats en verd amb erupcions explosives de volcans tropicals. (Extret de Labitzke i van Loon, 1999).

Figura 6. (A) Previsibilitat de la mitjana mensual de l'AOi (1000 hPa NAM) després de 10 dies. Els valors són obtinguts per una regressió lineal entre les sèrie temporals diàries del NAM i la mitjana mensual de l'AOi començant al cap de 10 dies, i són mostrats com percentatge de variància de la mitjana mensual de l'AOi. (B) Secció tallada a través de (A) a 1000 hPa i a 150 hPa. Corba blava: 150 hPa NAM preveu la mitjana mensual de l'AOi; corba negra: AOi preveu la mitjana mensual de l'AOi. (Extret de Baldwin *et al.*, 2003).

Figura 7. Composicions espai-temporals d'evolució del NAM per a (A) 18 casos de vòrtex polar dèbil i (B) 30 casos de vòrtex polar fort. Els casos es determinen amb les dates en les quals els valors de 10 hPa NAM creuen l'anomalia -3.0 (tons rojos) i +1.5 (tons blaus), respectivament. Els índexs no són dimensionals; l'interval de contorn de l'àrea colorada és 0.25, i 0.5 per als contorns blancs. Els valors entre -0.25 i 0.25 no s'han colorat. Les primes línies horitzontals són la localització de la tropopausa. (Extret de Baldwin i Dunkerton, 2001).

Figura 8. Malla de punts de pressió a nivell del mar de resolució 2.5° de la reanàlisi NCEP/NCAR (Kalnay *et al.*, 1996) cobrint la finestra 70°N:30°N; 30°W:20°E.

Figura 9. Gràfics de sedimentació (*Scree-Test*) de les CP retengudes segons el criteri de Kaiser sense rotació i, variància acumulada per les 6 primeres CP per al període de referència 1961-1990, als dies sota la influència d'un MMW i als que estan sota la influència d'un *cooling*, per als mesos de gener, febrer i març del període 1958-2000.

Figura 10. a. Els tres patrons de circulació més freqüents de gener per al període de referència 1961-1990 amb el seu corresponent valor de l'AOi i del WeMOi i el mapa de mitjanes pluviomètriques del període. **b.** Ídem que (a), però per als dies de gener que es troben sota la influència d'un MMW i amb un mapa d'anomalies pluviomètriques respecte al període de referència 1961-1990. **c.** Ídem que b., però per als dies de gener que es troben sota la influència d'un *cooling*. **d.** Les primeres EOF de les tres anàlisis.

Figura 11. Ídem que Fig. 10, però per al mes de febrer.

Figura 12. Ídem que Fig. 10, però per al mes de març.

Figura 13. a. Mitjana ponderada (segons el nombre de MMW de cada mes) de gener, febrer i març de les anomalies pluviomètriques en % i dels valors de l'AOi, el NAOi i el WeMOi en l'ocurrencia d'un MMW. **b.** Ídem que (a), però en l'ocurrencia d'un *cooling*. **c.** Mapa de distribució del coeficient de correlació entre l'AOi i la pluviometria dels Països Catalans durant els mesos de gener, febrer i març per al període 1958-2000.

Figura 14. (Esquerra) Distribució del coeficient de correlació de Pearson *r* entre la pluviometria dels Països Catalans (GFM) i la temperatura 30 hPa Pol Nord (GF). (Dreta) Ídem que esquerra, però amb l'altura geopotencial.

Figura 15. Regressió lineal entre el total pluviomètric de Camprodon (Ripollès) (GFM) (mm) i la temperatura de la baixa estratosfera polar (GF) (30 hPa) (°C) per al període 1958-2000. S'han colorat els anys amb ocurrencia de MMW i de *cooling*, o d'ambdós.

Figura 16. Els tres patrons de circulació més freqüents de febrer amb els seus corresponents valors de l'AOi i WeMOi per als dies que estan potencialment sota la influència d'un MMW segons les condicions inicials de la relació activitat solar – QBO del període 1958-2000, i el mapa d'anomalies pluviomètriques respecte al període de referència 1961-1990. (Adapatat de Lopez-Bustins *et al.*, en premsa).

Figura 17. Ídem que Fig. 16, però per als dies que són potencialment sota la influència d'un *cooling*.

Figura 18. (A dalt) Els tres patrons de circulació més freqüents de febrer amb els seus corresponents valors de l'AOi i el WeMOi per als dies amb una alta activitat solar del període 1958-2000, i el corresponent mapa d'anomalies pluviomètriques respecte al període de referència 1961-1990. (A baix) Ídem que (A dalt), però per als dies de febrer amb una baixa activitat solar.

Figura 19. Mapes de distribució de les correlacions entre el flux solar observat (10.7 cm) i la precipitació dels Països Catalans per mesos, per al període 1958-2000. Les àrees significatives al 95% del nivell confiança estan delimitades per la isolínia discontinua de /0.3/. S'ha colorat des del valor /0.2/ per indicar aquelles àrees properes a la significació. La isolínia en negreta correspon al valor 0.

Figura 20. Desviació de la temperatura a 30 hPa (°C) de la mitjana del període 1965-1974. (Esquerra): abril 1982, abans de l'erupció de El Chichón. (Dreta): tres mesos després de l'erupció de El Chichón, juliol 1982. (Extret de Labitzke i van Loon, 1996).

Figura 21. Anomalies pluviomètriques (%) dels dos hiverns (DGFM) posteriors a una erupció volcànica tropical segons el període de referència 1961/62-1989/90 dels Països Catalans i valors dels índexs de l'AOi i de la WeMO.

Figura 22. a. Mapa sinòptic de superfície i d'altura geopotencial a 500 hPa del dia 22 de gener de 1992, sota la influència de l'erupció del Pinatubo. **b.** Anomalies pluviomètriques (%) del conjunt dels mesos de gener (1964, 1983, 1992) posteriors a les erupcions volcàniques tropicals de l'Agung (1963), El Chichón (1982) i Pinatubo (1991) segons el període de referència 1961-1990 dels Països Catalans i valors dels índexs de l'AO i de la WeMO.

Figura 23. Esquema de la variació de l'altura geopotencial a 30 hPa quan l'estratosfera tropical s'escalfa i incrementa el gradient de temperatura Equador – Pol Nord que comporta un conseqüent augment del gradient altimètric meridiana. (Reelaboració a partir de Robock, 2000, en la seva anàlisi de la influència de les erupcions volcàniques en el clima).

Figura 24. (A dalt) Els tres patrons de circulació més freqüents amb els seus corresponents valors de l'AOi i WeMOi per als dies dels hiverns (DGFM) amb una fase extrema positiva de l'AO del període 1958/59-1999/2000, i el corresponent mapa d'anomalies pluviomètriques respecte al període de referència 1961/62-1989/90. (La isolínia discontinua del CP2+ és la de 1021 hPa). (A baix) Ídem que, però per als dies dels hiverns (DGFM) amb una fase extrema negativa de l'AO.

Figura 25. Mapa sinòptic de superfície i d'altura geopotencial a 500 hPa del dia 4 de novembre de 1987 a les 00 UT (AOi +0.72; WeMOi -2.97).

Figura 26. (A dalt) Els tres patrons de circulació més freqüents sobre Europa Occidental a l'estació hivernal (DGF) durant el període 1958/59-1999/2000 (es mostren els valors de l'AOi i del WeMOi). (A baix) Les tendències segons el test de Mann-Kendall i l'evolució temporal de les freqüències absolutes anuals dels tres patrons de circulació (es traça la regressió lineal).

Figura 27. Relació entre la propagació d'ones planetàries i la temperatura de l'estratosfera polar en la seva afecció a l'O₃. Els casos anòmals extrems i oposats de 1984 i 1997. (Extret de Barry i Phillips, 2001).

Figura 28. a. Tendències de la temperatura 30 hPa al Pol Nord del mes de març per a dos subperíodes: 1956-1977 i 1978-2000. **b.** Tendència de l'AOi de març per al període 1951-2000. **c.** Tendències del WeMOi de març per a dos subperíodes: 1951-1977 i 1978-2000. (Aplicació del t-test usant el software AnClim –Stepanek, 2005-).

Figura 29. Evolució de la temperatura estratosfèrica a 30 hPa al Pol Nord amb els seus corresponents llinars per a la selecció dels mesos de març extrems. (Extret de López-Bustins, 2006).

Figura 30. (A dalt) Els tres patrons de circulació més freqüents amb els seus corresponents valors de l'AOi i del WeMOi per als dies dels 7 mesos de març amb una estratosfera anòmalament freda del període 1970-2000, i el corresponent mapa d'anomalies pluviomètriques respecte al període de referència 1961-1990. (A baix) Ídem que (A dalt), però per als dies dels 7 mesos de març amb una estratosfera anòmalament càlida del període 1970-2000.

Figura 31. (Esquerra) Distribució dels coeficients de correlació de Pearson entre la temperatura de la estratosfera polar (30 hPa) i la pluviometria dels Països Catalans al mes de març per al període 1970-2000. (Dreta) Ídem que (Esquerra), però amb l'altura geopotencial.

Figura 32. (Esquerra) Anomalies pluviomètriques en % del març de 1997 respecte al període de referència 1961-1990. (Dreta) Ídem que (Esquerra), però per al març de 1984.

Figura 33. Tendències temporals (K/dècada) de les temperatures al Pol Nord (30 hPa) al llarg de l'any per mesos (de juliol a juny) (FU-Berlin data). (Extret de Labitzke i Kunze, 2005).

Capítol 5

Figura 1. Situació geogràfica dels 6 punts d'estudi a la província d'Alacant (Extret de Azorín-Molina i López-Bustins, 2004).

Figura 2. Total del nombre de casos de precipitació convectiva, mediterrània i atlàntica de ≥ 10 mm/ 24 h en almenys en un dels sis observatoris meteorològics considerats de l'àmbit territorial d'Alacant, durant la dècada 1991-2000, agrupats en intervals del WeMOi diari.

Figura 3. Evolució intraanual del WeMOi per quinzenes, per al període 1951-2000, amb els corresponents dies amb >200 mm (32 casos) a Catalunya.

Figura 4. Evolució intraanual del WeMOi per quinzenes, per als subperíodes 1951-1975 (esquerra) i 1976-2000 (dreta), amb els corresponents dies amb ≥ 200 mm/ 24 h a Catalunya.

Figura 5. Evolució intraanual del WeMOi per quinzenes, per al període 1951-2000, amb els corresponents dies amb ≥ 200 mm (63 casos) al País Valencià.

Figura 6. Evolució intraanual del WeMOi per quinzenes, per al subperíode 1951-1975 (esquerra) i 1976-2000 (dreta), amb els corresponents dies amb ≥ 200 mm al País Valencià.

Figura 7. Mapa sinòptic en superfície (NCEP/NCAR Reanàlisi) del 17 d'agost de 2003 i àrea d'estudi. Dipols baromètrics: San Fernando-Padua i Múrcia-Bordeus. Fase neutra de la WeMO [0]. Condicions ideals per a que bufi la marinada (Extret de Azorín-Molina i López-Bustins, 2006).

Figura 8. Distribució dels dies de brisa marina en relació amb els valors diaris del WeMOi i del NAOi per a ambdues bases de dades, objectiva i subjectiva. S'indica el valor D del test de Kolmogorov-Smirnov per a una distribució normal (s'ha usat el software *AnClim* – Stepanek, 2005 –). (Extret d'Azorín-Molina i López-Bustins, 2006).

Figura 9. Distribució dels valors de l'índex diari de la WeMO i dels dies de brisa marina (bases de dades objectiva i subjectiva), agrupats per intervals de classe del WeMOi. (Se senyala amb un requadre vermell el nombre de dies compresos en l'interval [-1, 1]).

Figura 10. Distribució percentual dels valors del WeMOi de dies d'ambdues mostres (tot els dies del període i els dies amb una UHI ≥ 5 °C) a l'hivern i a la tardor. % dels dies amb una UHI ≥ 5 °C respecte del total calculat per a cada interval (línia).

7.5. ÍNDEX DE TAULES

Capítol 1

Taula 1. Càlcul del factor additiu per aplicar al període a homogeneitzar 1821-1869 usant de referència el període estable 1881-1930.

Taula 2. Càlcul de la diferència mitjana de pressió entre la sèrie de San Fernando i la de Gibraltar/Lisboa segons el període 1881-1980.

Taula 3. Càlcul de la divergència entre la pressió de San Fernando i de Gibraltar-Lisboa, i del valor de correcció corresponent per a cada mes del període 1988-1995 (es posen en negreta els mesos anòmals). **Taula 4.** Correlacions entre les sèries de pressió de San Fernando i de Pàdua (1821-2000).

Taula 5. Coeficients de correlació (r-Pearson) entre els diferents valors del WeMOi diari i la precipitació diària dels 7 observatoris de referència durant el període 1951-2000.

Taula 6. Coeficients de correlació entre el WeMOi (**An**) i la precipitació dels observatoris de referència a resolució diària durant el període 1951-2000 per al dia D-1, D i D+1. A la cinquena fila es mostra la diferència dels coeficients restant al dia D-1 el dia D+1.

Taula 7. Coeficients de correlació entre la precipitació diària de Tortosa en el dia D i la precipitació diària en els dies D-1, D i D+1 dels 7 observatoris de referència durant el període 1951-2000.

Taula 8. Nombre de casos de ≥ 30 mm, ≥ 50 mm, ≥ 75 mm i ≥ 100 mm segons la franja horària pluviomètrica o civil. En cursives es mostra el % de discrepància entre ambdós intervals horaris.

Taula 9. Coeficients de correlació de Pearson entre el WeMOi i els índexs d'altres patrons de variabilitat de baixa freqüència a l'hivern (de desembre a març) durant el període 1950/51-1999/2000. (Es mostren els *p*-valors. Els que són significatius al 0.05 apareixen en negreta). Font de les dades: MO (Dünkeloh i Jacobeit, 2003) (dades MO finalitzen al 1998), NAO (Jones *et al.*, 1997), AO (Thompson i Wallace, 2000), EU-1 (NOAA), EU-2 (NOAA), EA (NOAA), ENSO (Trenberth, 1984) i QBO (Marquardt i Naujokat, 1997) (dades QBO comencen al 1953).

Capítol 2

Taula 1. Coeficients de correlació de Pearson entre el WeMOi i la precipitació mensual a València i Bilbao, des del mes d'octubre a març, i diferències absolutes entre ells durant el període 1910-2000. (Tots els coeficients són significatius al 99% del nivell de confiança).

Taula 2. Nombre de sèries (ns) de cada comarca, a partir del quocient (q) de la superfície de la comarca i la superfície mitjana comarcal.

Taula 3. Mitjana dels 0 registrats pels observatoris de l'àrea d'estudi per mes.

Taula 4. Fonts de les bases de dades per constituir la xarxa d'observatoris (O) dels Països Catalans (1951-2000).

Taula 5. Mitjanes pluviomètriques anuals dels 124 observatoris que constitueixen la xarxa per al període 1951-2000.

Taula 6. Significacions dels coeficients de correlació de Pearson entre la pluviometria dels 7 observatoris de referència i el WeMOi, el NAOi i la pressió de San Fernando (SF) a resolució diària per al període 1951-2000. La correlació és significativa al 0.05 si el valor és $\geq 1.96/$ i al 0.01 si el valor és $\geq 2.58/$. (Els valors en negreta són les significacions més altes d'entre els dies D-1, D i D+1 per a cada patró o sèrie de pressió amb cada observatori. Els valors en negreta subratllats corresponen a la significació més elevada que assoleix cada observatori d'entre les variables de la primera columna).

Taula 7. Precipitacions enregistrades en cada un dels 7 observatoris en dos episodis distints de febrer (Figura 31) segons el valor del WeMOi i del NAOi (en negreta, les quantitats més destacades).

Taula 8. Significacions dels coeficients de correlació de Pearson entre els episodis de >50 mm/ 24 h dels 7 observatoris de referència i el WeMOi, el NAOi i la pressió de San Fernando (SF) per al període 1951-2000. La correlació és significativa al 0.05 si el valor és $\geq 1.96/$ i al 0.01 si el valor és $\geq 2.58/$. (La correlació és entre tots els dies compresos en el període 1951-2000, 18.364 dies; les dates quan té lloc >50 mm/ 24 h se substitueix per 1, a la resta de dates se'ls atribueix el valor 0).

Taula 9. Ídem que Taula 8, però per als episodis de >100 mm/ 24 h.

Taula 10. Llistat d'episodis de >100 mm en 24 h dels 7 punts d'estudi al llarg del període 1951-2000 amb els corresponents valors del WeMOi i del NAOi.

Taula 11. Mitjana dels valors del WeMOi i del NAOi dels dies amb episodis de >100 mm en 24 h. A la tercera columna es mostren les diferències entre els valors absoluts.

Taula 12. Ídem que Taula 10, però amb episodis ≥ 200 mm en 24 h.

Taula 13. Freqüències d'ocurrències de dies de precipitació superiors a ≥ 0.1 mm, >10 mm i >100 mm en cada punt i mitjana pluviomètrica del període 1951-2000.

Taula 14. Freqüències d'episodis de ≥ 0.1 mm, >10 mm i >100 mm segons els llindars <-4 , <-2 , $>+4$ i $>+2$ del WeMOi a resolució diària en els 7 punts d'estudi durant el període 1951-2000.

Taula 15. Registres pluviomètrics en els 7 punts d'estudi en els 3 dies de valor del WeMOi més extrem negatiu (3 primeres files) i positiu (3 últimes files).

Capítol 3

Taula 1. Tendències del WeMOi (1821-2000) per mesos, estacions i anualment. (El semestre fred comprèn els mesos d'octubre a març; el semestre càlid comprèn els mesos d'abril a setembre). Només es mostren aquelles tendències significatives al 0.05 segons el t-test.

Taula 2. Tendències del WeMOi, NAOi i AOi (variació índex/ 10 anys) i coeficients de correlació de Pearson entre els índexs durant el període 1901-2000. (Els valors en negreta són les tendències –segons el t-test– i les correlacions significatives al 95% del nivell de confiança).

Taula 3. Ídem que Taula 2, però per al període 1951-2000.

Taula 4. Tendències de l'AOi, del WeMOi i de la precipitació hivernal (DGFM) de València i Bilbao (1910/1911-1999/2000). (En negreta són les tendències significatives al 0.05 segons el t-test). (Reelaborat a partir de Martín-Vide i Lopez-Bustins, 2006).

Taula 5. Correlació entre els valors de “ $|r(\text{WeMOi}/\text{precipitació})|$ menys $|r(\text{NAOi}/\text{precipitació})|$ ” i els valors de les correlacions de “NAOi-precipitació” i “AOi-precipitació”, durant el període 1951-2000. S'usen tots els observatoris de l'àrea d'estudi.

Taula 6. Valors de l'índex de concentració de la precipitació diària (CI) i de l'índex d'intensitat diària (ID), la pluviometria i el nombre de dies de precipitació, per al període 1951-2000 i per als subperíodes 1951-1975 i 1976-2000, a resolució anual, per als observatoris de Marsella, Perpinyà, Barcelona, Tortosa, València, Torrevella i Màlaga.

Taula 7. Ídem que Taula 6, però per a la tardor (SON).

Taula 8. Ídem que Taula 6, però per a l'hivern (DGF) i per al període 1951/52-1999/2000 i els subperíode 1951/52-1975/76 i 1976/77-1999/2000.

Taula 9. Variació qualitativa dels episodis diaris de >100 mm, >50 mm, >10 mm i ≥ 0.1 mm, i de la pluviometria total entre el primer subperíode 1951-1975 i el segon 1976-2000, anualment. (Blau, increment; vermell, reducció; gris, sense variació).

Taula 10. Ídem que Taula 9, però per a la tardor (SON).

Taula 11. Ídem que Taula 9, però per a l'hivern (DGF).

Taula 12. Ídem que Taula 9, però per a la primavera (MAM).

Taula 13. Ídem que Taula 9, però per a l'estiu (JJA).

Taula 14. Mitjanes de les temperatures marines ($^{\circ}\text{C}$) de l'Estartit (Costa Brava) als nivells -0.5 m, -5 m, -20 m, -35 m, -50 m, -65 m i -80 m, i del WeMOi diari, en grups de dècades de dies aproximadament segons el mes (de juliol a desembre) per al període 1973-1997. (S'ha acolorit de carbassa les 3 dècades de dies més càlides de l'any de temperatura marina per a les diferents profunditats, i en rosat les 2 dècades de dies de l'any en què el WeMOi diari es presenta en les seves fases més negatives).

Taula 15. Probabilitats de les seqüències plujoses d'1, 2, 3 i 4 dies per a les sèries de Perpinyà, Barcelona, Tortosa, València i Torrevella durant els subperíodes 1951-1975 i 1976-2000, per a tot l'any, segons el model de la CM_1 .

Taula 16. Ídem que Taula 15, però segons el model de la CM_2 .

Taula 17. Probabilitats de les seqüències plujoses d'1, 2, 3 i 4 dies per a les sèries de Perpinyà, Barcelona, Tortosa, València i Torrevella durant els subperíodes 1951-1975 i 1976-2000, per l'hivern (DGF), segons el model de la CM₁.

Taula 18. Ídem que Taula 17, però segons el model de la CM₂.

Taula 19. Probabilitats o freqüències observades de les seqüències plujoses d'1, 2, 3 i 4 dies per a les sèries de Perpinyà, Barcelona, Tortosa, València i Torrevella durant els subperíodes 1951-1975 i 1976-2000, per a tot l'any.

Taula 20. Ídem que Taula 19, però per a l'estació d'hivern (DGF).

Capítol 4

Taula 1. Temperatures del Pol Nord al nivell 30 hPa (°C) al mes de gener i febrer (les temperatures que corresponen als MMW estan ombrejades en rosa; en blau les que corresponen als *coolings*). Valors de l'AOi (els valors pròpiament negatius (<-0.50) després d'un MMW estan en rosat; en blau estan els valors positius (>0.50) després d'un *cooling*). Els anys amb l'ocurrència d'un MMW estan colorats, en taronja els que la transmissió del MMW ha estat satisfactòria, i en groc els anys que el MMW no s'ha propagat a la troposfera. Font de les dades: Labitzke i col·laboradors (2002) del *Stratospheric Research Group* de la *Freie Universität Berlin* (Alemanya). (El MMW de 1999 va tenir lloc el 26 de febrer segons ERA-Data i en conseqüència la temperatura mitjana anòmalament positiva tingué lloc al mes de març; Charlton i Polvani, 2007). Aquesta taula és adaptada de Lopez-Bustins *et al.* (2006).

Taula 2. Avaluació de l'ocurrència dels MMW segons la relació de l'activitat solar – QBO. (Entre parèntesi s'anota el % d'ocurrència dels MMW sobre el nombre total d'anys de cada grup amb unes determinades condicions). (Labitzke *et al.*, 2006; reconstruït).

Taula 3. Quadre resum de la interacció dels forçaments de cada factor en la variabilitat del vòrtex polar.

Taula 4. Valors de la *r* del coeficient de Pearson i p-valors entre les variables: precipitació Ponts (GFM), precipitació Gorga (GFM), temperatura 30 hPa Pol Nord (GF), altura geopotencial 30 hPa Pol Nord (GF) i AOi (GFM). Anomalies pluviomètriques de Ponts i Gorga (GFM) en els anys del període 1958-2000 sota la influència d'un MMW/*cooling* respecte al període 1961-1990. (Les correlacions significatives al 0.10 es mostren en cursiva, en negreta al 0.05, i en negreta i subratllades al 0.01).

Taula 5. Mitjanes dels valors de l'AOi, el NAOi i el WeMOi dels anys amb una alta activitat solar i una baixa activitat solar del període 1958-2000.

Taula 6. Tendències i gràfics hivernals (DGFM) de la temperatura (°C) de la baixa estratosfera del Pol Nord (30 hPa) per al període 1955/56-1999/2000 (Labitzke i col·laboradors, 2002) i de l'AOi i WeMOi per al període 1950/51-1999/2000. (En negreta es mostren les tendències significatives al 0.05).

Taula 7. Els sis hiverns (DGFM) amb una fase més extrema positiva i negativa de l'AO en el període d'estudi 1958/59-1999/2000. Es mostren els valors dels índexs de cada hivern de l'AO i de la WeMO.

Capítol 5

Taula 1. Trets atmosfèrics generals de pressió atmosfèrica i circulació de l'aire de les fases de la WeMO en relació amb la tipologia pluviomètrica (colors en coherència amb els de la Figura 2). Es contemplen excepcions (en cursiva).

Taula 2. Data dels casos de ≥ 200 mm/ 24 h a Catalunya per als períodes 1951-1975 i 1976-2000. (Extret de Gázquez *et al.*, 2004).

Taula 3. Data dels casos de ≥ 200 mm/ 24 h al País Valencià per als períodes 1951-1975 i 1976-2000.

Taula 4. Distribució de freqüències absolutes ($\sum n_i$) i relatives ($\sum n_i$, %) acumulades dels dies de brisa marina (Sb) i sense brisa marina (NSb), agrupats per intervals de classe de rang de llindar creixent. Increment relatiu dels dies de brisa marina (*Rise* Sb) i sense brisa marina (*Rise* NSb) entre els intervals de classe major (2) i inferior (1). L'última columna ofereix la diferència en l'increment relatiu entre els dies de brisa i sense brisa marina a Alacant (1999-2000). Base de dades subjectiva. (Extret d'Azorín-Molina i López-Bustins, 2006).

Taula 5. Comparació entre les mitjanes del WeMOi dels dies de tot el període i dels dies amb una UHI intensa anual i estacionalment. Es mostra l'interval de confiança de la mitjana de la mostra. (Les mitjanes del WeMOi subratllades amb una UHI intensa ≥ 5 °C són aquelles que són significativament diferents de les mitjanes del WeMOi de tot el període; aquelles diferències entre les mitjanes en negreta són les més notables).