



Rendiconti
Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL
Memorie di Scienze Fisiche e Naturali
120° (2002), Vol. XXVI, pp. 7-27

GIAMPIERO MARACCHI *

Cambiamenti climatici e impatto sul territorio **

INTRODUZIONE

La climatologia per buona parte del XX secolo si è limitata a registrare la distribuzione dei diversi climi sul pianeta assumendo criteri diversi fisici, biologici, economici, agricoli, per effettuare le suddivisioni in aree relativamente omogenee.

L'insieme di tali classificazioni costituisce la climatologia descrittiva che rappresenta una parte della geografia fisica. Ovviamente nel registrare le differenze, a partire dai dati registrati con gli strumenti a terra o sul mare, ci si interrogava sulle ragioni di tali differenze. L'interpretazione di tali differenze ha permesso di costruire una serie di modelli interpretativi della circolazione dell'atmosfera e degli oceani che è servita di base per la climatologia dinamica. D'altra parte basta ricordare che Hadley nel 1700 pose le basi di tali disciplina ipotizzando un modello di circolazione tridimensionale basato su grandi cellule convettive nella zona equatoriale che davano luogo nella fase discendente sia alla circolazione degli alisei sia alla circolazione dei venti da ovest. Tale schema ha trovato la sua verifica sperimentale più tardi integrandosi con ulteriori modelli come quello delle correnti a getto della fascia temperata. Le modifiche nella composizione dell'atmosfera dovute allo sviluppo industriale del XIX e XX secolo fondato su di un crescente aumento nell'uso di fonti di energia non rinnovabili come il carbone e il petrolio ed alle conseguenti immissioni di gas nell'atmosfera hanno condotto gli scienziati ad interrogarsi sugli effetti di queste alterazioni.

Nel 1980 l'Organizzazione Meteorologica Mondiale organizzò a Ginevra la Prima Conferenza Mondiale sul Clima, nel corso della quale emersero le prime preoccupazioni basate su alcune considerazioni relative al bilancio energetico terre-

* Socio dell'Accademia. Istituto di Biometeorologia, Piazzale delle Cascine 18, 50144 Firenze.
E-mail: maracchi@ibinet.cnr.it

** Prolusione per l'inaugurazione del 220° Anno Accademico. Roma, 16 aprile 2002. «Sala Igea» dell'Istituto dell'Enciclopedia Italiana, Piazza dell'Enciclopedia Italiana 4, Roma.

Alcune date storiche sulla ricerca sul Global Change:

- **1980** 1° Conferenza Climatica Mondiale
- **1981** 1° Programma Europeo sul Clima
- **1985** Convenzione di Montreal sulla Riduzione dei CFC
- **1990** 2° Conferenza Climatica Mondiale OMM
- **1992** Conferenza delle Nazioni Unite sull'Ambiente su Clima, Foreste, Biodiversità e Desertificazione
- **1997** V° Programma Quadro UE
- **1998** Protocollo di Kyoto
- **2000** Conferenza di Bonn
- **2001** Conferenza di Marrakesh

stre sui possibili effetti della modifica dell'atmosfera sul clima del pianeta. Da allora le ricerche in merito sono state intensificate e differenziate sia attraverso un impegno modellistico sia attraverso campagne di misura mirate sui vari ecosistemi per meglio comprendere le diverse componenti del sistema e le loro interrelazioni. L'Unione Europea è stata la maggiore fonte di risorse per l'attività di ricerca su tali temi attraverso i Programmi Quadro che si sono succeduti a partire dai primi anni ottanta fino a oggi (VI Programma Quadro). A livello internazionale l'ICSU (International Council for Scientific Unions), ha promosso programmi coordinati come l'IGBP (International Geosphere Biosphere Program), che hanno rinforzato le collaborazioni internazionali creando sinergie anche disciplinari assai importanti. Nel 1990 l'Organizzazione Meteorologica Mondiale promosse la seconda Conferenza mondiale sul Clima per fare il punto sulle attività scientifiche svolte nel passato decennio, i cui risultati vennero presentati nel 1992 alla Conferenza sulla Stato dell'Ambiente di Rio de Janeiro organizzata dalle N.U. Da allora attraverso la sigla da parte della maggior parte dei Governi aderenti alle N.U. delle Convenzioni sul Clima, sulla Biodiversità, sulle Foreste e sulla Desertificazione, questi temi sono divenuti oggetto dell'agenda politica internazionale. Peraltro non è un caso che mentre si discutono le misure da prendere per evitare o per contenere catastrofi ecologiche a scala globale, nello stesso tempo si discute sempre più frequentemente della globalizzazione della economia che vede cambiare sostanzialmente i metodi di produzione e di scambio con impatti spesso difficilmente immaginabili sui comportamenti, sulla cultura, sulla economia sia dei paesi poveri come dei paesi ricchi.

Le iniziative internazionali di ricerca hanno coinciso con una maggior capacità di osservare e misurare i fenomeni naturali dovuta ai satelliti per le osservazioni terrestri, con la possibilità di elaborare velocemente grandi masse di dati e nell'ultimo

decennio con la possibilità di scambiare con facilità i dati stessi attraverso gli strumenti messi a disposizione da Internet. L'impegno di alcuni paesi, in primo luogo degli Stati Uniti nel raccogliere, organizzare, controllare i dati di routine e quelli derivanti da campagne di misura internazionali permettono oggi di effettuare ricerche di climatologia dinamica che solo alcuni anni fa sembravano impossibili.

È utilizzando tali mezzi che ci è possibile effettuare una sintesi delle acquisizioni più recenti sui cambiamenti climatici. Il criterio che abbiamo adottato si basa sulla identificazione di segnali climatici macroscopici nella serie dei dati disponibili, correlando tali segnali ai modelli esplicativi della climatologia della circolazione generale e dei suoi effetti regionali e locali.

I SEGNALI CLIMATICI A SCALA GLOBALE

Il sistema climatico terrestre è regolato dal bilancio annuo della radiazione solare e della radiazione emessa dalla terra, cioè dalla radiazione netta, dalla distribuzione della radiazione solare nel percorso che compie fra i solstizi, dalla distribuzione spaziale delle terre emerse e dei mari. Il bilancio della radiazione è eccedentario nella fascia intertropicale e deficitario nelle zone temperate e polari (Fig. 1).

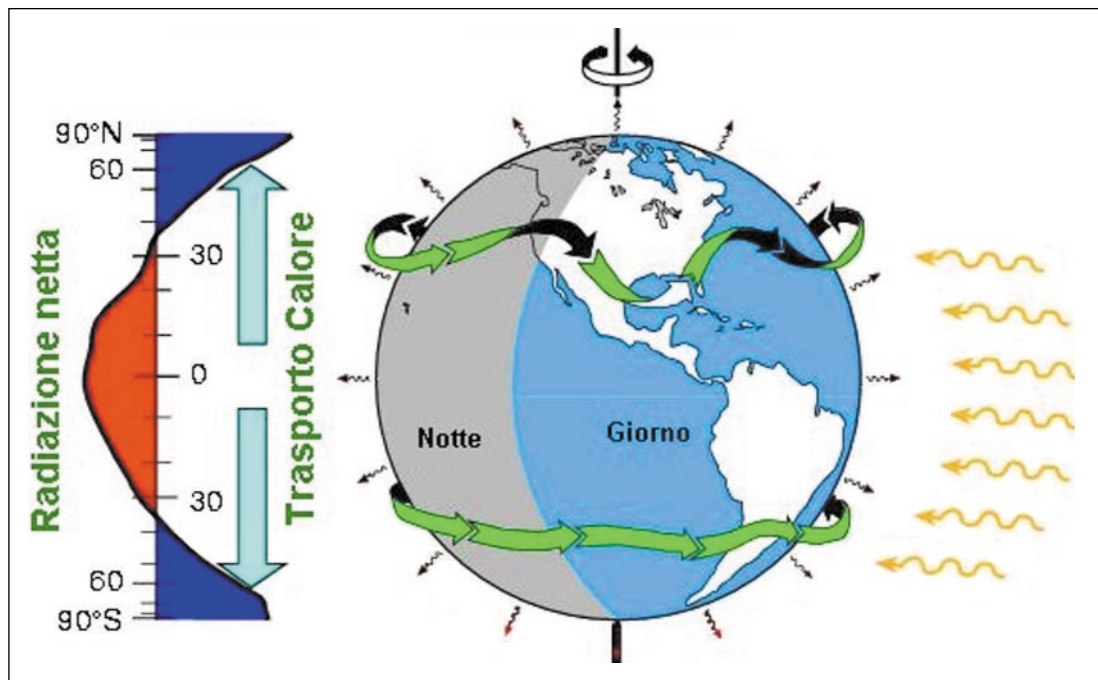


Fig. 1. Schema generale del bilancio radiativo terrestre.

Il trasporto di calore attraverso la circolazione atmosferica e quella oceanica dalla zona intertropicale a quelle temperate e polari è il motore della circolazione generale dell'atmosfera rappresentato da un sistema tridimensionale di celle che trasportano il calore dall'equatore verso nord e verso sud (Fig. 2) e dalla circolazione degli oceani (Fig. 3).

La modifica nella composizione dell'atmosfera causata dall'immissione di gas che trattengono la radiazione terrestre, comporta una variazione dei termini del bilancio radiativo con conseguenze sulla quantità di energia disponibile nella fascia intertropicale. L'effetto più evidente di tale fenomeno è lo spostamento del punto

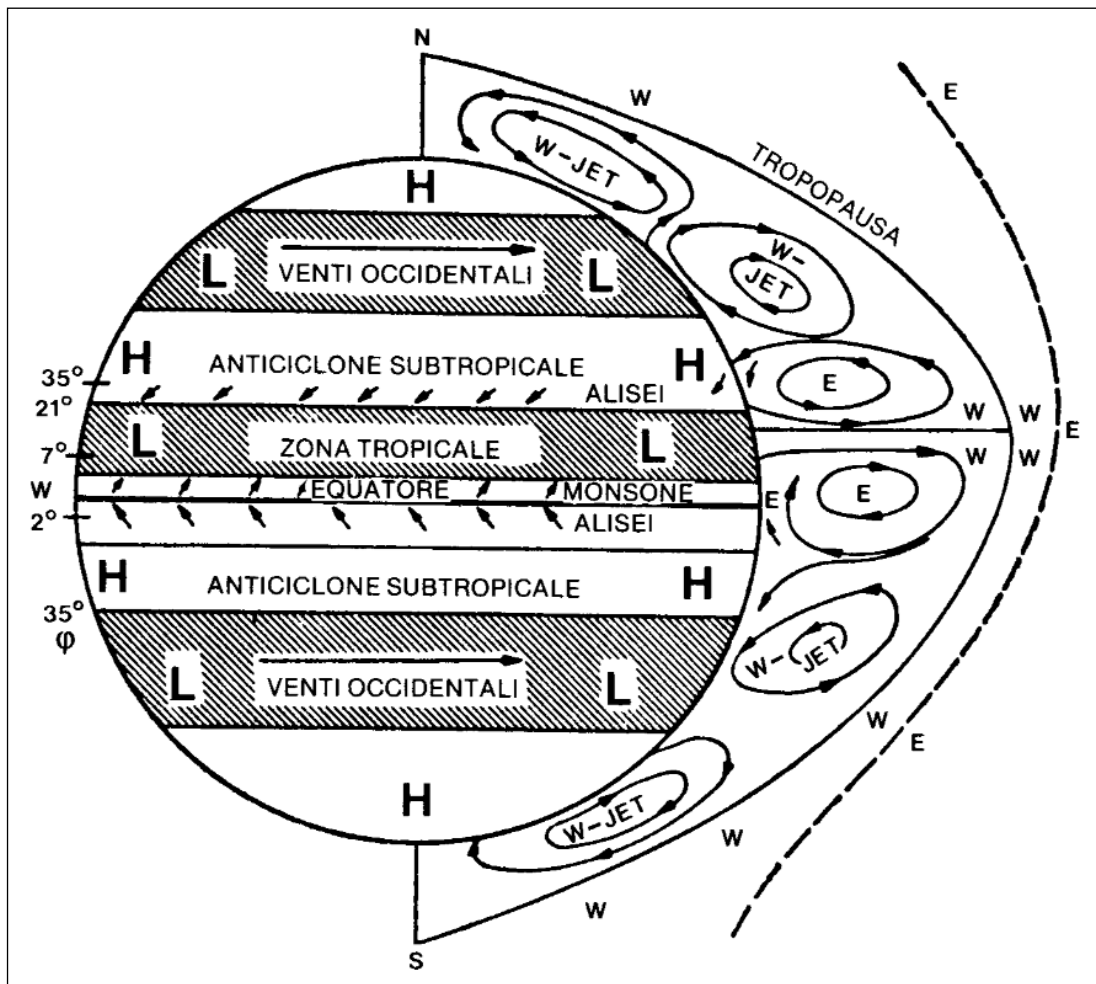


Fig. 2. Schema della circolazione generale dell'atmosfera.

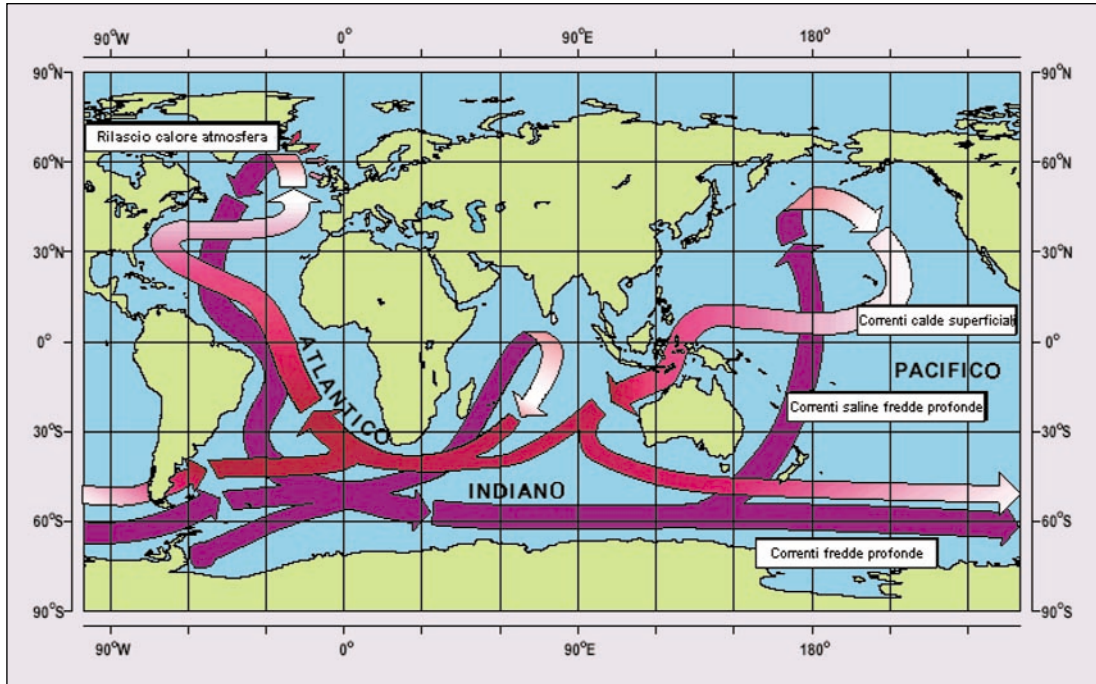


Fig. 3. Schema della circolazione profonda delle correnti oceaniche.

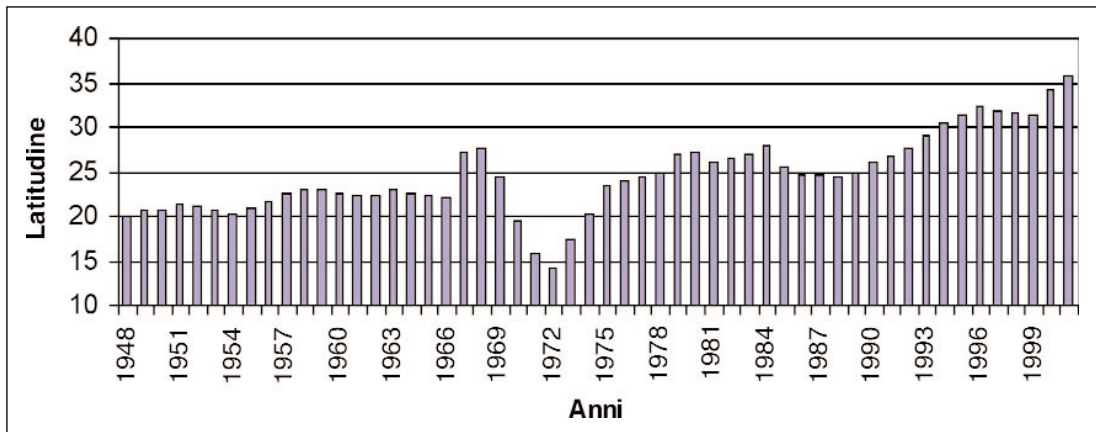


Fig. 4. Serie annuale della latitudine del punto di equilibrio radiativo medio nell'emisfero Nord.

Dati: Reanalisi NCAR-NCEP.

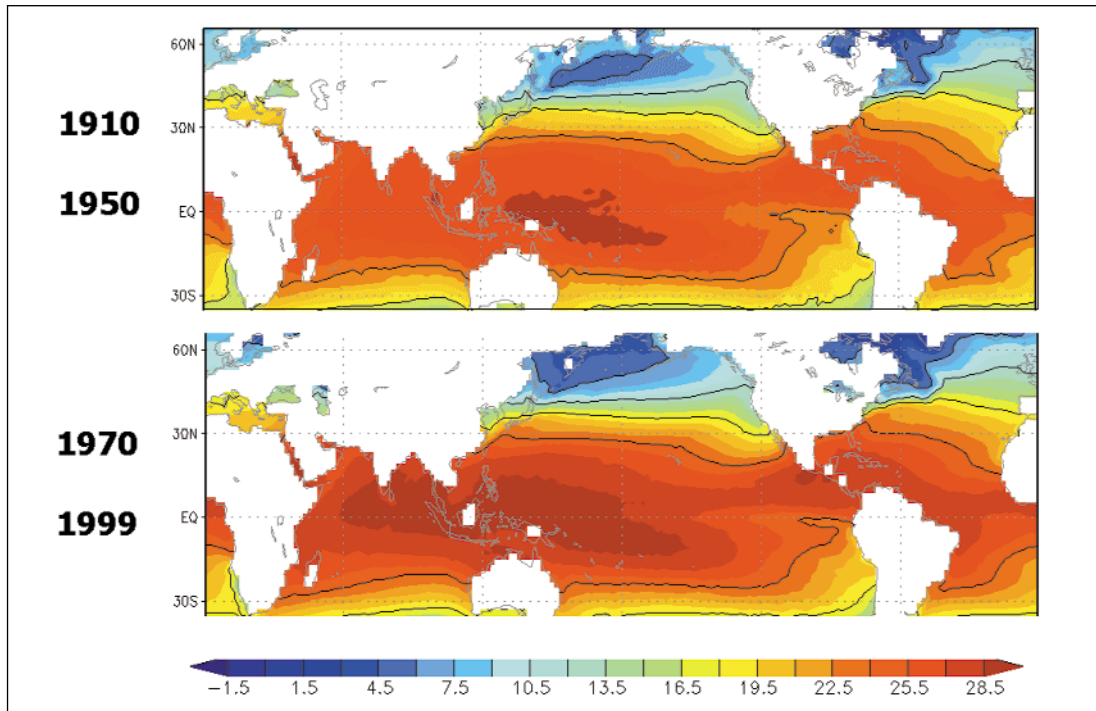


Fig. 5. Temperatura media del mare dell'Oceano pacifico 1910-1950 / 1970-1999.

Fonte: NCAR-NCEP.

di equilibrio del bilancio (Radiazione netta = 0) tra radiazione solare e radiazione terrestre (Fig. 4).

Lo spostamento del punto di equilibrio radiativo è causato da un aumento della temperatura del mare della fascia intertropicale come evidenziato dalle Fig. 5.

Il sistema climatico può essere rappresentato come un sistema in cascata formato da una serie di sottoinsiemi a scala spaziale e temporale sempre più piccola. Il sole nel suo percorso annuo fra i tropici rappresenta il motore di tutti i fenomeni ed è responsabile dei valori medi mensili dei parametri climatici. La variabilità interannuale di tali parametri che si sovrappone ai valori medi per dare i valori dei singoli anni è determinata da una serie di fenomeni a scala regionale e locale che modulano il valore medio.

I SEGNALI ALLA SCALA REGIONALE

Le condizioni dell'Atlantico, del Pacifico e dell'Oceano Indiano, che rappresentano sorgenti di calore e di vapor acqueo per le masse d'aria che l'attraversano, sono collegate da una parte nella zona intertropicale al regime delle precipitazioni, che segue il percorso della zona intertropicale di convergenza degli alisei mentre alle latitudini delle zone temperate modulano la circolazione dei venti occidentali, la distribuzione delle zone di alta e bassa pressione e il percorso delle perturbazioni responsabili dei fenomeni del tempo atmosferico.

L'effetto della circolazione atmosferica e della circolazione degli oceani si evidenzia con costanti di tempo assai differenziate dovute alla diversa inerzia dei due sistemi, dell'ordine dei giorni la prima dell'ordine dei mesi la seconda.

L'aumento della temperatura del mare evidenziato dalle immagini precedenti altera tali meccanismi e si riflette a livello regionale sui parametri meteorologici precipitazioni, temperatura e regime dei venti.

Ciò è evidenziato dalla latitudine dei principali centri di azione climatica come la Zona Tropicale di Interconvergenza, la Depressione di Islanda, la regione delle alte pressioni delle Azzorre, la Zona delle alte pressioni subtropicali atlantiche, l'oceano indiano orientale e la distribuzione longitudinale delle pressioni nella fascia tropicale del Pacifico. La zona delle alte pressioni delle Azzorre risulta infatti essersi spostata nel periodo aprile-agosto di circa 300 Km verso Nord negli ultimi 100 anni, la depressione di Islanda di 300 Km/100 anni verso nord in giugno e di 500 Km verso Sud in Dicembre/Gennaio e la Zona di Convergenza Intertropicale verso sud in tutti i mesi dell'anno.

Per evidenziare sinteticamente tali fenomeni sono stati adottati una serie di indici calcolati in base alla differenza di pressione fra due aree geografiche definite come centri di azione climatica. Tale tecnica prende il nome di teleconnessione, stando ad indicare che le condizioni climatiche in alcune aree del pianeta dipendono da quelle in altre aree anche relativamente distanti. I più rilevanti di tali indici possono essere riassunti nel N.A.O. (North Atlantic Oscillation) che rappresenta il valore dell'anomalia della differenza di pressione fra le Azzorre ed il Mar d'Islanda, il S.O.I. (Southern Oscillation Index), più noto come ENSO (El Nino Southern Oscillation), che rappresenta la differenza di pressione fra Tahiti e Darwin, e l'A.O. (Arctic Oscillation), che è la differenza di pressione fra due quote del profilo verticale dell'atmosfera sulla zona artica. A questi indici che rappresentano a grande scala i comportamenti dell'atmosfera si aggiungono una serie di altri indici che hanno un valore regionale come ad esempio l'Oscillazione Mediterranea calcolata come la differenza di pressione fra Tunisi ed il Cairo. Negli ultimi venti anni ed in particolare nell'ultimo decennio i valori di tali indici hanno subito una evidente alterazione o in termini di valori massimi o in termini di sequenze consecutive, così il SOI (Southern Oscillation Index), il NAO (North Atlantic Oscillation), e l'AO (Arctic Oscillation) come nelle figure 6-9.

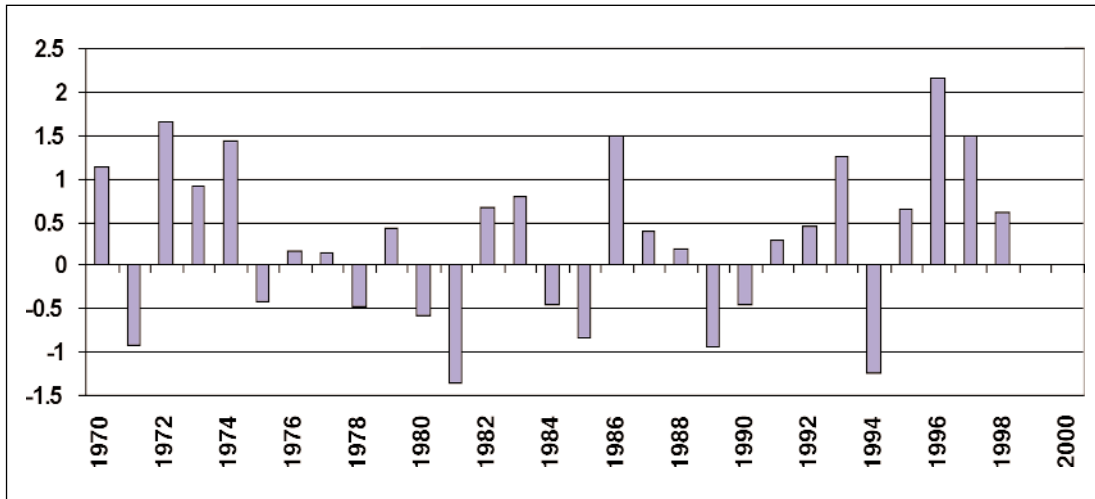


Fig. 6. Serie annuale Southern Oscillation Index 1970-2000.

Fonte: JSIAO.

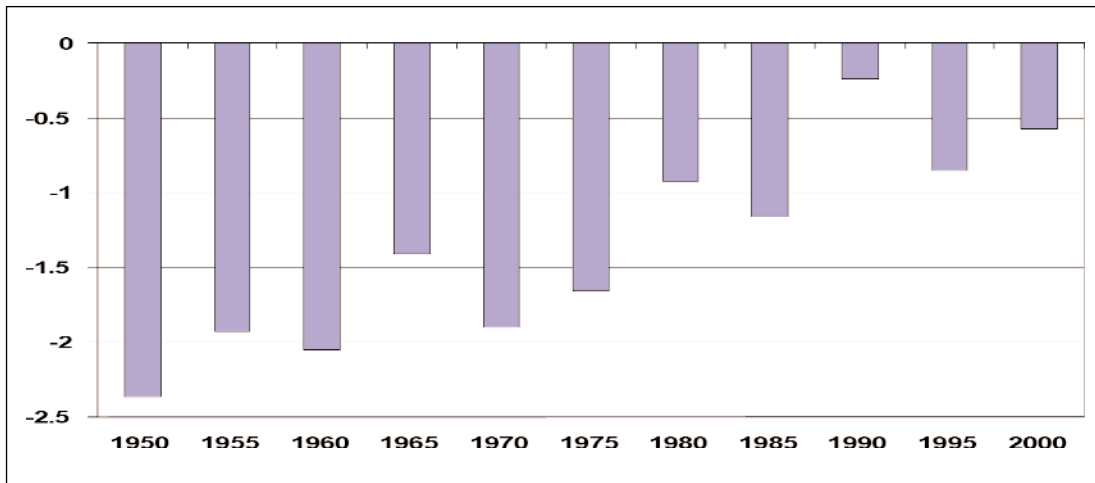


Fig. 7. Serie decennale dell'Oscillazione Mediterranea media.

Fonte: Reanalisi NCEP-NCAR.

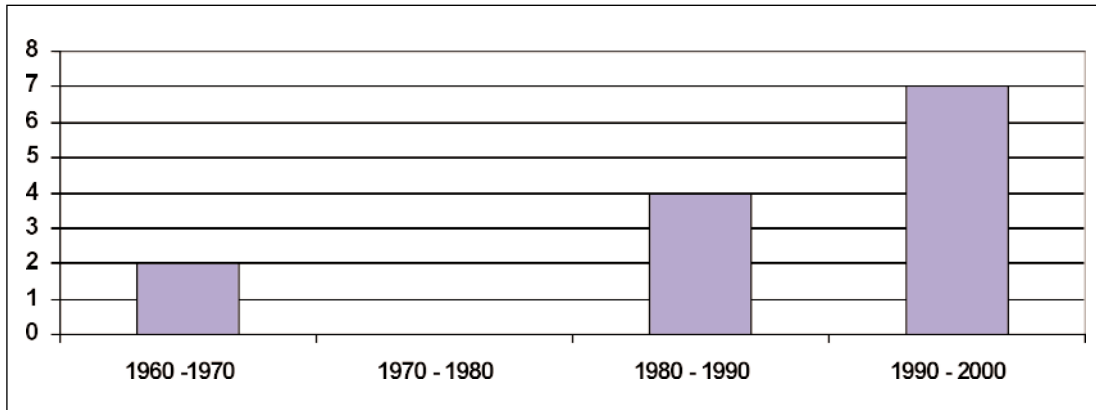


Fig. 8. Distribuzioni decadale di mesi con indice NAO (North Atlantic Oscillation) mensile superiore a 2.

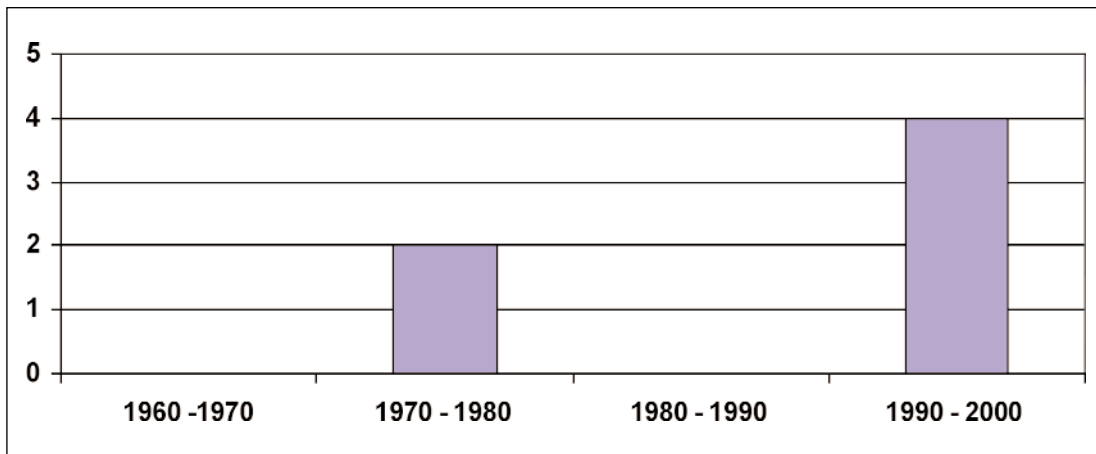


Fig. 9. Distribuzioni decadale di mesi con indice AO (Arctic Oscillation) mensile superiore a 2.

I SEGNALI A SCALA LOCALE

La modifica negli indici di teleconnessione evidenziato anche da un primo sintetico esame delle serie storiche è accompagnato da fenomeni di una certa rilevanza a scala delle singole aree. Ad esempio l'aumento della temperatura del mare della fascia tropicale dell'Atlantico è accompagnato da uno spostamento dell'ITCZ, che comporta a sua volta una diminuzione rilevante delle precipitazioni nella fascia Saheliana ed anche in quella immediatamente a sud verso il golfo di Guinea (Fig. 10).

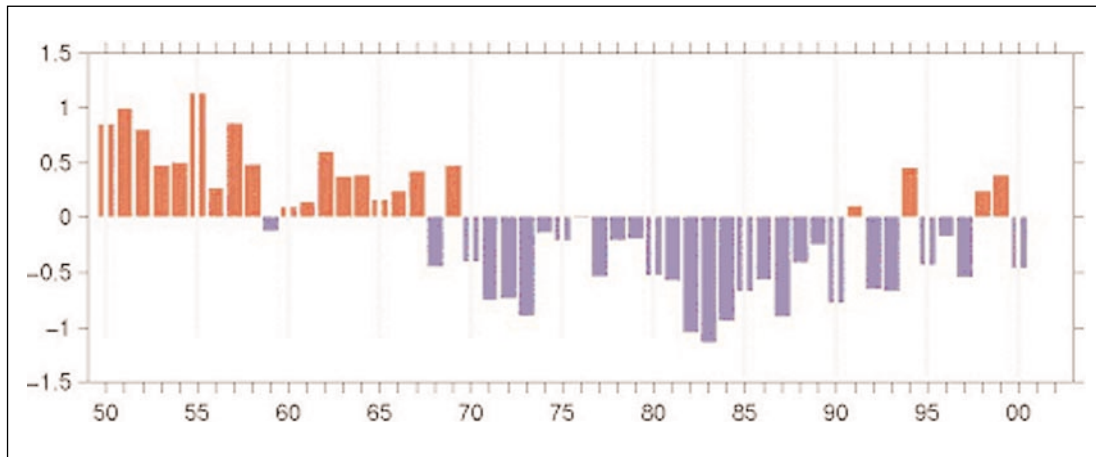


Fig. 10. Piovosità periodo Giugno-Ottobre in area saheliana 1950-2000 (Anomalie%).

Fonte: JSIAO.

I valori negativi di ENSO invece si associano ad una modifica sostanziale delle precipitazioni nell'area indonesiana, nel nordest del Brasile e a fenomeni intensi di siccità nel nord del continente americano (Ropelewski C.F. and M.S. Halpert, 1986, 1987) come si può vedere anche dalla figura 11 che riassume la localizzazione degli episodi siccitosi durante l'episodio del Nino del 1982.

Nella tabella seguente sono indicati gli impatti in termini di correlazione del NAO con alcuni parametri climatici relativi alla scala locale italiana con una particolare attenzione all'area Toscana.

Dalla tabella si rileva che i parametri che sono maggiormente influenzati sono soprattutto quelli legati alle precipitazioni.

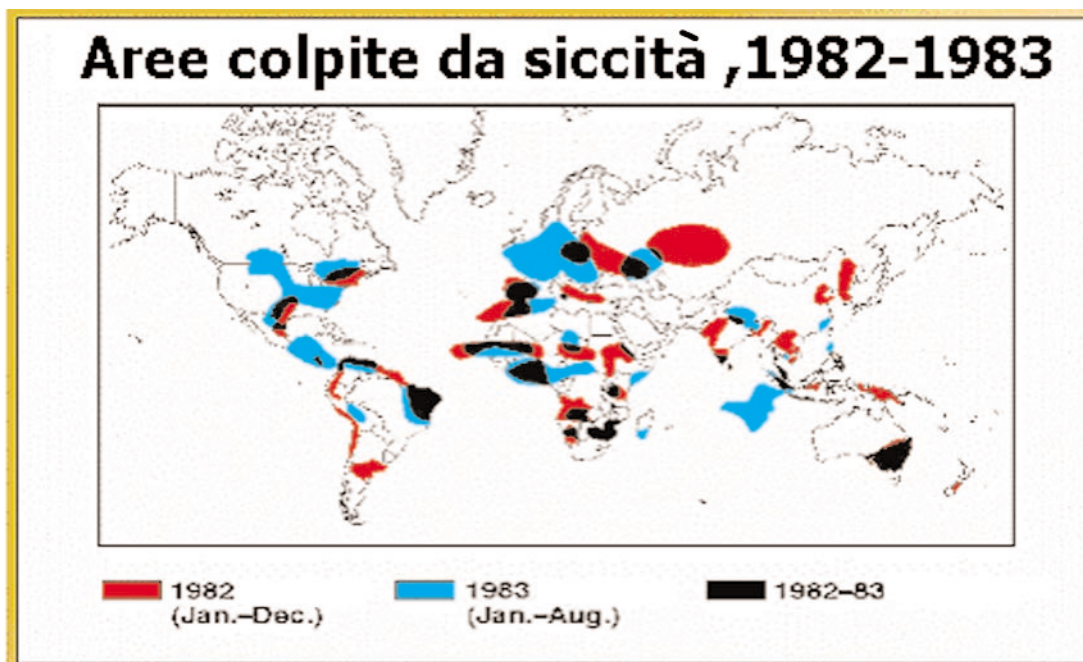


Fig. 11. Aree colpite da eventi siccitosi durante di El-Niño intenso 1982-1983.
Fonte: National Drough Mitigation Center.

Tabella correlazione N.A.O. (North Atlantic Oscillation)
Parametri climatici Italia Centrale - Toscana

<u>Pioggia media</u>	-0,405*
<u>Giorni piovosi</u>	-0,469*
<u>Sequenza arida media</u>	0,394*
<u>Massima sequenza arida</u>	0,298*
<u>Giorni classificati coperti</u>	
invernali	-0,166*
primaverili	0,232*
<u>Pressione</u>	0,554

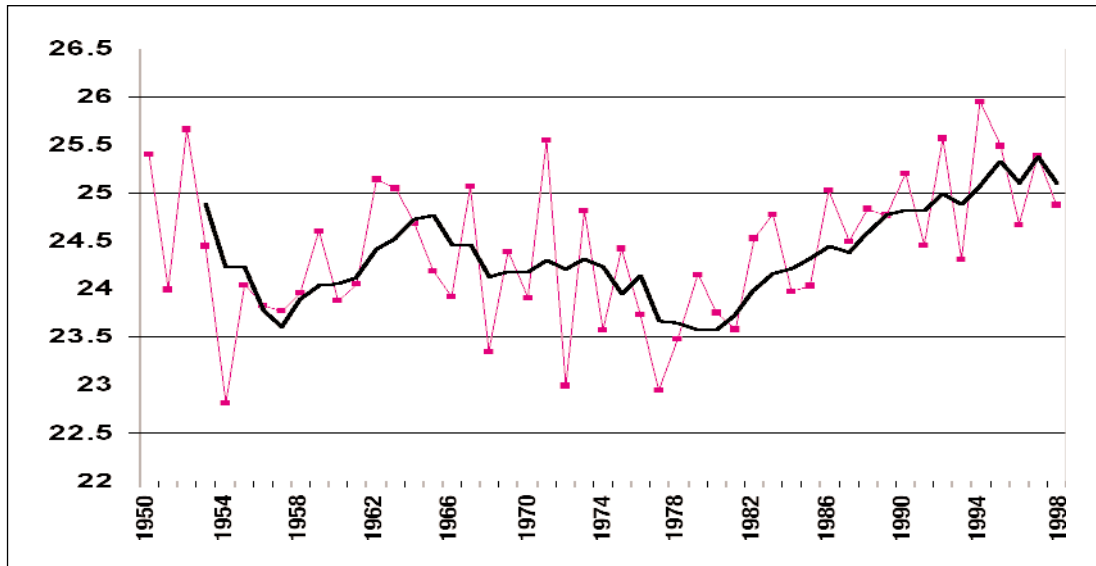


Fig. 12. Temperatura superficiale estiva del Mar Tirreno 1950-1998.

Fonte: NCAR-NCEP.

IL SEGNALI NEL MEDITERRANEO

La temperatura del Mediterraneo mostra una crescita considerevole nell'ultimo decennio in particolare nei mesi estivi (Fig. 12).

Tale crescita in combinazione con le caratteristiche delle perturbazioni in arrivo dall'Atlantico, sta modificando il regime delle piogge in autunno e nella tarda primavera nelle aree che per la configurazione morfologica e la prossimità al mare sono più soggette a tale fenomeno (Gozzini *et al.*, 1998; Meneguzzo *et al.*, 1998). Laddove infatti questi rilievi si trovino come in Liguria e nella parte settentrionale della Toscana rilievi – le alpi liguri e le alpi apuane – prospicienti il mare, le masse d'aria calde ed umide provenienti dalla circolazione atlantica trovando ulteriore energia sul loro cammino, ed essendo costrette ad innalzarsi per l'ostacolo creato dall'orografia, condensano provocando precipitazioni di grande intensità, come è stato osservato nell'episodio avvenuto in Toscana il 19 Giugno 1996 (Gozzini *et al.*, 1998).

Questo fenomeno che aveva luogo anche nella climatologia del passato come si può riscontrare dalla storia della sistemazione del territorio effettuato anche in epoche relativamente distanti dal presente, si è accentuato in termini di valori assoluti e di frequenza nelle aree sensibili (Fig. 13). Tale caratteristica degli eventi piovosi determina un incremento sensibile degli eventi alluvionali improvvisi e relativi ad aree relativamente omogenee. La frequenza infatti di tali eventi è praticamente più che

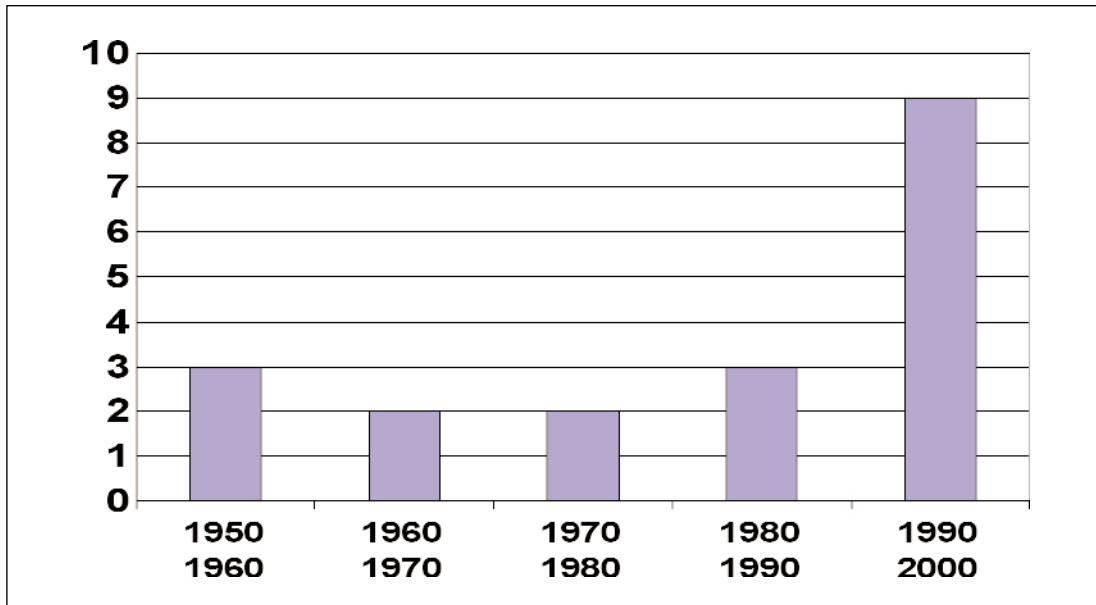


Fig. 13. Numero eventi alluvionali in Italia.

Fonte: ANSA.

raddoppiata negli ultimi dieci anni rispetto ai cento anni precedenti con un aggravio dei costi annui per l'Italia che si stimano aggirarsi intorno ai 3000/3500 Meuro.

Fenomeni della stessa origine anche se con caratteristiche meteorologiche diverse si verificano anche nel resto d'Europa in questo caso con eventi territorialmente molto più ampi e con l'effetto dei venti fortissimi sulle coste.

I dati delle maggiori compagnie di assicurazione come la Munich Re e la Sorema Re mettono in evidenza come il decennio che prende inizio alla fine degli anni ottanta sia caratterizzato in tutta Europa da tali fenomeni peraltro riscontrabili anche in altri paesi come il Canada (Fig. 14-15-16).

La modifica del regime delle precipitazioni nella primavera e nell'autunno non è il solo segnale climatico riscontrabile, durante l'inverno infatti si assiste per quanto riguarda il bacino del mediterraneo ad un intensificarsi del fenomeno della aridità invernale con una drastica riduzione del numero dei giorni piovosi (Fig. 17).

Tale fenomeno è strettamente correlato ai valori invernali positivi del NAO la cui persistenza caratterizza il decennio. La conseguenza di tale fenomeno è l'accrescersi del problema delle risorse idriche aggravato anche dalle piogge primaverili che per la loro intensità superiore alla velocità di infiltrazione dei terreni, non permettono una buona ricarica delle falde. L'insieme di questi fenomeni aggrava il pro-

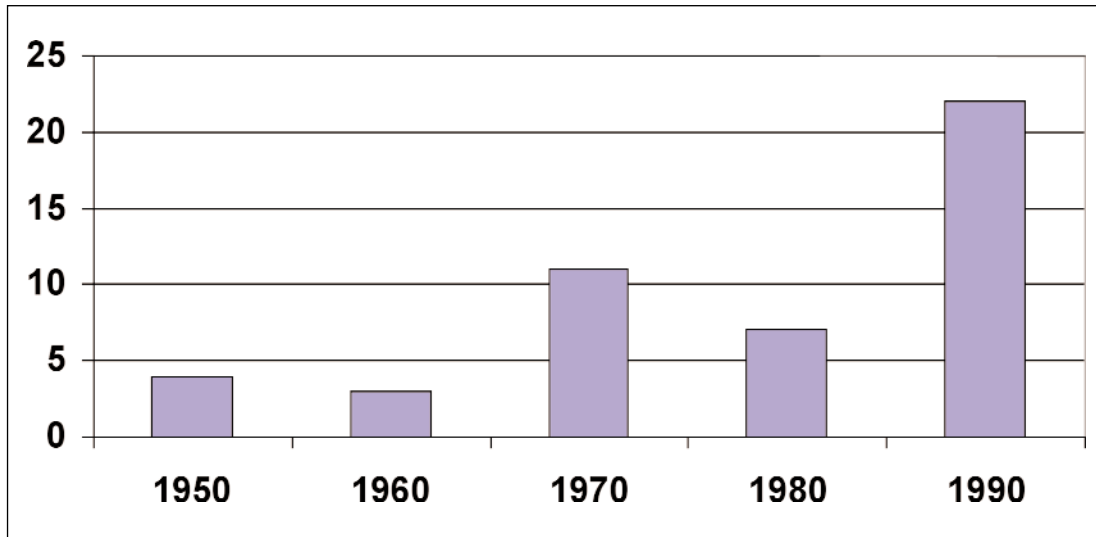


Fig. 14. Numero eventi alluvionali in Europa.

Fonte: Munich Reinsurance.

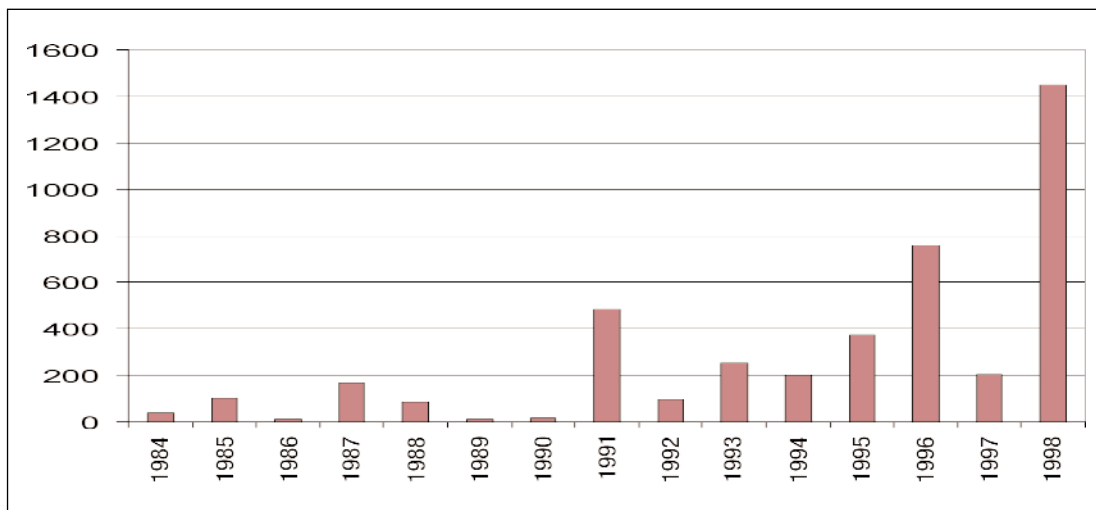


Fig. 15. Valore delle perdite dei beni assicurati in Canada in milioni di dollari 1984-1998.

Fonte: Sorema Reinsurance.

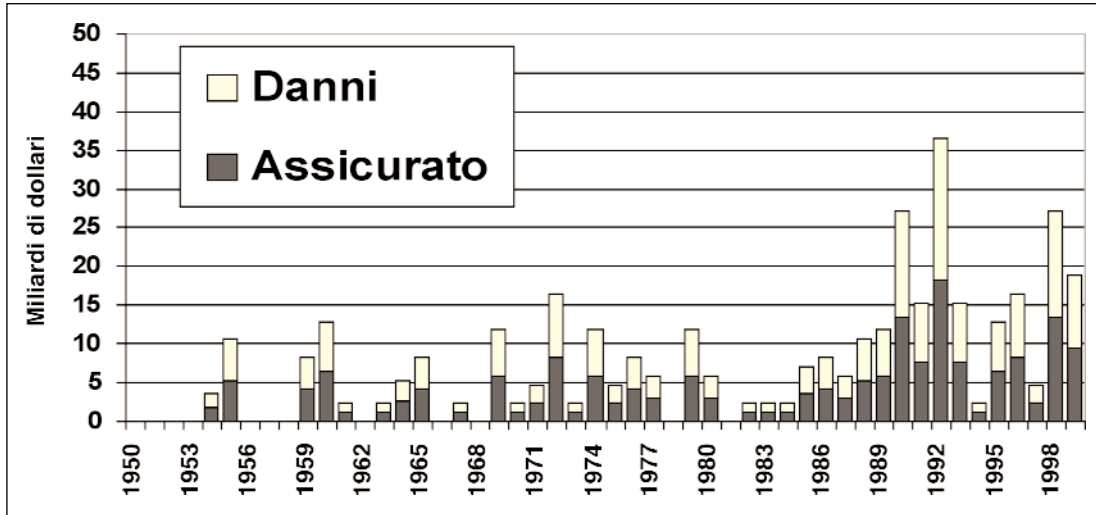


Fig. 16. Danni da eventi meteo e valore assicurato in Europa (1950-1999).

Fonte: Acacia Report (Parry, 2000).

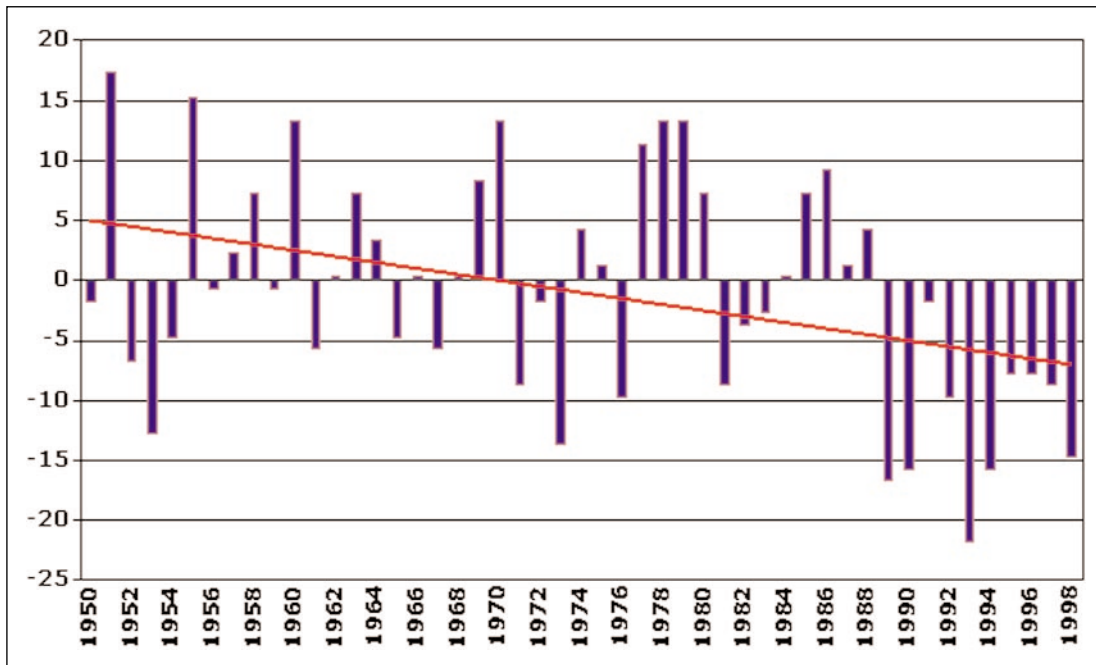


Fig. 17. Serie giorni piovosi invernali, Toscana, Italia (Anomalia % rispetto alla climatologia).

blema della gestione idrogeologica del territorio che anche nella situazione climatica del passato rappresentava comunque un problema di notevole ampiezza.

La modifica del regime delle piogge non è il solo fenomeno che si riscontra anche i regimi termici stagionali mostrano significativi trends.

L'arrivo della primavera biologica tende ad essere anticipato. Il comportamento infatti della vegetazione (Menzel, 2000) e degli uccelli migratori (Sparks, 1998, 2001) è il segnale più evidente di questo fenomeno (Fig. 18-19-20-21) e cor-

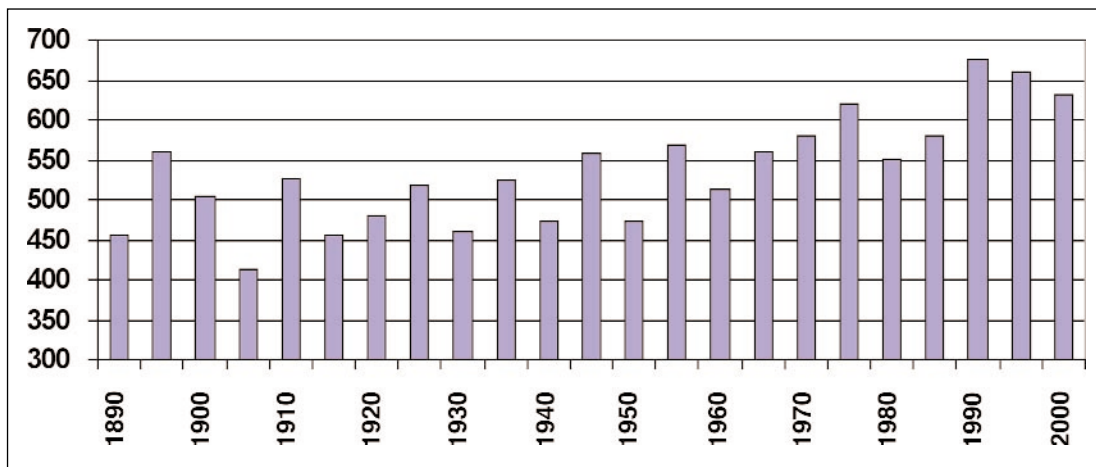


Fig. 18. Sommatoria termica 5 gradi in Toscana, Italia (Novembre-Marzo).

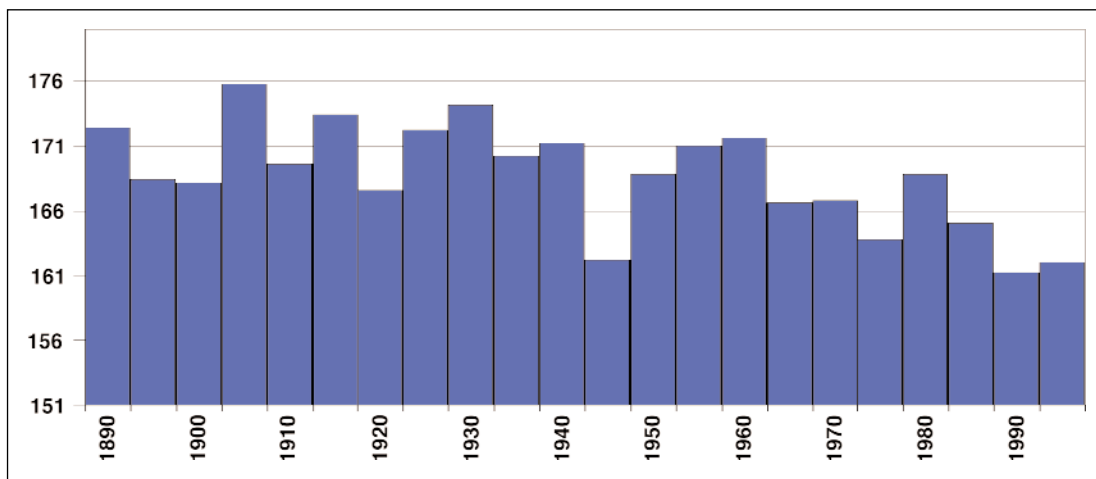


Fig. 19. Data di maturazione del grano tenero Toscana (Data in Giorno giuliano).

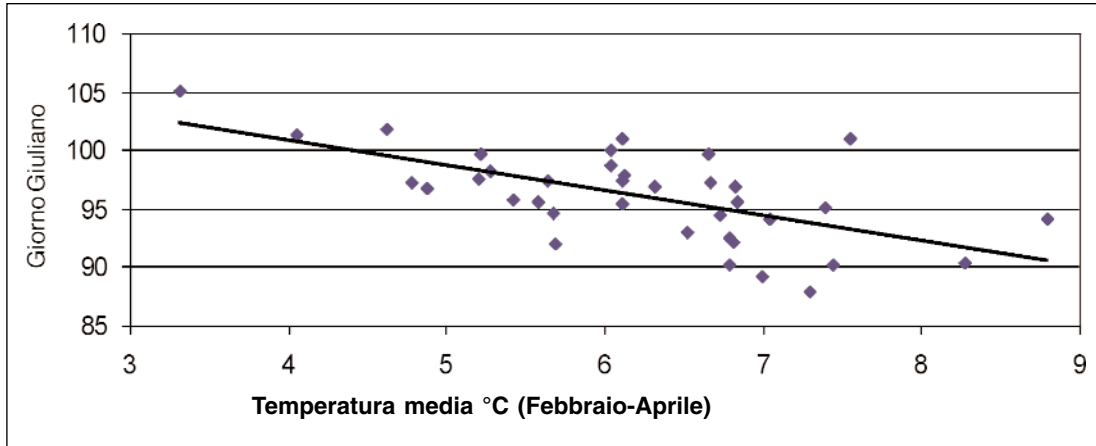


Fig. 20. Data dell'arrivo delle rondini in Inghilterra (Data in Giorno giuliano).
Fonte: European Phenology Network.

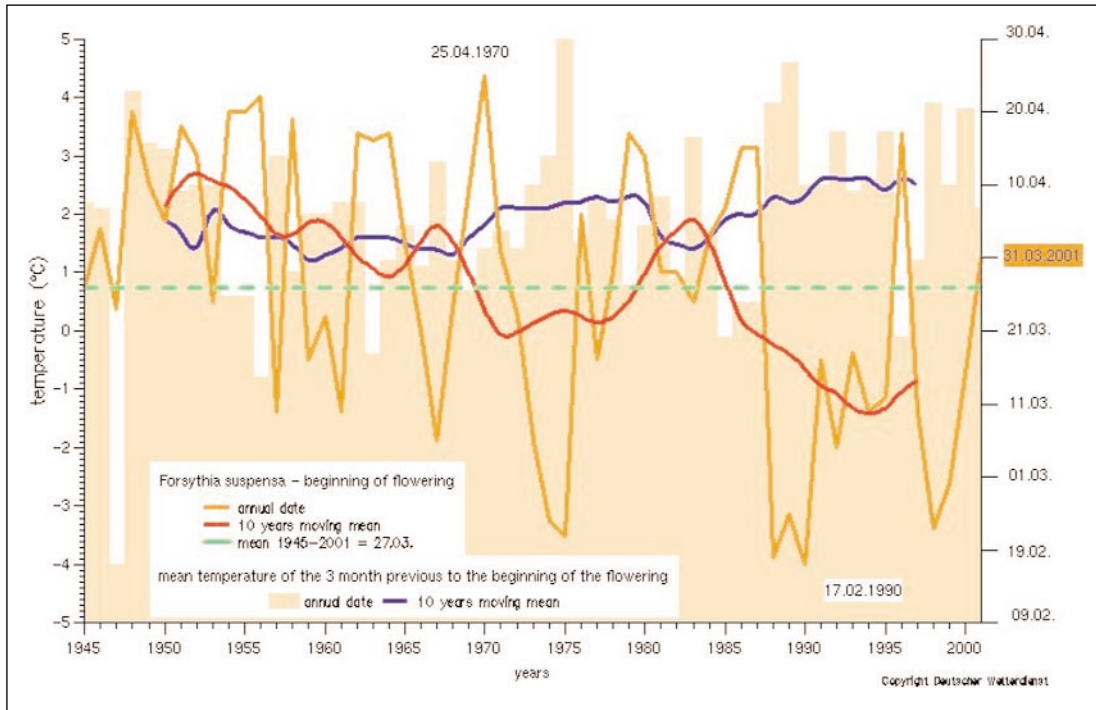


Fig. 21. Serie delle date di fioritura della Forsythia.
Fonte: EPN European Phenology Network (Bruns E.).

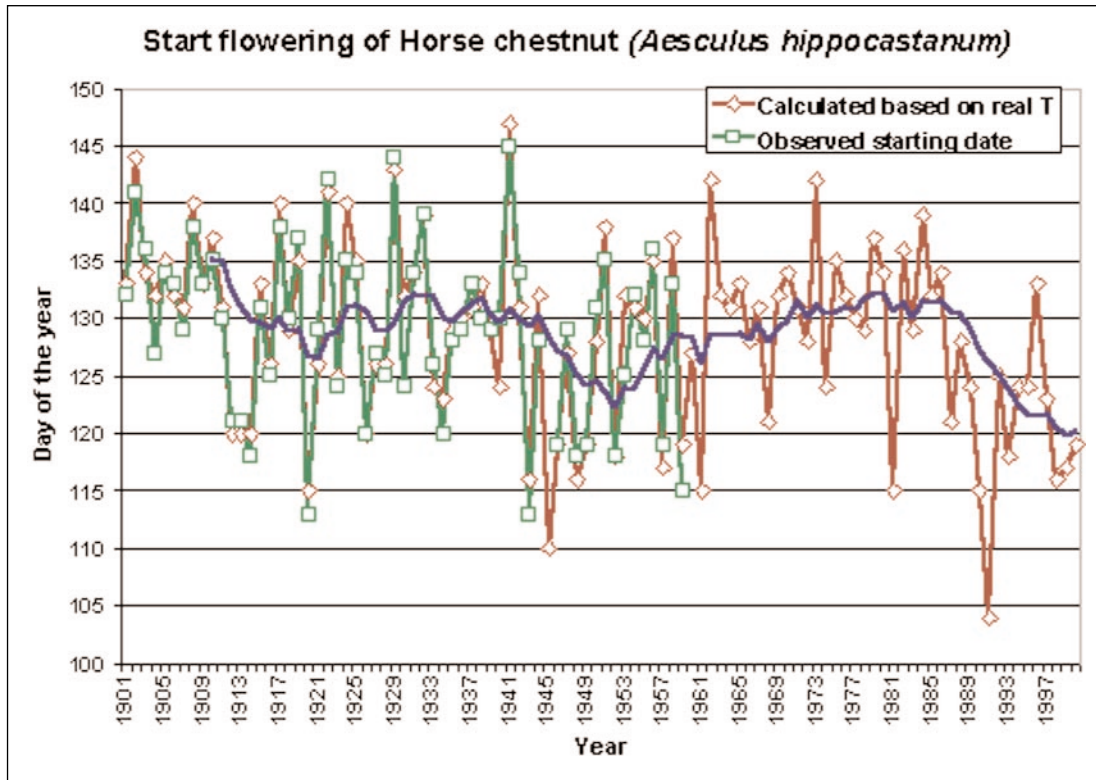


Fig. 22. Serie delle date di fioritura dell'Ippocastano (*Aesculus Hippocastanum*).

Fonte: EPN - European Phenology Network (Van Vliet A.).

risponde al trend delle sommatorie termiche calcolate dal 1 Novembre al 30 marzo (Fig. 22). Questa tendenza, se si accentuasse, potrebbe modificare in modo sostanziale l'agricoltura di qualità italiana quale quella relativa alla vite (Bindi *et al.*, 1996), all'olivo, agli alberi da frutta e agli ortaggi.

D'altra parte il regime termico tende a modificarsi anche nei mesi estivi con l'aumento del numero di giorni con temperature superiori a quelle soglie biologiche al di là delle quali possono insorgere fenomeni patologici per alcuni gruppi della popolazione come cardiopatici (McGregor, 2001) e asmatici (Fig. 23-24).

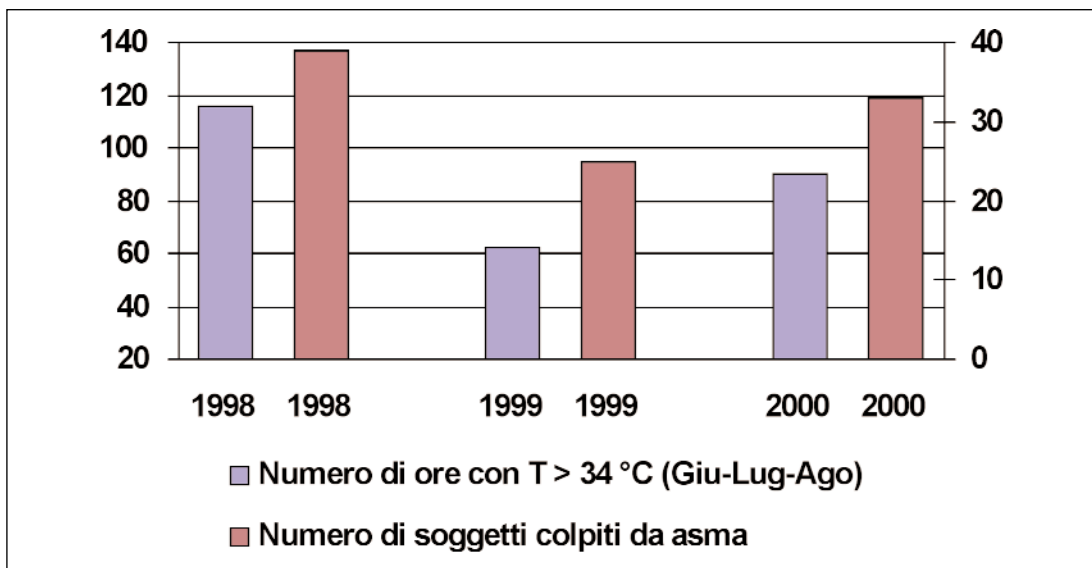


Fig. 23. Frequenze di ore di eccesso termici e ricoveri per asma in Firenze.

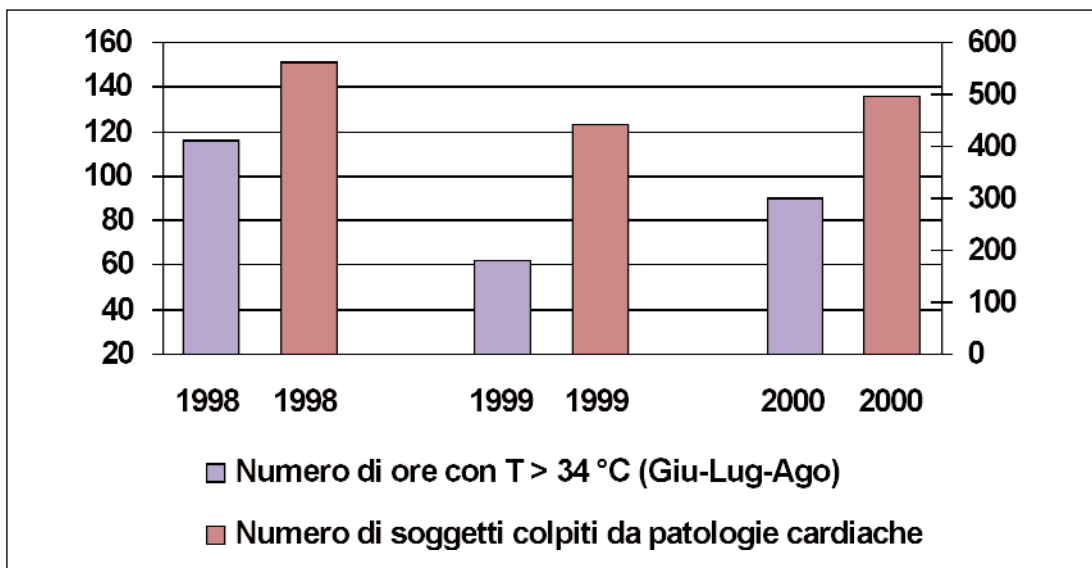


Fig. 24. Frequenze di ore di eccesso termici e ricoveri per infarto in Firenze.

CONCLUSIONI

I dati esposti e commentati mettono in evidenza come a partire dagli anni novanta i cambiamenti climatici previsti un decennio prima dai climatologi corrispondano ai segnali climatici che si riscontrano alle diverse scale spaziali e temporali. Ciò richiede un serio impegno per valutare gli interventi possibili per ricondurre il pianeta in una condizione di equilibrio energetico quale quella precedente alla industrializzazione spinta del pianeta. Interventi peraltro assai complessi ed articolati, dall'aumento della efficienza dei sistemi di produzione della energia a nuove tecnologie nei trasporti, dalla gestione consapevole del territorio alla modifica negli stili di vita, interventi che mettono comunque in discussione aspetti importanti della economia, della occupazione, dello sviluppo, dei rapporti fra paesi con economie di diverso livello. Le attività di negoziazione internazionale conseguenti alla convenzione sul clima, rappresentano certamente uno strumento indispensabile per affrontare il problema ma non sufficiente proprio in considerazione della complessità del sistema.

È necessario uno sforzo internazionale importante da parte di tutti gli attori coinvolti, governi, comunità scientifica, industriali pubblici e privati, mezzi di comunicazione, docenti di ogni ordine di scuola e perfino i responsabili della salvaguardia e della continuità storica dei valori etici come le comunità religiose.

Certamente fra i vari problemi quello di comprendere a fondo i processi che sono alla base di questi mutamenti e di costruire dei modelli alle varie scale che permettano una reale proiezione nel futuro dei fenomeni e delle conseguenze degli interventi rappresenta ancora un obiettivo da perseguire.

Da questo punto di vista in Italia è necessario un maggiore impegno su questi temi che non si risolve solo in termini di maggiori risorse da assegnare a questo settore ma anche di una maggiore organizzazione strutturale, di una concentrazione in istituzioni specializzate delle professionalità e delle risorse, di un adeguamento dei corsi universitari. L'Accademia delle Scienze può essere la sede dove questi temi vengono discussi e le opportune iniziative da prendere nelle sedi istituzionali siano promosse.

BIBLIOGRAFIA

- Bruns E. *Long-term observation (1945-1998) of Forsythia flowering in Hamburg, Germany*, German Weather Service, European Phenology Network, Website: Network, Website: <http://www.dow.wau.nl/msa/epn/>.
- Bindi M., Fibbi L., Gozzini B., Orlandini S., Miglietta F. (1996), Modelling the impact of climate scenarios on yield and yield variability of grapevine. *Climate Research*, 7, 213-224.
- Data Archive of Joint Institute for the study of the atmosphere and Ocean*, Website: http://tao.atmos.washington.edu/data_sets
- Gozzini B., Maracchi G., Meneguzzo F. (1998), Inquadramento meteorologico e modellazione matematica della precipitazione totale, in: *Alluvione in Versilia e Garfagnana*, ANPA-ARPAT, pp. 27-56.
- Gozzini B., Crisci A., Meneguzzo F., Grifoni D., Rossi M., Zipoli G. (1998), "Derivation of statistical relationship between central western Mediterranean sea surface temperature anomalies and climatic features in Tuscany (Italy) on a monthly basis", *Proceedings of 2nd European Conference on Applied Climatology*, Vienna, 19-23 ottobre 1998, CD-Rom no pages.
- Meneguzzo F., Grifoni D., Crisci A., Gozzini B., Maracchi G., Pagliara S. (1998), "Sea surface temperature anomalies and severe weather outbreaks in Tuscany (Italy). Evaluation of regional effects of climatic change on hydraulic design", *Proceedings of 2nd European Conference on Applied Climatology*, Vienna, 19-23 ottobre 1998, CD-Rom no pages.
- Menzel (2000), Trends in phenological phases in Europe between 1951 and 1996, *International Journal of Biometeorology*, 44, 76-81.
- National Drought Mitigation Center (2000), *Understanding Enso And Forecasting Drought*. Website: <http://enso.unl.edu/ndmc/enigma/elnino.htm>
- NCEP Reanalysis data, NOAA-CIRES Climate Diagnostics Center*, Boulder, Colorado, USA. Website: <http://www.cdc.noaa.gov>
- Sparks T.H., Braslavská O. (2001), The effects of temperature, altitude and latitude on the arrival and departure dates of the swallow *Hirundo rustica* in the Slovak Republic, *International Journal of Biometeorology*, 45, 212-216.
- Sparks T.H. (1999), Phenology and changing pattern of bird migration in Britain, *International Journal of Biometeorology*, 42, 134-138.
- McGregor G.R. (2001), The meteorological sensitivity of ischaemic heart disease mortality events in Birmingham, UK, *International Journal of Biometeorology*, 45, 133-142.
- Ropelewski C.F. and Halpert M.S. (1987), Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño-Southern Oscillation. *Monthly Weather Review*, 115, 1606-26.
- Ropelewski C.F. and Halpert M.S. (1986), North American precipitation and temperature patterns associated with the El Niño-Southern Oscillation (ENSO). *Monthly Weather Review*, 114, 2352-62.
- Parry M.L., Editor (2000), *Assesment of Potential Effects and Adaptations for Climate Change in Europe: The Europe Acacia Project*, Jacson Environment Istitute, University of East Anglia, Norwich, UK, 320 pp.
- Van Vliet A., *Start of flowering Horse chestnut (Aesculus hippocastanum) in Wageningen from 1901 to 2000*, Environmental Systems Analysis Group, Wageningen University, European Phenology Network, Website: <http://www.dow.wau.nl/msa/epn/>.