

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**

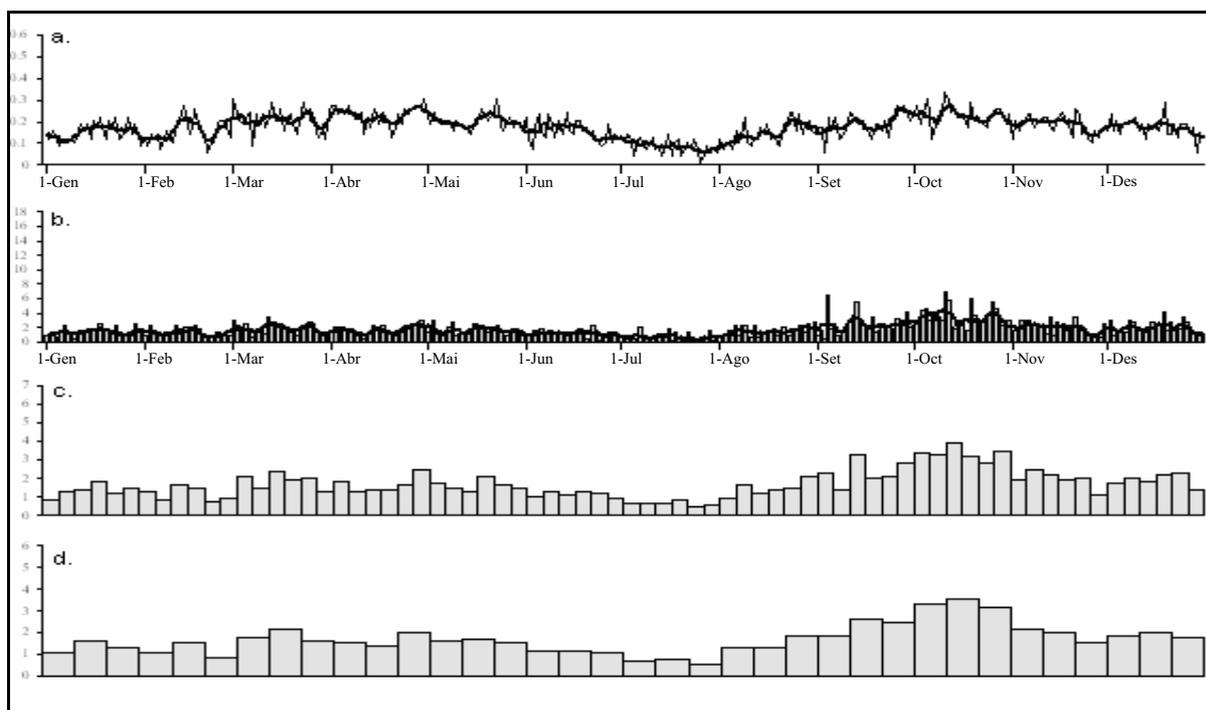
# **INTRODUCCIÓ**



## 0.1. PRESENTACIÓ

Els Països Catalans tenen en la quasi totalitat del seu territori un clima mediterrani. Els règims de circulació atmosfèrica de la conca mediterrània mostren un cicle estacional lligat a la circulació temperada i humida de l'oest a l'hivern i a una d'estrictament subtropical a l'estiu. El clima mediterrani s'ubica en una transició geogràfica entre el domini temperat i humit de les latituds mitjanes i l'àrea àrida i desèrtica del cinturó dels anticiclons tropicals. La gran complexitat geogràfica de la conca mediterrània composta de tres penínsules, de remarcable extensió, a la vessant nord, i la seva singularitat, quasi semitancada a l'Atlàntic, donen lloc a una gran diversitat de subclimes, basats en una gran varietat de comportaments atmosfèrics, principalment pluviomètrics. Quan els factors geogràfics intervenen en la dinàmica de la circulació, provoquen una distribució estacional de la precipitació en certes regions de la conca que difereixen de la típica mediterrània. Específicament, a la franja est de la Península Ibèrica on s'ubiquen els Països Catalans, a sotavent de la influència atlàntica, la tardor és l'estació més plujosa, mentre l'hivern és relativament sec (Martín-Vide i Olcina Cantos, 2001).

És especialment il·lustratiu el calendari pluviomètric, a resolució diària, obtingut d'observatoris situats a la costa dels Països Catalans (Figura 1), els quals mostren uns règims anuals que difereixen dels típics mediterranis. Per tant, els màxims són equinoccials tant en freqüència com en quantitat, essent la tardor més elevada en quantitat, i l'hivern sobrepasant lleugerament l'estiu (Soler i Martín-Vide, 2002).



**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).

## 0.2. MOTIVACIONS

L'Oscil·lació de la Mediterrània Occidental és un terme de nova definició que el present treball de recerca intenta consolidar com a patró de teleconnexió regional. En el conjunt de la Península Ibèrica, les regles del joc sempre es trenquen quan tractem una variable climàtica, com és la precipitació, a la franja mediterrània. Àrea que coincideix, aproximadament, amb l'àmbit dels Països Catalans. Al sud d'aquests, costa oriental d'Andalusia, alguns estudis demostren una certa influència atlàntica per l'Estret de Gibraltar.

Mentre certs patrons de circulació de baixa freqüència com l'Oscil·lació de l'Atlàntic Nord (NAO) o l'Oscil·lació de l'Àrtic (AO) expliquen la variabilitat pluviomètrica, durant el semestre fred de l'any, de la major part de la Península Ibèrica, l'arc mediterrani és poc afectat per llurs cicles i variacions. En conseqüència, i juntament amb el risc que comporta per si mateix la precipitació torrencial del Mediterrani, s'ha intentat buscar succedanis o altres maneres de poder explicar el comportament del seu règim pluviomètric.

Al 2002, es publicaven els resultats del projecte europeu IMPROVE. El seu objectiu fou la reconstrucció de sèries instrumentals històriques de temperatura i pressió. Durant el període de recerca del projecte, el Dr. Martín-Vide, de la Universitat de Barcelona, i el Dr. Camuffo, de la Universitat de Pàdua, van congeniar en la idea de crear un subpatró o patró regional de teleconnexió per a la Mediterrània Occidental. El substrat de la formulació era usar sèries llargues i fiables de pressió, emparades per l'avaluació d'un projecte europeu com l'IMPROVE. Aquestes foren la de Pàdua (Veneto, Itàlia) de l'Observatori de la Torre de la Specola, situada a cavall de les dues Mediterrànies, i la de San Fernando (Cadis) de l'Observatori de Marina, ubicada a l'extrem occidental de la Mediterrània. Un primer assaig preliminar fou el que presentà en solitari el professor Martín-Vide, al 2002, al 3r. Congrés de l'Associació Espanyola de Climatologia a Palma, anomenant el nou patró *Western Mediterranean Oscillation* (WeMO), i al seu índex (WeMOi). Aquesta anàlisi inicial presentava unes bones correlacions amb la precipitació de la façana est de la Península Ibèrica. Troballa interessant, ja que mai anteriorment un índex de qualsevol índole s'havia ajustat a l'alta variabilitat de la precipitació de la costa dels Països Catalans. És així, que aquesta tesi és la continuació del camí iniciat pel Dr. Martín-Vide i el Dr. Camuffo en la formulació d'un nou índex climàtic. La tasca principal ha estat la seva redefinició, així com la seva valoració i funcionalitat en el conjunt del territori de la Península Ibèrica, i de forma més acurada, dels Països Catalans a diferents resolucions temporals. Tanmateix, s'han estudiat fases, tendències i cicles de l'índex; i un inici a les aplicacions en altres paràmetres meteorològics locals. D'altra banda, també es contempla l'anàlisi de la influència de factors externs com l'activitat solar, l'Oscil·lació Quasi-Biennal (QBO), El Niño, els gasos d'efecte hivernacle i les grans erupcions volcàniques tropicals.

### 0.3. ÀREA D'ESTUDI: ELS PAÏSOS CATALANS

Una vegada iniciades les primeres anàlisis de la WeMO amb la Península Ibèrica (Martin-Vide i Lopez-Bustins, 2006), l'àrea de major influència s'ajustava a la línia de costa oriental, des del Cap de Gata (Almeria) fins més enllà del Coll del Pertús (el Vallespir), concentrant-se un màxim al Golf de València. La Península Ibèrica és raonable com a primera aproximació, però, els Països Catalans es mereixien una atenció especial per la seva condició geogràfica de situar-se a la vora d'un mar interior, però alhora, a sotavent de l'Oceà Atlàntic. Segons les primeres aproximacions, és als Països Catalans on la WeMO apunta tenir una major funcionalitat. No obstant, la integritat de la Península Ibèrica és considerada en la investigació per fer algunes anàlisis aproximatives d'acotació territorial.

Els Països Catalans són una regió cultural amb certa reivindicació nacional, que conté distints territoris amb un passat històric comú en la seva majoria. Avui dia els Països Catalans es troben repartits entre quatre estats distints al sud-oest d'Europa (Figura 2): Andorra, Espanya, França i Itàlia. En aquest estudi s'ha considerat la divisió administrativa per comarques per establir una densa xarxa d'observatoris. Del territori de l'Estat Espanyol s'han pres les comarques de Catalunya, del País Valencià i de les Illes Balears, i algunes d'Aragó que s'anomenen la Franja de Ponent. De l'Estat Francès, es contempen les comarques del departament número 66, els Pirineus Orientals (capital: Perpinyà), de la regió administrativa Llenguadoc-Rosselló, que són conegudes com la Catalunya Nord. Segons la Geografia General dels Països Catalans de 1996, es tracta de 41 comarques a Catalunya, 6 a la Catalunya Nord, 4 a la Franja de Ponent, 34 al País Valencià, 3 a les Illes Balears i 1 que és el Principat d'Andorra, en total 89 (Figura 12 del capítol 2). La ciutat de l'Alguer a Sardenya no ha estat considerada per ser un punt distant a la resta de l'àrea d'estudi. Tanmateix, a Múrcia hi ha El Carxe amb descendència de població de les valls del Vinalopó que tampoc s'ha contemplat per trobar-se sense una delimitació comarcal ben definida. D'altra banda, s'han inclòs a l'àrea d'estudi comarques valencianes que no eren de l'antiga Corona Catalano-Aragonesa segons la delimitació del Tractat d'Almirra de 1244. Són aquelles comarques de l'interior de les terres de València principalment. La Fenolheda, a la Catalunya Nord, i la Val d'Aran, al Pirineu Occidental català, són dues comarques de parlar occità que també han estat incloses en l'àrea d'estudi. En el cas de la primera, mai ha estat regida històricament, abans de la Pau dels Pirineus de 1659, per la Generalitat de Catalunya com les altres comarques de la Catalunya Nord.

L'àrea total del territori d'estudi és de 69.162,48 km<sup>2</sup>, i 69.823 km<sup>2</sup> comptant tot el territori dels Països Catalans si se sumen el sector murcià del Carxe i la ciutat catalana de Sardenya. El punt més septentrional és on neix el riu Ròvol (Òpol i Perellós) (42° 53' N) al

Rosselló, i el més meridional els Escullers del Mojón (el Pilar de la Foradada) (37° 51' N) al Baix Segura. El punt més occidental és el riu Cabriel (Venta del Moro) (01° 32' O) a la Plana d'Utiel, i el més oriental és Sa Punta de s'Esperó (Maó) a Menorca (04° 18' E). Des d'un punt de vista de la geografia física, hem de destacar els Pirineus que divideixen la Catalunya Sud de la Nord. Als Pirineus Occidentals dels Països Catalans, a la Ribagorça, es troba el punt més elevat de l'àrea d'estudi, el Pic d'Aneto (3.404 m). Els relleus litorals i prelitorals catalans separen les comarques catalanes costaneres de les continentals. Entre els Prepirineus i el Prelitoral s'estén la Depressió Central fins a la Franja, drenada pel Segre i altres rius. Les conques internes catalanes són formades per diversos rius amb capçaleres reduïdes, d'entre elles cal destacar la Tet, el Ter, el Llobregat i el Francolí. A l'extrem meridional de Catalunya, es troba la desembocadura de l'Ebre. El País Valencià, format principalment per les conques del Millars, Túria, Xúquer i del Vinalopó, es disposa amb una orientació general est. Les muntanyes més elevades es troben a l'interior de Castelló i València, sobrepasant lleugerament els 1.500 metres, per ser l'extrem meridional del Sistema Ibèric. Al sud es troben les Muntanyes d'Alacant, com a extensió oriental de les Serralades Bètiques, Sistema Prebètic, que tornen a sorgir enmig de la Mar Catalanobalear per formar part de les Illes Balears. La Serra de Tramuntana (Puig Major, 1.445 m) a l'Illa de Mallorca n'és l'orografia més destacada (Figura 3).

#### **0.4. PERÍODE D'ESTUDI**

El període d'estudi per a la validació del patró de la WeMO és la segona meitat del segle XX, 1951-2000. Des d'un punt de vista climatològic, 30 anys són els mínims, normalment, per fer anàlisis i establir tendències. Aquest període d'estudi comprèn un període amb variabilitats climàtiques destacades, amb una influència antròpica més pronunciada a la segona meitat del període d'estudi, i l'inici d'un canvi climàtic a finals del segle XX.

També s'empren altres períodes d'estudi per distintes anàlisis, per exemple, el WeMOi té valors des de 1821 que són subjecte de tendències i altres anàlisis, i per tant, el període 1821-2000 és considerat. Altres períodes d'anàlisi són la integritat del segle XX, 1901-2000, o fins i tot, els subperíodes 1951-1975 i 1976-2000 per detectar canvis en la variabilitat pluviomètrica durant la segona meitat del passat segle. En altres ocasions, són la disponibilitat de dades que determinen el període d'estudi, com és el cas del període 1958-2000 a causa de l'ús de dades de reanàlisi.

El període de referència seleccionat per a les estandarditzacions i el càlcul d'algunes anomalies és el trentenni convencional 1961-1990.

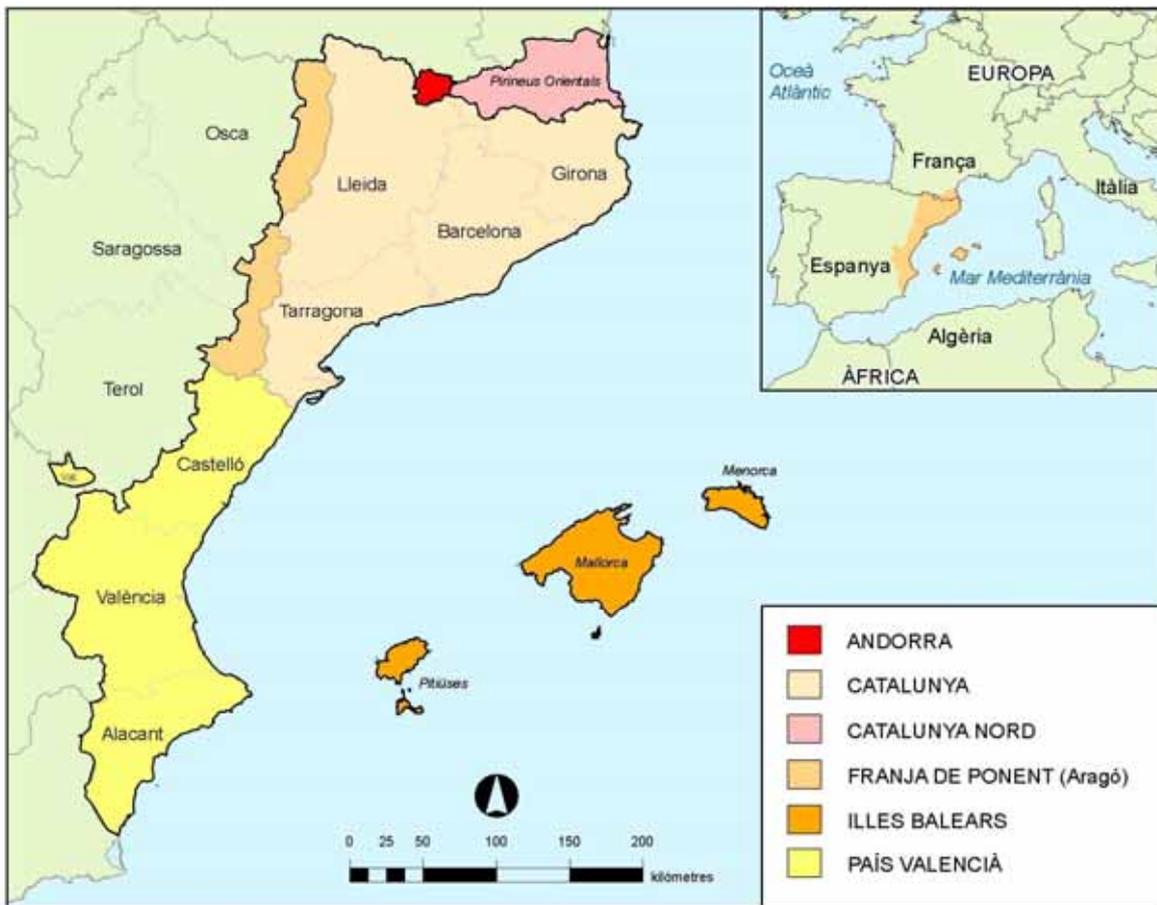


Figura 2. Mapa polític dels Països Catalans i la seva localització a Europa Occidental.

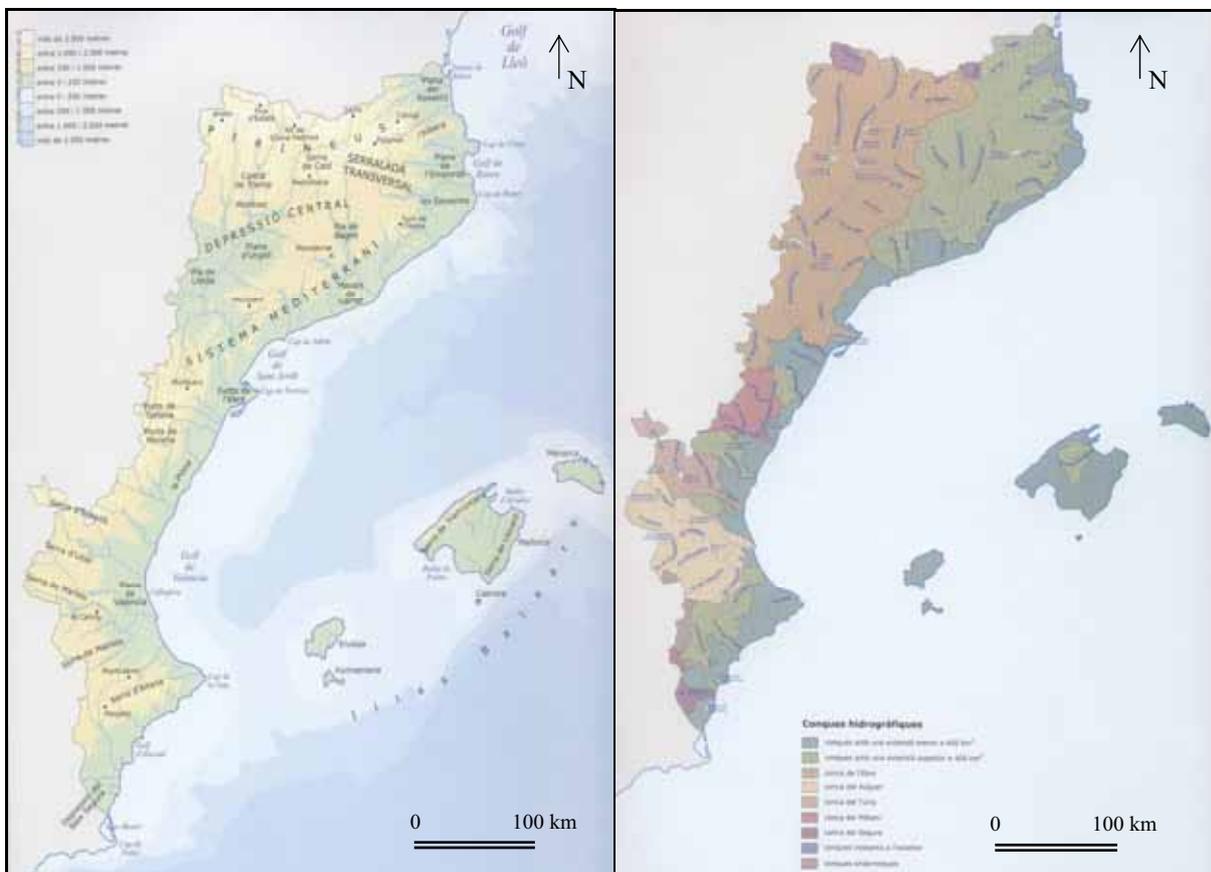


Figura 3. El relleu (esquerra) i la xarxa hidrogràfica (dreta) dels Països Catalans. (Font: Atlas dels Països Catalans de l'Enciclopèdia Catalana SA, 2000).

## **0.5. OBJECTIUS GENERALS**

Dins la tesi es troben distints apartats que fan referència a la relació existent entre la WeMO i la pluviometria dels Països Catalans. Malgrat això, es plantegen dos objectius principals: 1) Conèixer la influència de la WeMO en la variabilitat de la pluviometria dels Països Catalans, i 2) Avaluar la potencialitat de la WeMO com a estimulador de la pluja diària.

Una vegada ben establerta la relació entre la WeMO i la pluviometria de certs punts dels Països Catalans en períodes de l'any concrets, cal cercar la variabilitat i les tendències d'aquest patró. D'aquest mode, es pot esbrinar l'evolució futura del comportament pluviomètric de la façana est de la península Ibèrica.

La torrencialitat és molt freqüent en l'àmbit d'estudi. Dies concrets de l'any, certs punts poden arribar a concentrar fins a més de la meitat del que plou en tot l'any, doncs, dies amb unes fases molt extremes de la WeMO podrien ser les causants d'aquests episodis. Per tant, la WeMO és una eina subjecta a estudiar-ne el seu potencial a resolució diària en la predicció d'episodis torrencials.

## **0.6. HIPÒTESIS MÉS IMPORTANTS**

Per a cada capítol, de la mateixa manera que en objectius, es plantegen unes hipòtesis específiques. Malgrat això, existeixen unes idees de rellevància a corroborar segons el contingut general de la tesi. Bàsicament en són tres:

- 1) La WeMO es defineix com a patró regional de la conca mediterrània occidental que explica una part substancial de la variabilitat pluviomètrica dels Països Catalans.
- 2) L'evolució de la pluviometria dels Països Catalans depèn de les tendències i cicles del WeMOi.
- 3) El WeMOi a resolució diària és una eina clau per a la prognosi d'esdeveniments torrencials als Països Catalans.

Per últim, és interessant esbrinar el paper de la WeMO en la variació de la precipitació dels Països Catalans en el context del canvi climàtic actual.

## 0.7. MÈTODES PRINCIPALS

En l'anàlisi de patrons de variabilitat de baixa freqüència amb variables climàtiques s'usen els coeficients de correlació de Pearson ( $r$ ). És un procediment ràpid per esbrinar si hi ha dependència o no de les pluviometries d'estudi i un factor extern com pot ser un patró de teleconnexió. D'altra banda, les estructures dels patrons són definides a partir d'anàlisis sinòptiques. Altres anàlisis específiques han estat l'anàlisi de tendències, l'anàlisi espectral per detectar cicles i les classificacions sinòptiques, entre d'altres. També es detallen els mètodes emprats en cada capítol, tal com es fa amb els objectius i les hipòtesis.

Per a la classificació de situacions sinòptiques, concretament, s'ha emprat un mètode manual en la descripció de mapes en superfície i en altura al llarg de la tesi, i d'una d'automàtica mitjançant l'anàlisi de components principals (ACP) –*principal component analysis*– en el capítol 4. De totes maneres, actualment continuen havent unes grans dificultats per establir una correcta classificació sinòptica en l'àmbit mediterrani per la complexitat geogràfica física del territori (Martin-Vide, 2001). Tanmateix, s'han emprat mètodes de *downscaling* en la detecció d'anomalies pluviomètriques.

## 0.8. DADES

La base de dades pluviomètrica dels Països Catalans està constituïda per dades instrumentals i no valors d'una malla de reanàlisi. Si hom analitza unes dades de reanàlisi amb un *grid* d'alta resolució, com podria ser 2.5° per 2.5°, la incidència dels factors pluviomètrics locals s'escola i, al mateix temps, la pròpia influència de la WeMO; ja que aquest patró, tal com es demostrarà al llarg de la tesi, és molt condicionat per factors orogràfics locals. En conseqüència, s'ha preferit treballar amb dades instrumentals, encara que amb certs problemes d'homogeneïtzació i validació, no obstant, compensats pel desplegament d'una densa xarxa d'observatoris. En el capítol 2, s'expliciten les bases de dades d'origen per construir la pròpia, els observatoris usats i les característiques de les seves sèries. La majoria de les dades provenen de la base de dades NESAP (*North-Eastern Spain Adjusted Precipitation dataset*) (Grup de Recerca del Canvi Climàtic de la Universitat Rovira i Virgili) (Saladié *et al.*, 2005) i del Institut Nacional de Meteorologia (INM).

La construcció dels valors del WeMOi és mitjançant dues sèries de pressió superficial úniques: Pàdua i San Fernando. En el capítol 1, es detallen les característiques d'ambdues sèries i el procediment de càlcul del WeMOi.

Per a la classificació sinòptica objectiva és en l'única anàlisi que s'usen dades d'un *grid*, en concret, de pressió atmosfèrica a nivell del mar (NCEP/NCAR reanàlisi; Kalnay *et al.*, 1996).

## 0.9. ESTRUCTURA DE LA TESI: OBJECTIUS, HIPÒTESIS I MÈTODES PER CAPÍTOL

La tesi està integrada per cinc capítols que segueixen una cronologia lògica segons el perfeccionament, desenvolupament i coneixement de la WeMO.

### **Capítol 1:** *Definició de l'Oscil·lació de la Mediterrània Occidental/ Western Mediterranean Oscillation (WeMO) i càlcul del seu índex (WeMOi)*

#### Objectius:

- Justificar la definició d'un nou índex de teleconnexió a la conca occidental de la Mediterrània.
- Ús de les sèries de pressió de San Fernando i Pàdua per construir els valors del WeMOi.
- Calibrar els valors del WeMOi.
- Calcular els valors del WeMOi a distintes resolucions temporals: anual, mensual i diària (aquesta última és innovadora per a un patró de circulació de baixa freqüència).
- Correlacionar i validar l'índex amb altres patrons propers ja coneguts.

#### Hipòtesis:

- La WeMO és un patró regional innovador que permet explicar el comportament pluviomètric dels Països Catalans.
- La WeMO reflecteix l'oscil·lació conjunta de l'anticicló de les Açores al sud-oest ibèric i de la depressió de la Mar Lígur al nord-oest d'Itàlia.
- La seva aplicació diària és funcional per ajustar la precipitació en el dia D pluviomètric a la costa mediterrània nord-occidental. Conseqüentment, la WeMO perd el seu caràcter de baixa freqüència que caracteritza altres patrons de teleconnexió.
- El WeMOi es consolida com a índex independent en no correlacionar-se altament, però tampoc nul·lament, amb altres índexs de patrons de circulació propers.

### Mètodes:

- Repàs exhaustiu d'antecedents d'altres patrons de la Mediterrània per corroborar el caràcter innovador de la WeMO.
- Anàlisi sinòptica sobre la Mediterrània Occidental mitjançant un *grid* de pressió superficial. Esbrinar la modulació atmosfèrica que intenta reflectir la WeMO.
- Homogeneïtzació visual emprant metadada de les sèries usades, San Fernando i Pàdua, per construir l'índex calibrat.
- Primers assaigs amb el càlcul del WeMOi a resolució diària amb observatoris de precipitació de referència.
- Anàlisis de correlacions. El coeficient de Pearson ens indicarà si les correlacions entre el WeMOi i els altres patrons és significativa o no.

## **Capítol 2: Definició de l'àrea d'estudi i aplicació de la WeMO a la seva precipitació**

### Objectius:

- Justificar l'elecció de l'àrea d'estudi mitjançant una aproximació amb el conjunt de la Península Ibèrica.
- Construir una xarxa d'observatoris de precipitació densa i homogènia espacialment dels Països Catalans per al període 1951-2000.
- Esbrinar les zones de màxima influència de la WeMO, per un comportament més típicament mediterrani, en la pluviometria dels Països Catalans.
- Consolidar la funcionalitat en predicció de l'aplicació del WeMOi a resolució diària.

### Hipòtesis:

- El Golf de València és l'àrea de màxima influència de la WeMO per ser la més aixoplugada dels fluxos de l'Atlàntic.
- Les zones on la WeMO té un major pes són on la NAO es debilita, com és el cas del Golf de València.
- Les majors concentracions pluviomètriques diàries coincideixen amb les àrees de major influència de la WeMO.
- El WeMOi a resolució diària pot contribuir en la predicció d'episodis torrencials.

### Mètodes:

- Per elaborar la xarxa d'observatoris: criteri geogràfic personal de la distribució. Obtenció de sèries pluviomètriques instrumentals ja homogeneïtzades d'altres treballs anteriors. Selecció de les sèries més llargues i completes.
- Emprar el coeficient de correlació de Pearson per avaluar les zones d'influència dels distints patrons, i així, poder establir una comparació objectiva.
- Fer mapes d'anomalies pluviomètriques amb fases extremes de la WeMO per delimitar quines són les zones que responen millor a aquestes variacions del WeMOi.
- Seleccionar episodis diaris extrems tant del WeMOi com de precipitació per establir la seva relació. És a dir, comparació d'ambdós grups mitjançant relacions estadístiques.
- Formulació d'un calendari de la WeMO mitjançant els valors diaris del seu índex per definir els períodes de l'any susceptibles a l'ocurrència d'episodis torrencials.

### **Capítol 3:** *Anàlisi de tendències i cicles de la WeMO: els seus efectes en la variabilitat pluviomètrica dels Països Catalans*

#### Objectius:

- Definir oscil·lacions de la WeMO i comparar-les amb la d'altres patrons.
- Establir les tendències de la WeMO.
- Capacitat d'autopredicció: ús dels mateixos valors del WeMOi per realitzar una previsió de les futures fases de la WeMO.
- Comprovar si les tendències del WeMOi en diferents períodes de l'any afecten a les tendències pluviomètriques dels Països Catalans.
- Cercar cicles en les fases extremes de la WeMO i de la pluviometria catalana, i investigar-ne una possible simultaneïtat.
- Anàlisi de les tendències pluviomètriques dels Països Catalans per regions i posar en relació amb les àrees d'influència de la WeMO, la NAO i l'AO.
- Analitzar l'evolució de la variabilitat pluviomètrica dels Països Catalans en funció de la WeMO.
- Analitzar la tendència de la freqüència de valors extrems diaris del WeMOi.
- Detectar comportaments pluviomètrics oposats dins l'àrea dels Països Catalans en funció de la WeMO.

### Hipòtesis:

- Les fases de la WeMO i les tendències del seu índex comporten unes tendències similars en les pluviometries de les àrees dels Països Catalans que es troben directament sota la seva influència.
- Les fases de la WeMO i les tendències del seu índex poden venir condicionades per comportaments de patrons de teleconnexió externs a la conca mediterrània, sobretot, a l'hivern, quan es reforça la dinàmica de la circulació atmosfèrica.
- La variabilitat pluviomètrica interanual en el territori dels Països Catalans depèn de la influència de la WeMO; així com la seva variació està subjecta a l'evolució de la influència de la WeMO.
- Si els valors extrems diaris del WeMOi s'incrementen, augmenta la torrencialitat als Països Catalans.
- Les àrees que es correlacionen en signe contrari amb el WeMOi tenen una pluviometria inversa, ja sigui en l'àmbit o no dels Països Catalans.
- Les Illes Balears i Catalunya són àrees inversament relacionades quant a pluviometria. Les Illes Balears tenen una condició d'insularitat que les deslliga del factor de sotavent de la façana est ibèrica, principalment, per la humitat que recullen de nou al Mediterrani els fluxos procedents de l'Atlàntic.

### Mètodes:

- Representacions temporals del WeMOi per a la detecció de fases.
- Anàlisi de tendències amb el software AnClim (Stepanek, 2005). Ús del t-test.
- Cartografiar les tendències pluviomètriques dels Països Catalans.
- Anàlisi espectral per detectar cicles en el WeMOi i en les sèries de precipitació.
- Regionalització climàtica segons la correlació amb el WeMOi, el NAOi i l'AOi
- Anàlisi de tendències pluviomètriques per regions.
- Anàlisi de la variabilitat pluviomètrica dels Països Catalans mitjançant el càlcul del coeficient de variació a resolució mensual i anual. I per a l'anàlisi diària, s'empra l'índex de concentració pluviomètrica de *Gini*, la intensitat de precipitació diària, freqüència d'episodis en 24 hores, el calendari de la WeMO, histogrames dels valors diaris del WeMOi, les seqüències plujoses ajustades per un model markovià i els valors extrems negatius del WeMOi. Per a les tres escales temporals, s'usa el període d'estudi 1951-2000, i per veure'n l'evolució es divideix en dos subperíodes: 1951-1975 i 1976-2000.

## Capítol 4: L'Estratosfera i la WeMO

### Objectius:

- Cercar el paper de l'estratosfera en la predicció de la troposfera i determinar el període de l'any amb més rellevància
- Definir les anomalies de l'estratosfera.
- Determinar el mode de transmissió a la troposfera de les anomalies de l'estratosfera mitjançant algun patró de teleconnexió com l'AO.
- Cercar la influència de l'estratosfera polar en la WeMO a partir de la seva relació oposada amb l'AO.
- Esbrinar els factors que modulen la precipitació dels Països Catalans a partir del paper de l'estratosfera: l'activitat solar, la QBO, les erupcions volcàniques tropicals, l'ozó estratosfèric, els gasos d'efecte hivernacle, El Niño *Southern Oscillation* (ENSO), etc.

### Hipòtesis:

- L'estratosfera té un paper important en la variabilitat de la troposfera, i, de retruc, de la WeMO.
- Les fases extremes positives de l'AO induïdes per les anomalies estratosfèriques comporten profundes fases negatives de la WeMO.
- A partir de l'estratosfera és possible detectar el senyal solar en la WeMO, i, de retruc, en la pluviometria dels Països Catalans.

### Mètodes:

- Cerca bibliogràfica el més actualitzada possible sobre el paper de l'estratosfera en la predicció meteorològica de la troposfera.
- L'ús de l'AOi per detectar la transmissió de les anomalies estratosfèriques a la troposfera a partir de l'acoblament estratosfera-troposfera.
- Ús d'ACP per determinar les circulacions atmosfèriques dominants en superfície sobre Europa Occidental durant el període convencional 1961-1990.
- Aplicar l'ACP als anys amb influència dels distints factors com l'activitat solar, la QBO, etc. per portar a terme una comparació amb el període de referència 1961-1990.
- *Downscaling*: detecció d'anomalies de precipitació als Països Catalans segons uns determinats patrons de circulació resultants a escala sinòptica.

## Capítol 5: Aplicacions a resolució diària del WeMOi

### Objectius:

- Proposar el WeMOi a resolució diària com a índex útil en l'anàlisi i prognosi d'episodis de precipitació diària.
- Cercar usos alternatius del WeMOi diari per a altres variables meteorològiques.

### Hipòtesis:

- El WeMOi a resolució diària permet, en la variable precipitació, principalment:
  - Classificació en tipologies pluviomètriques dels episodis (atlàntica, mediterrània o convectiva).
  - Definició del període de l'any més propens a l'ocurrència d'episodis torrencials.
- Altres variables com el vent local o la intensitat de l'illa de calor urbana també poden explicar-se mitjançant la modulació del WeMOi a resolució diària.

### Mètodes:

- Elaboració de bases de dades:
  - Per establir una classificació pluviomètrica es treballa amb distints punts del territori d'Alacant durant un període de 10 anys (1991-2000).
  - Ubicació dels episodis de més de 200 mm/ 24 h ocorreguts a Catalunya i al País Valencià a la segona meitat del segle XX al calendari de la WeMO.
  - Recopilació extensa d'episodis d'illa de calor per al cas de la ciutat de Barcelona. Comparacions entre la temperatura de l'aeroport i la del centre de la ciutat.
  - Reestructuració de dades de vent (cada 30 minuts) d'Alacant durant els anys 1999 i 2000.
- Els valors diaris del WeMOi es correlacionen amb cada grup de dades de les distintes variables, o simplement s'empren com a indicador, per realitzar una classificació. Segons la fase de la WeMO:
  - Es classificarà la tipologia pluviomètrica d'un episodi.
  - Es comprovarà la correspondència entre la variabilitat intraanual dels dies de precipitació torrencial de les àrees d'estudi i el calendari de la WeMO.
  - Les illes de calor urbana poden variar, en certa manera, la seva intensitat.
  - Es pot predir l'ocurrència o inhibició de la brisa en un determinat dia.

## 0.10. QÜESTIONS OBERTES

En aquesta tesi només es pretén presentar i donar a conèixer un nou índex o patró de teleconnexió. Tanmateix, posar de manifest certes aplicacions a distintes resolucions temporals. Són novetat tant la seva escala espacial, regional, com temporal, diària. No obstant, no significa que la seva formulació i valors no puguin ser subjecte de rectificacions i recàlculs. La investigació no pretén tancar altres possibles aplicacions i potencialitats de la WeMO. Tanmateix, a posteriori de la presentació de la present tesi, cal una actualització dels valors del WeMOi, ja que el plantejament de l'estudi fou al 2003 delimitant el període d'anàlisi fins a l'any 2000. Les dades del WeMOi a resolució mensual estan disponibles per al període 1821-2000 a la pàgina web del Grup de Climatologia de la Universitat de Barcelona:

<http://www.ub.es/gc/English/wemo.htm>

### Referències bibliogràfiques

- Kalnay E, Kanamitsu M, Kistler R, Collins W, Deaven D, Gandin L, Iredell M, Saha S, White G, Woollen J, Zhu Y, Chelliah M, Ebisuzaki W, Higgins W, Janowiak J, Mo KC, Ropelewski C, Wang J, Leetma A, Reynolds R, Jeene R, Joseph D. 1996. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bulletin of the American Meteorological Society* **77**: 437-471.
- Martín-Vide J. 2001. Limitations of an objective weather typing system for the Iberian peninsula. *Weather*, **56**: 248-251.
- Martín-Vide, J. 2002. Ensayo sobre la Oscilación del Mediterráneo Occidental y su influencia en la pluviometría del este de España. *III Congreso de la Asociación Española de Climatología* **3**: 35-42, Palma.
- Martín-Vide J, Olcina Cantos J. 2001. *Climas y tiempos de España*. Alianza Editorial, Madrid, 258 p.
- Martín-Vide J, Lopez-Bustins JA. 2006. The Western Mediterranean Oscillation and rainfall in the Iberian Peninsula. *International Journal of Climatology* **26** (11): 1455-1475.
- Saladié O, Brunet M, Aguilar E, Sigró J, López D. 2005. *Creación de la base de datos de precipitación mensual ajustada al sector Nororiental de la Península Ibérica, NESAP (1850-2000)*. Grupo de Investigación del Cambio Climático, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, 171 p.
- Soler X, Martín-Vide J. 2002. Los calendarios climáticos. Una propuesta metodológica. *III Congreso de la Asociación Española de Climatología* **3**: 577-586, Palma.
- Stepanek, P. 2005. *AnClim – Software for Time Series Analysis*. Dept of Geography, Faculty of Natural Sciences, MU, Brno. 1.47 MB.

### Altres

- Grup de Climatologia de la Universitat de Barcelona (grup d'investigació consolidat de la Generalitat de Catalunya, 2005SGR 01034) <http://www.ub.es/gc/menu.htm>  
Dades del WeMOi a resolució mensual: <http://www.ub.es/gc/English/wemo.htm>
- Grup de Recerca del Canvi Climàtic/ *Climate Change Research Group* (CCRG). Universitat Rovira i Virgili (Tarragona). Directores: Dr. López Bonillo i Dra. Brunet Índia  
<http://wwwa.urv.net/centres/Departaments/geografia/clima/index.htm>
- *Improved Understanding of Past Climatic Variability from Early Daily European Instrumental Sources* (IMPROVE), ENV4-CT97-0511, 1998-2000. Unió Europea. Investigador principal espanyol: Javier Martín-Vide.