

CHE TEMPO FACEVA?

Variazioni del clima e conseguenze
sul popolamento umano.

Fonti, metodologie e prospettive

a cura di

Luca Bonardi

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati
possono consultare il nostro sito Internet: www.francoangeli.it e iscriversi nella home page
al servizio "Informatemi" per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità
o scrivere, inviando il loro indirizzo a: "FrancoAngeli, viale Monza 106, 20127 Milano"

Geographisches Institut
Uni Bern, Bibliothek
MK 663

BIB04/g

FrancoAngeli

A-3164613

I cambiamenti climatici nella storia dell'Europa. Sviluppi e potenzialità della climatologia storica.

di Christian Pfister¹

Linee di ricerca e strategie

Negli ultimi dieci anni le nostre conoscenze in merito alle fluttuazioni e alle variazioni del clima europeo e globale dello scorso secolo si sono significativamente ampliate. Quanto poteva essere considerato azzardato nel 1990 oggi è divenuto, o sta per divenire, parte integrante del panorama della ricerca. I risultati vengono però pubblicati prevalentemente su riviste scientifiche e trovano di norma scarsa considerazione dalle scienze storiche. Obiettivo del presente articolo è ricomporre ciò che costituisce lo stato dell'arte nel campo della ricostruzione climatologica degli ultimi mille anni in Europa nonché formulare alcune ipotesi e suggerire linee di ricerca i cui risultati possano essere sfruttati in quest'ottica allargata.

La climatologia storica costituisce un'interfaccia tra la climatologia e la storia dell'ambiente². Il suo compito è di ricostruire l'andamento del clima e dei parametri climatici (temperatura, precipitazioni) e la situazione meteorologica generale nei periodi precedenti all'installazione di reti statali di rilevamento, di indagare la capacità di resistenza delle società alle variazioni climatiche e alle catastrofi naturali e di approfondire le modalità di percezione sociale dei fenomeni climatici³. Oltre alle scienze storiche, la ricostruzione delle

1. Istituto di Storia, Università di Berna (CH).

2. Sulla storia dell'ambiente vedi: Verena Winiwarter, *Was ist Umweltgeschichte?*, Vienna 1988 (IFF, Soziale Oekologie, vol. 54). Nel 2000 è stata fondata la European Society for Environmental History (ESEH). V. <http://www.eseh.org/> (28.6.2000).

3. Rudolf Brázdil, *Historical climatology – definition, data, methods, results*, in: *Geografický časopis* 52 (2000), 99-121. Pubblicazioni significative: Astrid E. J. Ogilvie, *The past climate and sea-ice record from Iceland*, in: *Climatic Change* 6 (1984), 131-152; Christian Pfister, *Das Klima der Schweiz von 1525 bis 1863 und seine Bedeutung in der Geschichte von Bevölkerung und Landwirtschaft*, 2 Bde., Bern 1984; Pierre Alexandre, *Le climat en Europe au Moyen Age*.

condizioni climatiche richiede una sintesi di varie discipline delle scienze naturali, con le quali la storia si trova in cooperazione ed allo stesso tempo in competizione. Alla climatologia storica compete la metodologia di analisi dei dati di origine antropica; presenta comunque ampi margini di sovrapposizione con la geografia storica della quale costituisce una branca indipendente⁴.

Nella prima parte di questa trattazione si intende riassumere le linee di ricerca⁵. Nella seconda parte vengono citati dati e metodi utilizzati per la ricostruzione climatica. Nella terza parte vengono presentati cenni e risultati della ricerca storica sugli effetti del clima.

Discussione scientifica

Ogni società assegna significati filosofici e mitologici all'ambiente naturale. Nel mondo occidentale questi furono per lungo tempo impregnati di determinismo, in cui il clima giocava un ruolo fondamentale. Gli avvenimenti atmosferici sono oggetto di percezione individuale, di discussioni mediatiche e della definizione di coloro che detengono il potere. Un clima considerato "moderato" o "equilibrato" poteva giustificare la presunta superiorità fisica e intellettuale di un popolo, di conseguenza legittimato al dominio su popolazioni "più letargiche e dallo spirito meno attivo". Platone e Aristotele giunsero alla considerazione che la Grecia fosse situata a una "media latitudine" e Vitruvio importò la stessa linea interpretativa nell'impero romano. Nel XVI secolo, Jean Bodin affermò che la Francia si trovava alla "media latitudine" e che, per ciò stesso, fosse chiamata al dominio⁶.

Contribution à l'histoire des variations climatiques de 1000 à 1425 d'après les sources narratives de l'Europe occidentale, Paris 1987; Dario Camuffo, *Freezing of the Venetian lagoon since the 9th century AD, in comparison to the climate of Western Europe and England*, in: *Climatic Change* 10 (1987) 43-66; Rüdiger Glaser, *Klimarekonstruktion für Mainfranken, Bauland und Odenwald anhand direkter und indirekter Witterungsdaten seit 1500*, Stoccarda 1991; Marcel Lachiver, *Les années de misère, La famine au temps du Grand Roi 1680-1720*, Paris 1991; Christof Dipper fa riferimenti all'andamento del clima nel suo *Deutsche Geschichte 1648-1789*, Francoforte 1991, altrettanto fa Ilja Mielek nell'introduzione al manuale *Handbuch der europäischen Wirtschafts- und Sozialgeschichte*, vol. 4, Stoccarda 1993, 35-41.

4. Ahasver von Brandt in *Werkzeug des Historikers*, 15. edizione, Stoccarda 1998, 22 f., distingue i tre ambiti in: "Studio storico del paesaggio", "Studio storico degli insediamenti" e "Geografia storico-politica". Il clima dovrebbe essere considerato come quarto ambito, essendo un elemento significativo e una variabile indipendente dello spazio.

5. Il risultato di una ricerca centrata sulla Germania è stato presentato da Stefan Militzer, *Klima - Klimageschichte - Geschichte. Status und Perspektiven von Klimageschichte und Historischer Klimawirkungsforschung*, in: *Geschichte in Wissenschaft und Unterricht* 47 (1996), 71-88.

6. Emilio F. Moran, *Human adaptability. An introduction to ecological anthropology*, North Situate (Mass.) 1979, 24 f.

Nel 1719, l'illuminista Jean-Baptiste Du Bos fornì una spiegazione climatica dell'ascesa e del declino dei popoli: con l'aria, il corpo delle popolazioni assimilava, oltre al respiro, l'alimentazione, l'acqua, lo spirito e il "genio". Poiché però le proprietà dell'aria e la sua temperatura variavano, ogni generazione veniva influenzata dal clima in cui cresceva⁷. Du Bos esercitò una notevole influenza su Montesquieu, il quale formulò nella sua forma classica il concetto di determinismo climatico in *Esprit des Lois* (1748)⁸. Quando all'inizio del XIX secolo la considerazione della natura dinamica del clima fece la sua prima apparizione con la teoria delle epoche glaciali, economisti e geografi quali Thomas W. Tooke, William Stanley Jevons e Eduard Brückner tentarono di trovare un collegamento tra le variazioni delle grandezze climatologiche e i prezzi del grano per disporre di migliori strumenti previsionali della congiuntura economica sulla base di ipotetiche regolarità statistiche⁹. Si noti come solo negli anni '70 del XIX secolo venne compreso il fenomeno ciclico *El Niño Southern Oscillation* (ENSO), un'oscillazione della pressione atmosferica di vaste dimensioni che porta a un incremento periodico di eventi estremi, decisivi dal punto di vista economico in luoghi contrapposti dell'Oceano Pacifico¹⁰. Intorno alla fine del XIX secolo vennero discusse teorie della civilizzazione che postulavano l'importanza delle variazioni climatiche come elementi decisivi per la storia dell'umanità¹¹.

La nascente sociologia si diresse tuttavia ben presto contro il determinismo ambientale. È noto il rigido verdetto di Emile Durkheim, secondo il quale non sarebbe lecito spiegare gli eventi sociali attraverso fatti "non-sociali" (quindi naturali)¹². All'inizio del XX secolo, il geografo Ellsworth Huntington, docente all'Università di Yale, riprese in numerosi dei suoi scritti la teoria del de-

7. Geoffrey J. Martin, *Ellsworth Huntington. His life and thought*, Hamden (Conn.) 1973; James Roger Fleming, *Historical perspectives on climate change*, New York 1998, 9 f.

8. *Ib.*, 16 f.

9. Nico Stehr e Hans von Storch, ed., *Eduard Brückner - The sources and consequences of climate change and climate variability in historical times*, Dordrecht 2000; Thomas Tooke e Walter Newmarch, *Die Geschichte und Bestimmung der Preise während der Jahre 1793-1857*, Dresda 1862; William Stanley Jevons, *On the study of periodic commercial fluctuations. Report of the British Association for the Advancement of Science*, Cambridge 1863, 157-8. Riguardo a Jevons visitare anche il sito <http://home.tvd.be/cr27486/jevons.html> (28.6.2000).

10. Richard H. Grove, *Ecology, climate and empire. Colonialism and environmental history 1400-1940*, Cambridge 1998, 124-146; Michael Williams, *The relations of environmental history and historical geography*, in: *Journal of Historical Geography* 20 (1994), 3-21; Anna Bramwell, *Ecology in the twentieth century*, New Haven 1989.

11. Ellsworth Huntington, *The pulse of Asia*, Boston 1907; ders., *Civilization and climate*, New Haven 1915.

12. Bernhard Glaeser, *Soziologie der Umwelt: Misere, Traditionen, Perspektive*, in: Ernest Huib, ed., *Pathways to human ecology, From observation to commitment*, Berna 1994, 115-132, qui 120.

conseguenze delle variazioni climatiche dell'ultimo secolo sono da ritenersi molto ridotte, forse addirittura trascurabili e sicuramente difficili da scoprire²⁵. Di conseguenza egli considerava in modo pessimistico le possibilità di successo di tali sforzi: l'ampiezza delle fluttuazioni della temperatura, come spiegava in modo apodittico, sarebbe stata troppo ridotta e l'indipendenza dei fenomeni economici e sociali troppo grande, perché si potesse definire un qualsiasi rapporto causale tra essi²⁶.

Dopo la seconda guerra mondiale furono gli studiosi di scienze naturali, più che gli storici, ad occuparsi del clima del passato, sfruttando una moltitudine di archivi naturali quali isotopi, sedimenti, pollini ed anelli degli alberi per ricavare i cosiddetti proxidata (valori approssimati). I proxidata vengono organizzati in serie temporali, calibrati con metodi statistici e messi in relazione con i parametri climatici²⁷. Le serie temporali derivate dagli archivi naturali arrivano fino a migliaia e addirittura centinaia di migliaia di anni fa. La loro risoluzione temporale è però troppo grossolana per la ricerca degli effetti del clima, che consta di date precise all'anno o addirittura al mese. Le prime serie di dati derivate da misurazioni strumentali della temperatura e delle precipitazioni, rielaborati dai meteorologi e resi confrontabili con le serie di dati derivate da misurazioni successive, hanno invece un'importanza nettamente maggiore per questo tipo di ricerche²⁸. La più lunga di queste serie di dati, riferita all'Inghilterra centrale, risale fino all'anno 1659²⁹.

Nel 1977 il meteorologo Hubert H. Lamb produsse una sintesi di storia climatica frequentemente citata³⁰. Lamb apparteneva con Gustav Hellmann³¹

25. *Ib.*, 119.

26. *Ib.*, 119.

27. Raymond S. Bradley, *Paleoclimatology, Reconstructing climates of the Quaternary*, 2. edizione, Orlando 1999. Un confronto tra anelli annuali e dati documentati è stato fornito da Ralph Bernd Vogel, Heinz Egger e Fritz Hans Schweingruber, *Interpretation extremer Jahringewerte in der Schweiz anhand von klima-historischen Aufzeichnungen zwischen 1525 und 1800 A.D.*, in: Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich 141 (1996), H. 2, 65-76.

28. Hans von Rudloff, *Die Schwankungen und Pendelungen des Klimas in Europa seit dem Beginn der regelmäßigen Instrumentenmessungen (1670)*, Braunschweig 1967.

29. Gordon Manley, *Central England temperatures: monthly means 1659 to 1973*, in: Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society 100 (1974), 389-405; D. E. Parker, T. P. Legg e C. K. Folland, *A new daily Central England temperature series 1772-1991*, in: International Journal of Climatology 12 (1992), 317-342; P. D. Jones e M. Hulme, *The changing temperature of Central England*, in: M. Hulme e E. Barrow, ed., *Climate of the British Isles. Present, past and future*, London 1997, 36-57.

30. Hubert H. Lamb, *Climate. Present, past and future*, vol. 2: *Climatic history and the future*, Londra 1977.

31. Gustav Hellmann, *Die Entwicklung der meteorologischen Beobachtungen in Deutschland von den ersten Anfängen bis zur Einrichtung staatlicher Beobachtungsnetze*, in: *Abhandlungen der Preussischen Akademie der Wissenschaften, physikalisch-mathematische Klasse 1* (1926).

ed Hermann Flohn³² a quel gruppo di studiosi delle scienze naturali che riconoscevano l'importanza dei documenti storici per la ricostruzione climatica e che conducevano progetti di ricerca in tal senso. Questi ricercatori erano convinti che le variazioni climatiche avessero giocato un ruolo fondamentale nella storia dell'umanità, e questa convinzione portò Lamb su posizioni deterministiche³³.

Nel 1979 Lamb organizzò un primo congresso internazionale a Norwich (Inghilterra) sul tema *Clima e Storia* che richiamò un gran numero di meteorologi e di storici. L'occasione procurò notorietà alla climatologia storica³⁴ e promosse la diffusione dei suoi risultati nella nascente ricerca sugli effetti del clima³⁵. Lo stato di avanzamento della ricerca dei primi anni '80 è documentato nella raccolta *Climate since A.D. 1500*³⁶ di Raymond Bradley e Phil Jones. A partire dagli anni Novanta, la situazione della ricerca nel campo della storia del clima cambiò completamente. Innanzitutto, venne inserito nell'agenda politica il tema dell'effetto serra³⁷, fatto questo che mise in moto in tutto il mondo l'attività di ricerca della ricostruzione climatica³⁸. D'altro canto, la ricerca storica sugli effetti del clima perse di attrattiva per il *mainstream* degli storici e l'influenza del fattore clima venne completamente trascurata. Lo sviluppo di queste due tendenze verrà analizzato più in dettaglio in seguito. Alla climatologia storica si presentava il compito di ricostruire le condizioni climatiche naturali del periodo precedente l'industrializzazione, in collaborazione con le discipline delle scienze naturali, così da poter identificare segnali delle variazioni climatiche artificiali, cioè prodotte dall'uomo. Inoltre appariva necessario comprendere meglio i meccanismi d'azione degli effetti naturali sul sistema climatico, i cosiddetti *forcing factors*. Tra questi, ricordiamo le variazioni dell'attività solare, gli effetti delle eruzioni vulcaniche ai tropici e le variazio-

32. Hermann Flohn, *Short-term climatic fluctuations and their economic role*, in: Tom M. L. Wigley, Martin J. Ingram e Graham Farmer, ed., *Climate and history. Studies in past climates and their impact on man*, Cambridge 1981, 310-318.

33. Hubert H. Lamb, *Climate history and the modern world*, London 1982, 301; Hubert H. Lamb, *Weather, climate and human affairs. A book of essays and other papers*, Londra 1988.

34. Wigley, Ingram e Farmer, ed., *Climate and history*, v. nota 32; Robert I. Rotberg e Theodore K. Rabb, ed., *Climate and history. Studies in interdisciplinary history*, Princeton 1981.

35. Valida opera di riferimento nell'ambito della ricerca storica sugli effetti climatici è quella di Robert Kates, Jesse H. Ausubel e Mimi Berberian, ed., *Climate impact assessment, Studies on the interaction of climate and society*, Chichester 1985.

36. Raymond S. Bradley e Philip D. Jones, ed., *Climate since A.D. 1500*, Londra 1992.

37. Nel 1988, James Hansen annunciò al congresso degli Stati Uniti e al mondo che era iniziato il riscaldamento globale. New York Times, 24 giugno 1988, 1, cit. in Fleming, *Perspectives*, v. nota 7, 134.

38. Un riepilogo magistrale e comprensibile anche ai non esperti relativo allo stato attuale della ricerca è fornito ora da Heinz Wanner, Dimitrios Gyalistras, Jürg Luterbacher, Ralph Rickli, Esther Salvisberg e Christoph Schmutz, *Klimawandel im Schweizer Alpenraum*, Zurigo 2000.

ni della salinità nelle acque dell'Atlantico del Nord. Nel contesto dei programmi europei, in primo luogo dell'*European Science Foundation (ESF)*³⁹, si formulò l'ambizioso obiettivo di ricostruire il clima storico per tutto il continente europeo degli ultimi 1000 anni. A tal fine potevano essere utilizzate giovani risorse dell'Est Europa^{40e41}. In una prima fase doveva essere ricostruito il tempo mensile in Europa per un breve periodo, per sviluppare metodi standard di raccolta delle osservazioni descrittive. Come periodo campione fu scelto il cosiddetto periodo *Maunder Minimums* (1645-1715)⁴². Per tale fase si era osservata una diminuzione nel numero e nelle dimensioni delle macchie solari⁴³. Oggi sappiamo che ciò si spiega con una diminuzione dell'attività solare compresa tra lo 0,2 e lo 0,4%, minimo storico mai raggiunto in nessun altro periodo negli ultimi 8000 anni⁴⁴. All'interno del *Maunder Minimums* fu scelto il sub-periodo dal 1675 al 1715, noto in Europa centrale ed occidentale per una recrudescenza delle condizioni climatiche. Cinquanta geografi, storici dell'ambiente, paleobotanici e meteorologi di quindici stati europei si occuparono della ricostruzione delle precipitazioni e delle condizioni climatiche nel *Late Maunder Minimum* (LMM), come da allora viene denominato questo periodo. In seguito si incontrarono gruppi di ricerca provenienti da Finlandia, Estonia, Islanda, Danimarca e Russia, nonché storici del clima cinesi e giapponesi⁴⁵.

Al congresso dell'ESF (Berna 1992) tutti i partecipanti presentarono serie di dati di storia del clima in un formato standardizzato. I dati vennero inseriti nella banca dati EURO-CLIMHIST a Berna. In seguito, vennero predisposte le cosiddette *multi proxy maps*, raccolte di informazioni relative agli eventi su

39. In ESF, vale per il progetto "European Palaeoclimate and Man since the last Ice Age".

40. Rudolf Brázdil, *Reconstruction of the climate of Bohemia and Moravia in the last millennium - problems of data and methodology*, in: Burkart Frenzel, Christian Pfister e Birgit Glaeser, ed., *European climate reconstructed from documentary data. Methods and results*, Stoccarda 1992, 75-86; Lajos Racz, *Variations of climate in Hungary (1540-1779)*, in: ib., 125-136.

41. Risultati di una delle prime conferenze di ESF a Magonza ib.

42. Il periodo prende il nome dall'astronomo inglese Walter Maunder. Cfr. Nils-Axel Mörner, *The Maunder Minimum*, in: Burkart Frenzel, Christian Pfister e Birgit Glaeser, ed., *Climatic trends and anomalies in Europe 1675-1715*, Stoccarda 1994, 1-8.

43. J.A. Eddy, *The Maunder Minimum*, in: *Science* 192 (1976), 1189-1202.

44. J. Lean and D. Rind, *Evaluating sun-climate relationships since the little ice age*, in: *Journal of Atmospheric, Solar and Terrestrial Physics* 61 (1999), 25-36.

45. Andres Tarand e Paavo Kuiv, *The beginning of the rye harvest - a proxy indicator of summer climate in the Baltic area*, in: Frenzel, Pfister e Glaeser, ed., *Climatic trends*, v. nota 42, 61-72.

Astrid Ogilvie, *Documentary records of climate from Iceland during the Late Maunder Minimum period A.D. 1675 to 1715 with reference to the isotopic record from Greenland*, in: ib., 9-22. Povl Frich e Knud Frydendahl, *The summer climate in the Oresund region of Denmark, A.D. 1675-1715*, in: ib., 33-42; Margarita Chernavskaya, *The climate of the Russian plain according to the diary of Peter the Great ...*, in: ib., 73-82.

base mensile, sotto forma di liste e cartine⁴⁶. Un team di meteorologi si occupò dell'interpretazione sinottica delle cartine dei mesi invernali (da ottobre a marzo); essi ipotizzarono cioè la posizione delle zone ad alta e a bassa pressione sulla base della distribuzione nello spazio degli eventi⁴⁷. Il progetto dell'Unione Europea ADVICE⁴⁸, iniziato nel 1996, includeva tra gli altri gruppi di ricerca spagnoli⁴⁹, greci⁵⁰ e portoghesi⁵¹ e si poneva due obiettivi: in primo luogo si costruirono carte mensili della pressione atmosferica sulla base delle serie di dati relative al primo periodo delle rilevazioni strumentali (1780-1860)⁵². In secondo luogo venne stimata con metodi statistico-matematici la distribuzione spaziale in Europa della pressione media mensile, e quindi la posizione delle aree dominanti di bassa e alta pressione e delle masse d'aria da esse derivate, sulla base delle serie di dati disponibili per il periodo LMM, tratti da documenti storici e dalle prime misurazioni strumentali (Parigi, Inghilterra centrale)⁵³. Le serie di dati relativi a pressione atmosferica, temperatura e precipitazioni che risalgono al XVIII secolo costituiscono un importante anello di congiunzione tra il LMM (1675-1715) e il primo periodo strumentale (1780-1860)⁵⁴. In un ulteriore progetto europeo denominato IMPROVE⁵⁵ si è cercato di rendere omogenei tali dati⁵⁶.

46. Christian Pfister, John Kington, Gudrun Kleinlogel, Hannes Schüle e Erich Siefert, *The creation of high resolution spatio-temporal reconstructions of past climate from direct meteorological observations and proxy data. Methodological considerations and results*, in: Frenzel, Pfister e Glaeser, ed., *Climatic trends*, v. nota 42, 329-376.

47. Heinz Wanner e a., *Wintertime European circulation patterns during the Late Maunder Minimum (1675-1704) cooling period*, in: *Theor. and Appl. Climat.*, 51 (1995), 167-175.

48. L'acronimo sta per "Annual and Decadal Variability of Climate in Europe".

49. Mariano Barriendos, *Climatic variations in the Iberian Peninsula during the Late Maunder Minimum (AD 1675-1715): An analysis of data from rogation ceremonies*, in: *The Holocene* 7 (1997), 105-111.

50. Eleni Xoplaki, Panagiotis Maheras, Juerg Luterbacher, *Variability of climate in meridional Balkans during the periods 1675-1715 and 1780-1830 and its impact on human life*, in: *Climatic change*, 48 (2000), 581-615.

51. Maria Joao Alcoforado, Fatima Nunes, Joao Carlos Garcia, Joao Paulo Tabora, *Temperature and precipitation reconstruction in southern Portugal during the Late Maunder Minimum (AD 1675-1715)*, in: *The Holocene* 10 (2000), 333-341.

52. Philip Jones e a., *Monthly mean pressure reconstruction for Europe 1780 - 1995*, in: *International Journal of Climatology*, 19 (1999), 347-364.

53. Cfr. ad es. Jucundus Jacobbeit e Christoph Philipp Beck, *Annual to decadal variability*, in: *Climate in Europe. Objectives and results of the German contribution to the European climate research project ADVICE*, Würzburg 1998 (Würzburger Geographische Manuskripte, 43); Juerg Luterbacher e a., *Reconstruction of monthly mean sea level pressure over Europe for the Late Maunder Minimum period (1675-1715) based on canonical correlation analysis*, in: *International Journal of Climatology* 20 (2000) (in stampa).

54. Cfr. ad es. Trausti Jonsson, *Reconstructing the temperature in Iceland from early instrumental observations: Data availability and a status report*, in: Burkhard Frenzel, Erik Wish-

La ricostruzione delle precipitazioni e delle variazioni climatiche nel XVI secolo e delle loro conseguenze sulla storia dell'economia, della società e del pensiero divenne poi il punto di partenza di un'ulteriore lavoro: 37 scienziati di 12 nazioni (climatologi, idrologi, glaciologi, dendroclimatologi⁵⁷, storici dell'economia, dell'ambiente e della cultura) si interessarono a questo tema lavorando in maniera interdisciplinare⁵⁸. Negli anni Novanta, oltre a studi di estensione territoriale internazionale riferiti a periodi campione furono prodotti ampi studi di storia del clima su base regionale. Tra questi ricordiamo le ricerche di Rudolf Brázdil e Oldrich Kotyza per la Repubblica Ceca, di Lajos Racz per l'Ungheria nel periodo precedente al 1914, di Elisabeth Strömmer per l'Austria orientale, di Jan Buisman e Aryan van Engelen per i Paesi Bassi, di Gabriela Schwarz-Zanetti per il regno tedesco nel Medioevo⁵⁹ e di Rüdiger Glaser per la Germania⁶⁰. Una lunga serie di ricerche singole si è inoltre occupata del clima del Medioevo⁶¹.

man e Mirjam M. Weiss, ed., *Documentary climatic evidence for 1750-1850 and the fourteenth century*, Stoccarda 1998, 87-98.

55. "Improved understanding of past climate variability from early daily European instrumental sources".

56. I risultati sono stati pubblicati nel 2001 in un numero speciale di "Climatic Change". I dati vengono resi disponibili anche su CD-Rom (comunicazione di Dario Camuffo, Padova).

57. Nell'anello annuale degli alberi vengono registrate le informazioni relative alla temperatura e alle precipitazioni del semestre estivo. Cfr. Fritz H. Schweingruber, *Jahrringe und Umwelt - Dendroökologie*, Birnenstorf 1993.

58. Christian Pfister, Rudolf Brázdil e Rüdiger Glaser, ed., *Climatic variability in sixteenth century Europe and its social dimension*, Dordrecht 1999.

59. Gabriela Schwarz-Zanetti, *Grundzüge der Klima- und Umweltgeschichte des Hoch- und Spätmittelalters in Mitteleuropa*, Zurigo 1998.

60. Rudolf Brázdil e Oldrich Kotyza, *History of weather and climate in the Czech lands*, vol. 1: *Period 1000-1500*, Zurigo 1995 (Zürcher Geographische Schriften 62); vol. 2: *History of weather and climate in the Czech lands II. The earliest daily observations of the weather in the Czech lands*, Brno 1996, vol. 3: *Daily weather records in the Czech lands in the sixteenth century*, Brno 1999; vol. 4: *Utilisation of economic sources for the study of climate fluctuation in the Louny region in the fifteenth-seventeenth cent.*, Brno 2000; Lajos Racz, *Climate history of Hungary since the 16th cent.: Past ...*, Pecs 1999; Elisabeth Strömmer, *In diesem Jahr ein völliger Misswachs der Feldfrüchte. Studien zur Klimageschichte Ostösterreichs ...*, tesi universitaria non pubblicata, Vienna 1999; Jan Buisman e Aryan van Engelen, *Duizend Jaar weer, wind en water in de lage landen*, 1. parte fino al 1300, Franeker 1995; 2. parte 1300-1450, Franeker 1996. 3. parte 1450-1575, Franeker 1998.

61. Christian Pfister, Gudrun Kleinogel, Gabriela Schwarz-Zanetti e Milène Wegmann, *Winters in Europe: The fourteenth century*, in: *Climatic Change* 34 (1996), H. 1 91-108; Christian Pfister, Jürg Luterbacher, Gabriela Schwarz-Zanetti e Milène Wegmann, *Winter air temperature variations in Central Europe during the Early and High Middle Ages (A.D. 750 - 1300)*, in: *The Holocene* 8 (1998), 547-564; Ian Cantwell, *Climatic change and the Gaelic annals*, in: *Proceedings of the Association of Young Irish Archeologists*, Galway, 1998 1-9. Zhongwei Yan, Pierre Alexandre, Gaston Demarée, *Narrative warm/cold variations in continental western Europe, AD 708-1426*, in: *Science in China*, 40, 1997, 509-517.

In definitiva appaiono evidenti i notevoli progressi fatti segnare dalla climatologia storica nel corso del XX secolo nella direzione della ricostruzione del clima in Europa. Dalla seconda metà degli anni novanta la storia delle catastrofi naturali è divenuto il tema di maggior interesse, in seguito al diffondersi dell'idea di un acutizzarsi di tali episodi ad intervalli di tempo sempre più brevi. Rimane ancora da dimostrare il legame fra questi eventi e l'effetto serra, poiché appaiono ancora insufficienti le nostre conoscenze sulla loro distribuzione temporale nel periodo del clima naturale. Nel 1988 J. L. Anderson ed Eric Jones hanno criticato la ricerca sulle conseguenze del clima, affermando che essa si fosse irrigidita sulle conseguenze delle variazioni di valori mediati sul lungo periodo, invece di valutare la più significative variazioni nella frequenza, intensità e distribuzione geografica delle anomalie climatiche e delle catastrofi naturali.

Se la storia fino a quel momento si era occupata di catastrofi naturali, l'aveva fatto per analizzare la reazione della società a tali eventi più che per constatarne la natura fisica⁶². Meno noto è il fatto che nel periodo del clima naturale si siano verificate notevoli variazioni nella frequenza delle catastrofi naturali. Ciò è dimostrato dal pur incompleto (da un punto di vista climatologico) studio di Arno Borst sul XIV secolo⁶³. Recenti studi su inondazioni⁶⁴ e

62. Martin Körner, ed., *Destruction and reconstruction of towns*, vol. 1, Berna 1999; Matthias Deutsch, "... so wusste auch kein Mensch allhier so ein großes Wasser ...". *Nachrichten zum Hochwasser der Unstrut im Februar 1799*, in: *Zeitschrift des Vereins für Heimatkunde, Geschichte und Schutz von Arten e.V. Arator* 9 (1999), 14-19; Josef Nußbaumer e Helmut Winkler, *Wird die Natur gewalttätig?*, Innsbruck 1996; Martina Lehner, "Und das Unglück ist von Gott gemacht ...". *Geschichte der Naturkatastrophen in Österreich*, Vienna 1995; Manfred Jakubowski-Tiessen, *Sturmflut 1717: Die Bewältigung einer Naturkatastrophe in der Frühen Neuzeit*, Monaco 1992; Christian Pfister (ed.), *Am Tag danach. Zur Bewältigung von Naturkatastrophen in der Schweiz 1500-2000*. Bern 2002 (erscheint auch in französischer Übersetzung); Geneviève Massard-Guilbaud, Harold Platt, Dieter Schott (eds), *Cities and Catastrophes: Coping with Emergency in European History*, Frankfurt 2002.

63. Arno Borst, *Barbaren, Ketzer und Artisten. Welten des Mittelalters*, Monaco 1988. Per completare la panoramica v. Christian Pfister, *Variations in the Spring-Summer Climate of Central Europe from the High Middle Ages to 1850*, in: Heinz Wanner e Ulrich Siegenthaler, ed., *Long and short term variability of climate*, Berlin 1988, 57 - 82; e Hans-Rudolf Bork e a., *Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa. Wirkungen des Menschen auf Landschaften*, Gotha 1998.

64. Christian Pfister, *Wetternachhersage. 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen 1496-1995*, Berna 1999; Rudolf Brázdil, Rüdiger Glaser, Christian Pfister, Petr Dobrovolný, Jean-Marc Antoine, Mariano Barriendos, Dario Camuffo, Matthias Deutsch, Silvia Enzi, Emanuela Guidoboni, Oldrich Kotyza, Fernando S. Rodrigo, *Flood events of selected rivers of Europe in the sixteenth century*, in: Pfister, Brázdil e Glaser, *Climatic variability*, v. nota 58, 239-285; Karl-Heinz Pörtge e Matthias Deutsch, *Hochwasser in Vergangenheit und Gegenwart*, in: *Rundgespräche der Kommission für Ökologie*, vol. 18: *Entwicklung der Umwelt seit der letzten Eiszeit*, Monaco 2000, 139-151.

tempeste⁶⁵ invernali forniscono un quadro simile degli inizi dell'Età Moderna e del XIX secolo. L'aumento o la diminuzione delle catastrofi naturali e delle anomalie climatiche non hanno conseguenze solo strutturali per le economie coinvolte. Queste influenzano infatti assai pesantemente anche l'ambito strettamente sociale⁶⁶.

Con la ricerca interdisciplinare di storici, scienziati naturali, antropologi e psicologi si apre un nuovo campo di esplorazione nel sociale.

Con la svolta del 1989 la visione storica strutturale passa in secondo piano; con il *linguistic turn* la tendenza si sposta sui discorsi⁶⁷.

La prospettiva della *longue durée* appare dissolta in una moltitudine di storie, nelle quali manca un filo conduttore. L'allontanamento dalla storia strutturale ha avuto luogo senza che si aprisse una discussione, come evidente dal ritorno alla tradizionale dottrina settoriale⁶⁸. In questo modo la ricerca sulle conseguenze del clima ha perso di interesse e di attrattiva⁶⁹.

A dimostrazione di ciò basti ricordare come nell'agosto del 1998 solo pochi storici dimostrarono interesse a partecipare alla seconda conferenza sul tema Clima e Storia a Norwich.

Comunque non è da escludere che le scienze storiche si sviluppino in futuro in una direzione di integrazione tra la storia *Diskursgeschichte* postmoderna e la storia strutturale, come prospettato da Peter Schöttler⁷⁰. Nella stessa climatologia storica si profila una linea di sviluppo tale per cui, alla ricostru-

65. Adrie de Kraker, *A method to assess the impact of high tides, storms and storm surges as vital elements in climatic history. The case of stormy weather and dikes in the northern part of Flanders, 1499 to 1609*, in: Pfister, Brázdil e Glaser, ed., *Climatic variability*, v. nota 58, 287-302.

66. Christian Pfister e Daniel Brändli, *Rodungen im Gebirge, Überschwemmungen im Vorland: Ein Deutungsmuster macht Karriere*, in: Rolf Peter Sieferle e Helga Breuninger, ed., *Natur-Bilder. Wahrnehmungen von Natur und Umwelt in der Geschichte*, Francoforte 1999, 297-324.

67. Georg Iggers, *Zur "linguistischen Wende" im Geschichtsdnken und in der Geschichtsschreibung*, in: *Geschichte und Gesellschaft* 21 (1995), 557-570.

68. Jörn Sieglerschmidt, *Besprechung von Christian Pfister e Hans-Rudolf Egli, ed., Historisch-Statistischer Atlas des Kantons Bern 1750-1995. Umwelt - Bevölkerung - Wirtschaft - Politik*, Berna 1998, in: H-SOZ-U-KULT@H-NET.MSU.EDU (17. 2. 2000).

69. Nella nuova opera di riferimento di Jean-Pierre Bardet e Jacques Dupâquier, *Histoire des populations de l'Europe* (2 volumi, Parigi 1997-98), l'effetto delle crisi di sussistenza sulla crescita demografica viene considerato irrilevante da alcuni autori (ad es. vol. 1, 187), mentre d'altra parte i cambiamenti della mortalità infantile e della frequenza delle epidemie vengono ricondotte da altri (in particolare da Alfred Perrenoud) agli "effetti del clima", senza tuttavia una reale conoscenza dei più recenti risultati della ricerca nella climatologia storica (cfr. vol. 1, 300; vol. 2, 81 segg.). Soprattutto stupisce che Neithard Bulst (vol. 1, 173-176), nella sua spiegazione della rapida crescita demografica nel 13° secolo, non citi mai il periodo caldo del medioevo.

70. Peter Schöttler, *Wer hat Angst vor dem "linguistic turn?"*, in: *Geschichte und Gesellschaft* 21 (1997), 99-114.

zione obiettiva delle condizioni climatiche, si affianca la considerazione della percezione soggettiva degli individui e dei gruppi di fronte ad anomalie e a catastrofi naturali. Questa doppia prospettiva è presente nelle stesse fonti: in alcune cronache si trovano infatti, oltre alla descrizione degli eventi, anche l'interpretazione degli stessi⁷¹. Nell'ambito della storia della cultura è interessante il paragone dei fenomeni climatici, ricostruiti in modo "obiettivo", con le interpretazioni sociali ed individuali. Su questa base si possono ottenere spunti essenziali per la storia del pensiero, come ha mostrato Wolfgang Behringer con la sua rilettura della caccia alle streghe⁷².

Dati e metodi per la ricostruzione del clima

Dati sul clima nei documenti storici

Tipologia e classificazione

Obiettivo della ricostruzione del clima è quello di ottenere serie di dati quantitativi il più possibile continuativi ed omogenei, per il periodo precedente la raccolta di serie strumentali (1780 ca.), e capaci di un utilizzo analogo a queste ultime per la costruzione di modelli e per l'interpretazione di processi storici. Si tratta di un processo graduale, confrontabile a quello richiesto per la preparazione e l'omogeneizzazione delle serie di prezzi.

In una prima fase viene stabilito quali siano i gruppi di fonti da consultare, in base a quali criteri si debba eseguire la critica delle fonti, quali metodi di valutazione impiegare e come quantificare i molteplici tipi di dati su cui il clima produce una qualche influenza. In una seconda fase viene definito come debbano essere validate le serie di dati ottenute e come possa essere testata la loro veridicità. Infine, vengono decise le procedure con le quali i climatologi possono trarre delle conclusioni sulla distribuzione spaziale dei diversi parametri climatici (pressione atmosferica, temperatura, precipitazioni) in Europa.

I materiali di base per la storia del clima e i dati storico-climatici possono essere suddivisi secondo due criteri: da una parte in funzione della loro origine e al tipo di creazione, dall'altra a seconda del loro riferimento ad elementi climatici (tab. 1).

71. Cfr. Martine Rebetez Beniston, *Perception du temps et du climat. Une analyse du climat de Suisse romande sur la base des dictons populaires*, Oron 1994. Stehr e Von Storch, *Klimadeterminismus*, v. nota 13.

72. Wolfgang Behringer, *Hexen*, Monaco 1998.

Dagli archivi naturali sono stati ricavati i proxidata (valori approssimati) come isotopi, sedimenti, pollini e anelli di crescita degli alberi. Vengono ordinati in sequenze temporali e calibrati con metodi statistici, ad esempio attraverso la messa in relazione con parametri climatici (grandezze di riferimento). Per i dati degli archivi sociali, da alcuni anni si è diffuso il concetto di *documentary data*⁷³. Il concetto di documento per questa categoria di fonte risulta adatto in quanto include oltre ai documenti di testo anche le immagini e i documenti audio.

In base al contenuto, i dati riportati negli archivi sociali possono essere suddivisi in due categorie:

- dati diretti: descrizioni meteorologiche e misurazioni strumentali di parametri climatici (pressione atmosferica, temperatura, precipitazioni, vento);
- dati indiretti: descrizioni di condizioni biologiche e/o fisiche in gran parte determinate da precedenti condizioni atmosferiche o meteorologiche.

In Europa occidentale, le più antiche osservazioni climatiche ricavabili da documenti storici risalgono al periodo carolingio. A seconda del volume, della completezza e della precisione temporale del materiale, gli ultimi 1250 anni possono essere suddivisi in cinque periodi:

- prima del 1300: in prevalenza descrizioni di anomalie e di catastrofi naturali.
- 1300-1500: descrizioni abbastanza regolari dell'estate e dell'inverno, talvolta anche dei periodi primaverili e dell'autunno.
- 1500-1800: descrizioni del tempo mensili e talvolta quotidiane sufficientemente regolari.
- 1680-1860: misurazioni strumentali su base puntuale, prime reti di rilevamento di breve durata.
- a partire dal 1860: misurazioni strumentali nell'ambito delle reti di rilevamento nazionali e internazionali.

73. Christian Pfister, Rudolf Brázdil, Rüdiger Glaser, Mariano Barriendos, Dario Camuffo, Matthias Deutsch, Peter Dobrovolny, Silvia Enzi, Emilia Guidoboni, Oldrich Kotyza, Stefan Militzer, Lajos Racz e Fernando Rodrigo, *Documentary evidence on climate*, in: Pfister, Brázdil e Glaser, ed., *Climatic variability*, v. nota 58. L'espressione ai tempi in uso, "dati storici", è diventata ambivalente, dato che da poco viene utilizzata anche per sequenze di misurazione precedenti, cfr. ad es. L. Kaas, T. Tian-Shi e T. Schmith, *Statistical hindcast of wind climatology in the North Atlantic and nordwestern European region*, in: *Climate Research* 7, 1996, 97-110.

Tab 1 - Classificazione semplificata di dati storico-climatici (Pfister 1999)

Contenuto	Archivi naturali	Archivi sociali
Dati diretti		
Osservazioni di fenomeni meteorologici		Descrizioni <ul style="list-style-type: none"> • anomalie, catastrofi naturali • condizioni atmosferiche • tempo atmosferico quotidiano
Misurazione di parametri climatici		Misurazioni strumentali
Dati indiretti Tracce di eventi influenzati dal clima	<ul style="list-style-type: none"> • anelli di crescita degli alberi • pollini fossili • carote di ghiaccio • sedimenti lacustri • depositi morenici • ecc. 	<ul style="list-style-type: none"> • periodi di fioritura e di maturazione, periodi di raccolto delle piante coltivate • contenuto in zuccheri nei raccolti di uva da vino • rogazioni indotte dal clima • congelamento dei corsi d'acqua • neviccate, innevamento
		Fonti materiali <ul style="list-style-type: none"> • resti archeologici • tracce di corsi d'acqua in piena e in secca (tacche su strutture fisse)

La descrizione va intesa in senso cumulativo, poiché le forme più recenti si sono sviluppate in sovrapposizione rispetto alle precedenti, che, comunque, non sono state rimosse.

Di seguito vengono esposti separatamente dati diretti e indiretti.

Osservazioni climatiche e misurazioni strumentali

A partire dal Medioevo, vennero annotate nelle cronache le anomalie e le catastrofi naturali. I fenomeni più estremi venivano descritti in modo più dettagliato.

Già nelle cronache carolingie i fenomeni naturali occupavano un certo spazio⁷⁴. La produzione di manoscritti diminuì tuttavia notevolmente nel X e nell'XI secolo durante le invasioni dei normanni, degli slavi e degli ungheresi; per questo periodo sono state ritrovate solo poche registrazioni relative all'andamento del clima⁷⁵. A partire dal tardo XI secolo il volume e la precisione dei dati torna ad aumentare e, grazie alla riscoperta dei filosofi naturalisti greci Platone e Aristotele, i monaci tesero ad occuparsi con maggior frequenza degli avvenimenti del mondo, quindi anche degli eventi naturali più evidenti⁷⁶.

Le osservazioni climatiche e le misurazioni strumentali sono imputabili alle fonti tradizionali. I cronachisti preferivano attingere dalle cronache precedenti senza citarne le fonti. Non è raro che gli stessi resoconti venissero tramandati di fonte in fonte con leggere modifiche, per cui le informazioni raccolte nel corso del tempo si sono aggrovigliate, formando una matassa assai difficile da sbrogliare. Vale quindi la pena domandarsi se convenga utilizzare tale materiale. A partire dal XVIII secolo sono state raccolte maggiori registrazioni dalle cronache stampate⁷⁷, da cui la climatologia storica ha attinto a

74. J.J. Contreni, *The Carolingian renaissance: education and literary culture*, in: R. Mac Kitterick, ed., *The New Cambridge Medieval History*, 2 voll., Cambridge 1995, 709-757.

75. W. Wattenbach e R. Holtzmann, ed., *Deutschlands Geschichtsquellen im Mittelalter*, vol. 1/2, Weimar 1948.

76. T. Gregory, *La nouvelle idée de nature et de savoir scientifique au XIIème siècle*, in: J. E. Murdoch e E. D. Sylla, ed., *The cultural context of medieval learning*, Boston 1975, 193-214.

77. Per la Germania cfr. Rudolf Hennig, *Katalog bemerkenswerter Witterungsereignisse von den ältesten Zeiten bis zum Jahre 1800*, Berlino 1904 e Curt Weikinn, *Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitenwende bis zum Jahre 1850*, 4 Bde., Berlino 1958-1963. Per la Svizzera, Bernhard Amberg, *Beiträge zur Chronik der Witterung und verwandter Naturerscheinungen mit besonderer Berücksichtigung auf das Gebiet der Reuss und der angrenzenden Gebiete der Aare und des Rheins*, in: *Jahresberichte der Höheren Lehranstalt Lucerna* 1890, 1892, 1897.

lungo senza però applicare criteri critici. Soltanto alla fine degli anni settanta del XX secolo due eminenti storiche, Wendy Bell e Astrid Ogilvie, allertarono i colleghi dimostrando che tutte le compilazioni conosciute contenevano una percentuale più o meno alta di errori⁷⁸. In altre parole, l'inizio della climatologia storica non aveva visto rispettati i requisiti più elementari della critica alle fonti storiche. Questa carenza grava anche su alcuni studi storico-climatici recenti, sebbene nella letteratura si faccia sempre riferimento a questo problema. In generale, l'opinabilità dei risultati non deve essere imputata ai singoli cronisti, bensì ad una critica delle fonti assente o lacunosa. In questo contesto vale la pena citare il fisico atomico Niels Bohr, secondo il quale il vero esperto è colui che "riconosce alcuni degli errori più grossolani che si possono fare nella sua materia ed è quindi in grado di evitarli"⁷⁹. E soprattutto, gli studiosi di scienze naturali spesso non si accorgono che la critica delle fonti non è semplicemente un argomento addotto dagli storici per rendersi indispensabili nella valutazione dei dati, ma bensì un processo oneroso ed indispensabile per il controllo della qualità.

Riferimenti occasionali alle condizioni meteorologiche sono stati rinvenuti, oltre che nelle fonti delle cronache, anche in altri numerosi tipi di fonti, tra cui le lettere⁸⁰, i diari di viaggio⁸¹, i giornali, le scritture e gli atti. Così i governatori dei possedimenti veneziani nel Mediterraneo orientale nel XVII e nel diciassettesimo secolo dovevano presentare al doge, che rappresentava l'amministrazione centrale a Venezia, dei resoconti a brevi intervalli. Questi resoconti contenevano informazioni sugli avvenimenti locali quali il volume dei raccolti, l'approvvigionamento di viveri, i danni che il maltempo arrecava alle strade, agli edifici e ai porti e dei quali rimaneva traccia nella contabilità dell'amministrazione. Spesso i danni erano causati da anomalie meteorologiche e da catastrofi naturali, che di conseguenza venivano messe agli atti⁸².

Le registrazioni meteorologiche giornaliere sistematiche assurgono a ramo portante delle scienze a partire dal XV secolo, con lo sviluppo dell'astronomia

Per l'Austria, Anton Pilgram, *Untersuchungen über das Wahrscheinliche der Wetterkunde*, Vienna 1788.

78. Wendy Bell e Astrid E. A. Ogilvie, *Weather compilations as a source of data for the reconstruction of European climate during the medieval period*, in: *Climatic Change* 1 (1978), 331-348.

79. Werner Heisenberg, *Der Teil und das Ganze. Gespräche im Umkreis der Atomphysik*, 2. edizione, Monaco 1976, 247.

80. Miltzer, *Klima*, v. nota 5.

81. Racz, *Hungary*, v. nota 60; Eleni Xoplaki, Panagiotis Maheras, Jürg Luterbacher, *Variability of climate in Meridional Balkans during the periods 1675-1715 and 1780-1830 and its impact on human life*, in: *Climatic Change*, 48 (2001), 581-615.

82. Jean M. Grove e Annalisa Conterio, *The climate of Crete in the sixteenth and seventeenth centuries*, in: *Climatic Change* 30 (1995), 223-247.

e l'invenzione della stampa. I calendari astronomici, poco dopo l'invenzione della stampa, erano divenuti dei veri bestseller.⁸³ In essi venivano indicati tutti i giorni del calendario con uno o due decenni di anticipo, con i relativi nomi del santo del giorno e la posizione dei pianeti (anche del sole e della luna) calcolata in anticipo. Per ogni mese era prevista una pagina doppia: sulla pagina destra veniva lasciata libera una riga per ogni giorno. Nelle righe vuote venivano inseriti appunti personali, tra cui anche brevi commenti relativi al tempo. In Europa Centrale sono stati ritrovati 33 diari meteorologici di questo tipo risalenti al XVI secolo.⁸⁴ Le osservazioni quotidiane vengono valutate mettendo in relazione i fenomeni come pioggia, neve, nebbia, grado di nuvolosità, nebbia e annotazioni soggettive come "afoso", "freddissimo" con i corrispondenti valori medi delle stazioni di misurazione più prossime.⁸⁵ I giornali di navigazione, in particolare quelli dei viaggi di spola su brevi tragitti, contengono un potenziale, assai poco sfruttato, di registrazioni giornaliere delle condizioni del mare. Di particolare importanza per la ricostruzione del clima sono i dati sistematici relativi alla direzione e alla forza del vento⁸⁶, che spesso vengono omessi dai tradizionali diari del tempo. Galileo Galilei, nel 1597, creò il primo strumento conosciuto per la misurazione della temperatura atmosferica e diede inizio alle misurazioni strumentali⁸⁷. Nell'ambito dell'*Accademia del Cimento*, Ferdinando de' Medici, Granduca di Toscana, organizzò per la prima volta una rete di rilevamento internazionale di breve durata, a cavallo tra il 1654 e il 1655⁸⁸. Tra i pionieri delle misurazioni strumentali merita citazione il medico parigino Louis Morin. Tra il 1665 e il 1713 Morin rile-

83. W. Knappich, *Geschichte der Astrologie*, 2. edizione, Francoforte 1982, 218; H. Bepler e T. Bürger, *Alte und neue Schreibkalender. Katalog zur Kabinettsausstellung in der Herzog August Bibliothek*, in: *Simpliciana. Schriften der Grimmelshausen-Gesellschaft* 16 (1994), 211-252.

84. Christian Pfister, Rudolf Brázdil, Rüdiger Glaser, Anita Bokwa, Franz Holawe, Danuta Li-manowka, Oldrich Kotyza, Jan Munzar, Lajos Racz, Elisabeth Strömmmer e Gabriela Schwarz-Zanetti, *Daily weather observations*, in: Pfister, Brázdil e Glaser, ed., *Climatic variability*, v. nota 60, 111-150. A riguardo, Ioannis G. Telelis, *The climate of Tübingen A.D. 1596-1605, on the Basis of Martin Crusius' Diarium*, in: *Environment and History* 4 (1998), 53-74.

85. Vedi ad es. Daniel Siegenthaler, *Climatic trends and anomalies in England 1675 to 1715*, in: Frenzel, Pfister e Glaeser, ed., *Climatic trends*, v. nota 42, 133-150.

86. Vedi ad es. Povl Frich e Knud Frydendahl, *The summer climate in the Oresund region of Denmark*, in: *ib.*, 33-42. Diari di bordo vengono analizzati sistematicamente da Michael Chenoweth, *Ships' logbooks and "The Year Without a Summer"*, in: *Bull. of the Am. Met. Soc.* 77 (1996), 2077-2093; inoltre: Michael Chenoweth, *A new methodology for homogenization of 19th century marine air temperature data*, in: *Journal of Geophysical Research* (in stampa).

87. Dario Camuffo, Silvia Enzi, *Critical analysis of archive sources for historical sources for historical climatology of Northern Italy*, in: Frenzel, Pfister e Gläser, ed., *European climate*, v. nota 40, 65-74.

88. Vittorio Cantù, *Alla ricerca di documenti sul clima passato. Le compilazioni di padre Boffito e le osservazioni sei-settecentesche di Vallombrosa*, in: *Accademie e Biblioteche d'Italia* 53 (1985), H. 2, 103-110.

vava tre volte al giorno i dati indicati dal termometro e dal barometro, e per primo registrò sistematicamente la direzione di origine delle nubi⁸⁹. A partire dal 1717 il medico Johann Kanold a Breslau raccolse per primo le misurazioni strumentali ed i resoconti sugli andamenti climatici all'interno della sua rete di corrispondenti in Europa⁹⁰. Per coordinare le molteplici attività di misurazione e per pervenire a un minimo comune denominatore scientifico utilizzabile, il principe elettore del Palatinato Karl Theodor fondò, nel 1780, una società internazionale di scienziati, la *Societas Meteorologica Palatina*. A tutti i membri della società vennero dati in dotazione strumenti comuni, vennero stabilite linee guida per eseguire le misurazioni ed i risultati vennero pubblicati in un annuario. La società giunse all'apice della popolarità e si estese dalla Groenlandia a Roma, da La Rochelle a Mosca⁹¹. Dal 1860 vennero create, a breve distanza l'una dall'altra, reti statali di rilevamento⁹².

I dati indiretti come rappresentazioni dei processi climatici

Negli archivi naturali e in quelli sociali è contenuta una sorprendente quantità di dati indiretti. I dati indiretti fanno riferimento a processi biologici o fisici in una certa misura controllati da parametri climatici, quindi sono praticamente oggettivi e confrontabili in ogni tempo. Le deduzioni devono essere tuttavia essere calibrate, cioè poste a confronto con dati di misurazione strumentale.

Negli archivi sociali si può accedere a dati indiretti di diversi tipi: vi si possono trovare rilevazioni relative a eventuali anomalie climatiche mentre altre volte elementi di interesse possono emergere dai libri contabili o da atti ufficiali che documentano operazioni di privati e di istituzioni la cui data può essere in funzione delle condizioni climatiche o il cui contenuto può fare riferimento al tempo. Infine, si possono trarre informazioni dai segnali lasciati dal livello dei corsi d'acqua raggiunti in occasioni di piena o di secca, oppure anche dall'abbandono delle campagne⁹³.

89. Jean-Pierre Legrand e Maxime Le Goff, *Les observations météorologiques de Louis Morin*, 2 voll., Trappes 1992.

90. Gustav Hellmann, *Die Vorläufer der Societas Meteorologica Palatina*, in: *Beiträge zur Geschichte der Meteorologie* 1 (1914), H. 2, 139-147. Gli inserti sono stati pubblicati in "*Sammlung von Natur- und Medicin, wie auch hierzu gehörigen Kunst- und Literatur-Geschichten*" dal 1718 al 1731 a Breslau.

91. John Kington, *The weather of the 1780s over Europe*, Cambridge 1988.

92. Fleming, *Perspectives*, v. nota 7, 33-44.

93. Martin L. Parry, *The impact of climatic variations on agricultural margins*, in: Kates e a., ed., *Climate impact assessment*, v. nota 35, 351-368.

Molti degli autori delle cronache e delle osservazioni meteorologiche erano consapevoli del fatto che le loro descrizioni avevano carattere soggettivo. Cercarono quindi un modo per migliorare la comparabilità intersoggettiva e intertemporale delle loro osservazioni: a tal fine, aggiunsero alle loro descrizioni le osservazioni di fenomeni naturali noti come indicatori climatici. Nel periodo estivo si trattava di osservazioni fenologiche, come i dati relativi alla quantità e al contenuto di zuccheri nell'uva da vino. Nel semestre estivo queste osservazioni fenologiche⁹⁴, potevano anche riferirsi alla presenza di bestiame sulle Alpi. Così Placidus Brunschwiler, abate del chiostro di Fischingen nel cantone svizzero di Thurgau, descrive l'estate del 1639 come segue: "Dal mese di maggio fino al giorno 17 di agosto ci sono state pochissime giornate veramente calde; la maggior parte delle volte è piovuto ed è soffiato un vento freddo, per cui abbiamo stoccato il fieno e il farro con scarsi risultati e notevole fatica in un periodo già avanzato, il 17 di agosto, rispetto al giorno in cui di solito si fa la raccolta, il giorno di San Giacomo [il 25 di luglio]"⁹⁵. Questi dati possono essere trasformati in temperature stimate, in base a casi analoghi conosciuti del periodo documentato con misurazioni strumentali del tardo XVIII e del XIX secolo. Un caso emblematico di confronto è costituito in tal senso dal 1816, un "anno senza estate", per il quale viene segnalato un ritardo nel raccolto del grano di tre settimane e mezza.⁹⁶

Nel semestre invernale, come indicatori climatici venivano considerati la frequenza delle nevicate, la durata dell'innevamento⁹⁷, la data e la durata del congelamento dei laghi ai piedi delle Alpi, in Svizzera, e della laguna di Venezia⁹⁸, l'arrivo del gelo e, negli inverni più miti, l'attività degli animali e delle piante. Così, i monaci del chiostro Einsiedeln (cantone Schwyz, Svizzera) descrivono il freddo invernale innanzitutto in base alla percezione soggettiva, poi in base alla permanenza della neve al suolo a partire dalla prima nevicata, in base al congelamento delle sorgenti e ai danni ai vigneti, infine in base allo strato di ghiaccio che si estendeva sul lago di Zurigo⁹⁹.

Nelle scritture private e istituzionali si trovano riferimenti ad eventi che si ripetevano durante l'anno in diversi momenti: si tratta di dettagli, dato che

94. La fenologia studia il verificarsi di fenomeni, che si ripetono periodicamente, nella flora e nella fauna, e i motivi per cui questi fenomeni si ripetono nel tempo. Cfr. Helmut Lieth, *Phenology and seasonality modelling*, New York 1974, 9.

95. Christian Pfister, *Wetternachhersage*, v. nota 64, 158.

96. Christian Pfister, *Klima der Schweiz*, v. nota 3, vol. 1, 84.

97. Christian Pfister, *Wetternachhersage*, v. nota 64, 38.

98. Christian Pfister, *Klima der Schweiz*, v. nota 3, Tab. 1/23; Dario Camuffo, Silvia Enzi, *Reconstructing the climate of Northern Italy from archive sources*, in: Bradley e Jones, ed., *Climate*, v. nota 36, 143-154.

99. Christian Pfister, *Klima der Schweiz*, v. nota 3, vol. 1, 35.

non c'era l'intenzione di tramandare notizie relative agli eventi climatici. Tali indicatori di natura seriale sono quantificabili, spesso non sono collegati al periodo della vita di un individuo e possono quindi essere combinati in sequenze della durata di secoli. Sovente alcune serie di dati si sovrappongono, come quelli dell'inizio della vendemmia con le prime misurazioni strumentali, in modo tale da poter essere calibrati. La data di presentazione della decima di grano è strettamente connessa alle temperature di inizio estate e di estate inoltrata. In molte località era consentito iniziare il raccolto (invernale) di grano solo dopo che il valore minimo della decima era stato stabilito da valutatori nominati dalle autorità e dopo che un concittadino aveva acquistato all'asta il diritto a raccogliere la decima di grano. In questo caso le registrazioni delle quantità della decima di grano da consegnare al signore e la data dell'asta fungono da fonte. La data dell'asta della decima indica infatti approssimativamente l'inizio della raccolta del grano invernale che, a seconda delle zone geografiche, viene effettuata tra maggio e agosto. Le informazioni al riguardo sono state ottenute da fonti svizzere¹⁰⁰; tuttavia sono state riscontrate pratiche paragonabili alla decima in alcune aree della Germania¹⁰¹ e dell'Austria¹⁰². Inoltre, nelle scritture contabili di alcuni feudi baltici viene generalmente indicata la data di inizio dei lavori agricoli, come la raccolta della segale, la trebbiatura del grano e la semina. A questo proposito sono note più di 1200 osservazioni fenologiche analoghe per la produzione della segale tra il 1671 e il 1985¹⁰³. Nelle scritture relative agli anni 1450 - 1632 della città di Louny a nordovest della Boemia viene indicato in quale domenica venivano pagati i salari per determinati lavori svolti nelle settimane precedenti. Quando si tratta di lavori legati al tempo atmosferico, quali la rottura dello strato di ghiaccio sui corsi d'acqua (laghi, fiumi sbarrati e stagni), la rimozione di grandi blocchi di neve oppure la collaborazione alla raccolta del fieno e del grano, dalla data del pagamento si può risalire alla data di svolgimento di questi eventi e quindi, indirettamente, alle condizioni della temperatura nel periodo precedente. Tuttavia ciò avveniva soltanto in caso di scostamenti rilevanti rispetto alla media annuale¹⁰⁴.

100. Christian Pfister, *Getreide-Erntebeginn und Frühsommertemperaturen im schweizerischen Mittelland seit dem frühen 17. Jahrhundert*, in: *Geographica Helvetica*, 34 (1979), 23-25.

101. Walter Bauernfeind, *Materielle Grundstrukturen im Spätmittelalter und der Frühen Neuzeit, Preisentwicklung und Agrarkonjunktur am Nürnberger Getreidemarkt von 1339 bis 1670*, Norimberga 1993.

102. Egger Christoph, *Weigl Herwig- Text- Schrift- Codex*, Monaco 2000 (Mitteilungen des Instituts für österreichische Geschichtsforschung, Ergänzungsband 35).

103. Tarand e Kuiv, *The beginning of the rye harvest*, v. nota 45.

104. Brázdil e Kotyza, *History of weather and climate*, vol. 4, v. nota 60.

La storia della viticoltura in Europa centrale appare strettamente legata alla storia del clima¹⁰⁵. La viticoltura è difficilmente praticabile a nord delle Alpi. Le rendite, la data della raccolta ed il contenuto di zuccheri sono condizionati in primo luogo dalla temperatura del semestre estivo. Questi elementi possono quindi essere utilizzati come indicatori climatici per tre diversi momenti del periodo vegetativo nel semestre estivo: inizio estate, piena estate ed estate inoltrata¹⁰⁶.

Gli eventi condizionati dal clima che si ripresentano annualmente nel semestre invernale vengono raramente documentati nelle scritture. Solitamente si tratta di cosiddetti dati "fenologico-glaciali"¹⁰⁷, da cui è possibile risalire alla viabilità delle idrovie¹⁰⁸. Nei registri della città estone di Tallinn, ogni anno viene stabilita la data in cui le navi possono accedere al porto dopo lo scioglimento della superficie ghiacciata¹⁰⁹. Gerhard Koslowski e Rüdiger Glaser hanno determinato, in base ad una serie di documenti, in che misura la parte occidentale del mar Baltico era ghiacciata tra il 1501 e oggi¹¹⁰. In Islanda gran parte della popolazione imparava presto a leggere e scrivere. Molti contadini iniziarono a scrivere diari nelle loro case isolate, lasciando ampio spazio alle osservazioni sul tempo. Astrid Ogilvie si occupa da molto tempo dell'elaborazione di tutto questo materiale. Tra i risultati più importanti da lei ottenuti, si segnala un'importante raccolta sistematica di osservazioni relative al ghiaccio alla deriva lungo diversi settori della costa islandese¹¹¹. Per individuare le anomalie in Spagna sono invece stati utilizzati i resoconti della organizzazione di rogazioni (*rogativas*) e di altre attività religiose che venivano

105. Erich Landsteiner, *The crisis of wine production in late sixteenth-century Central Europe: Climatic causes and economic consequences*, in: Pfister, Brázdil e Glaser, ed., *Climatic variability*, v. nota 58, 323-334.

106. Alain Guerreau, *Climat et vendanges*, v. nota 22, 89-147; Christian Pfister, *Die Fluktuationen der Weinmosterträge im Schweizerischen Weinland vom 16. bis ins frühe 19. Jahrhundert*, in: Schweizer Zeitschrift für Geschichte 31 (1981), 445-491; Wilhelm Lauer e Peter Frankenberg, *Wein und Witterung in der Rheinpfalz und im Rheingau seit Mitte des 16. Jahrhunderts*, in: Georg Aymans e Karl Boesler, ed., *Beiträge zur empirischen Wirtschaftsgeographie*. Festschrift für Helmuth Hahn zum 65. Geburtstag, Bonn 1986, 99-112.

107. Il concetto di fenologia glaciale indica il congelamento e lo scioglimento delle acque che si verifica ogni anno.

108. H. M. van den Dool, H. J. Krijnen e C. J. E. Schuurmans, *Average winter temperatures at De Bilt (Netherlands) 1634-1677*, in: *Climatic Change* 1 (1978), 319-30; Buisman e Van Engelen, *Duizend Jaar*, v. nota 60.

109. Tarand e Kuiv, *Beginning of the rye harvest*, v. nota 45.

110. Gerhard Koslowski e Rüdiger Glaser, *Variations in reconstructed ice winter severity in the western Baltic from 1501 to 1995, and their implications for the North Atlantic Oscillation*, in: *Climatic Change* 41 (1998), 175-191. A. Seinä, e E. Palosuo, *The classification of the maximum annual extent of ice cover in the Baltic sea 1720-1992*, in: *Meri* 20 (1993), 5-20.

111. Astrid E. J. Ogilvie, *Documentary evidence for changes in the climate of Iceland, A.D. 1500-1800*, in: Bradley e Jones, ed., *Climate*, v. nota 36, 92-117.

inscenate per scongiurare i problemi legati al clima. Fino al XIX secolo inoltrato, alla Chiesa veniva commissionata, dalle autorità, l'organizzazione di rogazioni per invocare i santi protettori in caso di minacce ai raccolti causate da aridità, umidità o gelo. Per ogni tipo di problema climatico veniva invocato un santo particolare e, in caso di siccità, il problema di gran lunga più frequente, erano previste addirittura diverse funzioni, in base alla gravità del fenomeno: dalla scoperta di un'immagine sacra alla rogazione di intere città verso luoghi famosi di pellegrinaggio¹¹². Le *rogativas* erano conosciute da molto tempo, ma sussistevano forti dubbi sulla loro validità come indicatori climatici. Il merito di aver dissipato questi dubbi spetta a Mariano Barriendos, che dimostrò come queste processioni venissero regolate fin nei minimi dettagli dal Vaticano, e come queste non potessero essere modificate senza aver prima ottenuto la relativa autorizzazione¹¹³.

Per poter documentare l'ordine di grandezza delle alluvioni in modo inter-soggettivo, alcuni cronachisti facevano riferimento a punti di osservazione come ponti, mura e edifici. Per tener traccia delle alluvioni, veniva indicato il livello raggiunto dall'acqua su edifici pubblici e privati¹¹⁴. Per il Granducato della Baviera, Ktiratschky ha catalogato 2500 segni del livello dell'acqua, di cui gran parte relativi al Reno e ai suoi immissari settentrionali¹¹⁵.

112. Barriendos, *Climatic variations*, v. nota 49; Jorge Olcina Cantos e Javier Martin Vide, *La influencia del clima en la historia*, Madrid 1999.

113. Javier Martin-Vide e Mariano Barriendos Vallve, *The use of rogation ceremony records in climatic reconstruction: A case study from Catalonia (Spain)*, in: *Climatic Change* 30 (1995), 201-221.

114. Mathias Deutsch, *Hochwassermarken an der Unstrut im Altkreis Artern*, in: *Zeitschrift des Vereins für Heimatkunde, Geschichte und Schutz der Arten e.V. Arator* 7 (1997), 153-157; Pfister, *Wetternachhersage*, v. nota 64.

115. K. Ktiratschky, *Die Hochwassermarken im Großherzogtum Baden, Beiträge zur Hydrographie des Großherzogtums Baden*, Vol. 13., Karlsruhe 1911.

La ricomposizione dei materiali in indici per temperature e precipitazioni

Il passo più pretenzioso per valutare i valori continuativi di temperatura e precipitazioni consiste nella quantificazione del campo di dati totale, composto da elementi diretti e indiretti. Durante il primo dopoguerra, Cornelius Easton e C. E. P. Brooks furono i primi a creare indici dalle descrizioni meteorologiche, Easton per le temperature invernali e Brooks anche per le precipitazioni estive¹¹⁶. In base al modello di Brooks, anche Hubert H. Lamb (1977) e Pierre Alexandre (1987) crearono indici per le temperature invernali e le precipitazioni estive¹¹⁷. Christian Pfister ha generalizzato questo concetto nel 1984, ricomponendo i dati storico-climatici da lui raccolti per la Svizzera in indici di temperatura e di precipitazioni, non ponderati e ponderati. Per i primi mise in pratica una scala a tre livelli¹¹⁸, per gli ultimi una scala a sette livelli¹¹⁹ capace di tener conto della differente rilevanza dei dati¹²⁰. Questo concetto è stato ripreso da Rüdiger Glaser¹²¹, Rudolf Brázdil¹²², Lajos Racz¹²³, M.Y. Lyachov¹²⁴, Gabriela Schwarz-Zanetti¹²⁵ e Yevgenii Borisenkov¹²⁶, e da allora si è imposto come principale modello di riferimento¹²⁷.

La ricomposizione di dati eterogenei in indici numerici comporta un processo che non può essere formalizzato matematicamente, in quanto deve ade-

116. C.E.P. Brooks, *Climate through the ages*, London 1926; Cornelius Easton, *Les hivers dans l'Europe occidentale*, Leyden 1928.

117. Lamb, *Climate history*, v. nota 33; Alexandre, *Climat*, v. nota 3.

118. -1, 0, +1.

119. -3, -2, -1, 0 +1, +2, +3.

120. Christian Pfister, *Klimageschichte*, v. nota 95. Lo stato attuale dell'indice svizzero è documentato in: Christian Pfister, *Raum-zeitliche Rekonstruktion von Witterungsanomalien und Naturkatastrophen 1496-1995, Schlussbericht zum Projekt 4031-33198 des NFP 31*, Zurigo 1998, appendice.

121. Rüdiger Glaser, *On the course of temperature in central Europe since the year 1000 AD*, in: *Historical Social Research* 22 (1997), 59-87; Rüdiger Glaser, *Klimageschichte in Mitteleuropa seit dem Jahr 1000*, Darmstadt 2001.

122. Rudolf Brázdil, *Reconstruction of past climate from historical sources in the Czech Lands*, in: Philip D. Jones, Raymond S. Bradley e Jean Jouzel, ed., *Climatic variations and forcing mechanisms of the last 2000 Years*, Berlino, 1996, 409-431; Brázdil e Kotyza, *History of weather*, vol. 3, v. nota 60.

123. Racz, *Hungary*, v. nota 60.

124. M. Y. Lyachov, *Gody s ekstremnymi klimaticheskimi usloviyami*, in: *Materialy meteorol. issled.* 13, 1987, 119-177.

125. Schwarz-Zanetti, *Grundzüge*, v. nota 59.

126. Y. P. Borisenkov, *Documentary evidence from the U.S.S.R.*, in: Bradley e Jones, ed., *Climate*, v. nota 36, 171-183.

127. Xoplaki e a., v. nota 81, hanno coniato il concetto di "indice Pfister".

guarsi ad un ambiente di dati in continuo cambiamento e deve considerare punti di vista specifici per le fonti, ecologici e individuali¹²⁸. Affinché il controllo sia intersoggettivo, occorre che i dati di base vengano pubblicati e analizzati dalla critica¹²⁹. Secondo quanto ritengono molti studiosi di scienze naturali, tuttavia, la validità dei "numeri" derivati deve essere dimostrata con metodi statistici. Per molto tempo il metodo della calibrazione statistica non poté essere applicato, in quanto molti osservatori si procurarono strumenti di misurazione non appena questi furono disponibili nel XVIII secolo. La natura delle osservazioni cambiò tuttavia radicalmente nel corso del tempo, tanto che i dati dei documenti e le prime serie di rilevamenti coincidono a malapena. Alcuni storici erano molto diffidenti nei confronti di questi risultati che, a loro avviso, sopravvalutano la soggettività delle informazioni, ritenendo inoltre troppo dispendiosa la fase di comprensione delle procedure messe in atto. Ne consegue che l'argomentazione di una critica alle fonti troppo superficiale ha diffuso un certo disagio¹³⁰. Chi vuole presentare argomenti convincenti non può però evitare di confrontarsi in maniera approfondita con la materia. Per il controllo statistico degli indici venne sviluppato un procedimento su un campione del XVI secolo. Tale metodo si sviluppò sulla disponibilità di diverse sequenze di indici rilevati in stati confinanti, in questo caso la Germania, la Repubblica Ceca, la Svizzera e l'Ungheria. In una prima fase, lunghe sequenze strumentali di temperatura rilevate in questi paesi vennero ricondotte a indici a sette livelli. La perdita di varianza degli indici era relativamente bassa, dal 10 al 15 per cento. In una fase successiva vennero correlate le sequenze di indici basate su misurazioni strumentali di questi quattro paesi nel periodo 1901-1960. I risultanti coefficienti di correlazione "strumentali" (I, tab.2) forniscono la base di dati per ricostruire i corrispondenti coefficienti "prestrumentali" (vedi tab. 2)¹³¹.

128. Rüdiger Glaser, *Klimarekonstruktion*, v. nota 3.

129. Brázdil e Kotyza, *History of weather*, vol. 3, v. nota 60; Rüdiger Glaser e Stefan Militzer, *Wetter - Witterung - Umwelt. Aufzeichnungen und Daten aus Franken, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen 1500-1699*, Würzburg 1993; Christian Pfister e Urs Dietrich, ed., banca dati EURO-CLIMHIST <http://histserver.unibe.ch/euroclimhist/default.html> (25.5.2001).

130. Critica di Pfister, *Wetternachhersage*, v. nota 64, di Karin Hürlimann in: *Schweizer Zeitschrift für Forstwesen* 11 (1999), 445.

131. Rüdiger Glaser, Rudolf Brázdil, Christian Pfister, Mariano Barriendos, Dario Camuffo, Mathias Deutsch, Petr Dobrovolný, Silvia Enzi, Emilia Guidoboni, Oldrich Kotyza, Stefan Militzer, Lajos Racz, Fernando S. Rodrigo, *Seasonal temperature and precipitation fluctuations in selected parts of Europe*, in: Pfister, Brázdil e Glaser, ed., *Climatic variability*, v. nota 58, 169-200.

Tab. 2 - Confronto dei coefficienti di correlazione degli indici di temperatura per l'estate (metà giugno, luglio, agosto) del periodo strumentale 1901-1960 (I) con quelli del periodo prestrumentale del XVI secolo (V).

Località		Basilea	Budapest	Francoforte
Budapest	I	0,67		
	V	0,60		
Francoforte	I	0,87	0,67	
	V	0,84	0,62	
Praga	I	0,77	0,83	0,96
	V	0,68	0,74	0,85

Dalla tabella 2 appare che i coefficienti di correlazione ricavati dai dati documentati per l'estate del periodo prestrumentale sono poco rilevanti rispetto a quelli dei valori estratti da sequenze di misurazione nel periodo strumentale. I termini di paragone per le altre stagioni e per le precipitazioni sono in un ordine di grandezza paragonabile¹³². Ne consegue che la qualità degli indici di temperatura e delle precipitazioni, se si basano su dati controllati secondo i criteri della critica delle fonti e se interpretati scrupolosamente, si avvicina a quella dei dati misurati. In un'ultima fase, da un confronto statistico delle sequenze di indici e di misurazione si ricavano equazioni di regressione utilizzate per ottenere stime dei valori di temperatura e precipitazioni.¹³³

Stima della ripartizione media mensile della pressione atmosferica e della temperatura

Hubert H. Lamb ed il suo allievo John Kington negli anni '70 e '80 provarono a ricavare le condizioni della circolazione atmosferica dalla rappresentazione spaziale dei dati dei documenti e dalle prime misurazioni strumentali¹³⁴. Diverse ricerche hanno dimostrato che serie di misurazione sporadiche della temperatura, delle precipitazioni e della pressione atmosferica, se ben distribuite geograficamente, sono sufficienti per calcolare con straordinaria preci-

132. Vedi nota 131.

133. Christian Pfister e Rudolf Brázdil, *Climatic variability in sixteenth-century Europe and its social dimension: A synthesis*, in: Pfister, Brázdil e Glaser, ed., *Climatic variability*, v. nota 58, 5-54. Cfr. *Auch die farbigen Diagramme der Temperatur und Niederschlagsentwicklung für verschiedene Regionen der Schweiz seit 1496*, in Pfister, *Wetternachhersage*, v. nota 64.

134. Lamb, *Climatic History*, v. nota 33; Kington, *Weather*, v. nota 91.

sione il campo di pressione atmosferica a livello del mare e quindi la posizione e l'intensità delle zone di alta e bassa pressione in Europa.

Alla luce di queste conoscenze, il geografo di Berna Jürg Luterbacher ha sviluppato modelli statistici con cui ha trasformato le sequenze temporali storico-climatiche (le prime misurazioni strumentali, gli indici della temperatura e delle precipitazioni) in dati su larga scala per tutta l'Europa¹³⁵. Per gli storici può essere difficile comprendere come si possa creare una cartina isobarica con tratti precisi sulla base di sequenze temporali fondate su alcuni dati sporadici e talvolta descrittivi, dato che tali operazioni si basano su metodi statistici più avanzati che presuppongono una corrispondente cognizione di causa.

D'altro lato, per i geografi e i climatologi spesso è difficile seguire le riflessioni di critica alle fonti degli storici. In questo caso la collaborazione interdisciplinare richiede una notevole fiducia reciproca nella competenza in materia dei collaboratori. Ci si attende sempre che la ripartizione della pressione atmosferica media mensile coincida con le descrizioni del tempo, che costituiscono il punto di partenza della scienza storica. In tal modo si stabilisce un criterio elementare di plausibilità, grazie al quale i valori mensili e stagionali di pressione terrestre, temperatura e precipitazioni non vengono ricostruiti per determinati luoghi, bensì per i cosiddetti punti del reticolo che coprono lo spazio europeo-nordatlantico da 30°W a 40°E e da 30°N a 70°N¹³⁶.

Il procedimento può essere descritto come segue: in una prima fase, in base al cosiddetto periodo di calibrazione (1901-1960), viene creato un collegamento matematico-storico tra i dati di rilevamento delle singole stazioni e la pressione terrestre tracciata in tutta Europa, per gli stessi luoghi per cui esistono anche osservazioni continuative per LMM.

In una seconda fase le connessioni ottenute vengono riportate ai dati delle stazioni del periodo 1961-1990, il cosiddetto periodo di verifica, per ricostruire le condizioni atmosferiche nei relativi punti del reticolo. È risultato che in Europa del nord, centrale e orientale le ricostruzioni con il contenuto combinato delle informazioni delle stazioni sono simili alle condizioni della pressione terrestre.

Meno conformi alle aspettative sono i risultati per le aree di confine, come l'Europa nordorientale, per cui non esistono ancora dati; anche per quelle zone, tuttavia, le ricostruzioni sono relativamente soddisfacenti¹³⁷. In una terza

135. Jürg Luterbacher e a., *Monthly pressure*, v. nota 53.

136. I campi delle precipitazioni e della temperatura indicano uno scioglimento spaziale di 0,5°x 0,5° (latitudine e altitudine) su terra, mentre i campi di pressione terrestre indicano 1° x 1° su tutta la sezione.

137. Luterbacher e a., *Monthly pressure*, v. nota 53; Jürg Luterbacher, *Azorenhoch und Islandtief. Rekonstruktion der mittleren monatlichen Bodendruckverteilung über dem nordatlantisch-*

fase il modello viene applicato ai dati delle stazioni di LMM, in modo da ottenere indirettamente i campi di pressione mensili stimati di questo periodo. Una procedura simile è stata applicata per ricostruire i campi di pressione mensile sull'Atlantico nordorientale e in Europa per il periodo dal 1780 al 1900, il cosiddetto primo periodo strumentale (EIP)¹³⁸. Le cartine di pressione media mensile terrestre consentono in particolare di rappresentare con precisione le condizioni climatiche di fondo, a patto che il mese in questione sia caratterizzato dalla presenza di condizioni atmosferiche dominanti, come spesso avviene in caso di anomalie. Se invece il mese è caratterizzato da due o più condizioni atmosferiche molto diverse, viene riportato nella media¹³⁹.

La temperatura media mensile e il totale mensile di precipitazioni per il periodo 1659-1990 sono stati ricostruiti secondo un metodo analogo, anche se i risultati ottenuti per le precipitazioni non risultano pienamente affidabili a causa della grande variabilità delle precipitazioni sia da un punto di vista spaziale che da un punto di vista temporale.

Con la ricostruzione territoriale di temperatura e pressione atmosferica in tutta l'Europa, la ricerca storica sugli effetti climatici dispone, per gli ultimi 3-5 secoli, di sequenze di dati continuative, come ne esistevano prima solo per il periodo strumentale, anche se l'affidabilità dei dati stimati non è paragonabile con quella delle sequenze di dati.

Tuttavia la ricerca sugli effetti climatici è possibile anche nei campi per cui i dati climatici storici, pur non essendo disponibili in quantità e qualità sufficienti, sembrano particolarmente adatti in virtù di particolarità naturali, economiche o politiche o per una buona "posizione" della fonte.

Per non parlare del fatto che il nuovo database, insieme alla banca dati EURO - CLIMHIST, può risultare assai utile anche per accedere regolarmente a studi archiviati secondo criteri telematici diversi.

europäischen Raum für die vorinstrumentelle Periode, in: Pfister, *Wetternachhersage*, v. nota 64, 47-50.

138. Jones e a., *Monthly mean pressure*, v. nota 52.

139. Luterbacher, *Azorenhoch*, v. nota 137, 49.

Risultati

I risultati delle ricerche storico-climatiche relative al continente europeo e disponibili negli Anni Novanta del XX secolo comprendono migliaia di pagine e una quantità innumerevole di tabelle, grafici e cartine.

Ciononostante, non è ad oggi possibile una classificazione precisa di questi materiali, né, tanto meno, un loro utilizzo finalizzato alla ricostruzione analitica del clima storico per l'intero continente. La storia del clima, in questo senso, resta una pagina della storia europea ancora da scrivere. Conviene invece indagare sulle caratteristiche "ideali" di un periodo particolare del clima, che spesso confluisce nella rappresentazione storica, in particolare con i riferimenti al "Periodo Caldo Medievale" e alla "Piccola Età Glaciale".

Occorre inoltre fare una considerazione di base: così come per la storia delle società civili, anche per le ricostruzioni del clima conviene dividere i processi in tre diversi livelli temporali: alla *courte durée* vengono attribuiti eventi nell'arco temporale di giorni, settimane e mesi, la *durée moyenne* comprende variazioni nell'arco temporale di decenni e la *longue durée* riguarda le variazioni nell'arco di secoli.

Attraverso questa precisazione è possibile comprendere la diffusione del concetto di "Piccola Età Glaciale"¹⁴⁰.

I limiti temporali precisi sono discutibili in quanto non seguono criteri climatici unitari e dipendono dall'ambito della ricerca.

Il concetto di "Piccola Età Glaciale" crea confusione nella letteratura per almeno due ragioni: innanzitutto non appare troppo chiaro se con esso ci si riferisca ai ghiacciai oppure al clima. Oggi si conviene che la "Piccola Età Glaciale", partendo dall'analisi delle posizioni delle lingue dei ghiacciai, prese avvio nel periodo tra la fine del XIII e l'inizio del XIV secolo e si conclude alla fine del XIX secolo¹⁴¹.

In secondo luogo, tale termine richiama erroneamente l'immagine di un periodo di freddo omogeneo. L'avanzamento delle fronti glaciali non è tuttavia attribuibile a nessun modello climatico unitario, potendo esso riferirsi a fasi di accumulo favorevoli o a fasi di ablazione favorevoli.

140. S. R. O'Brien, P. A. Mayewski, L. D. Meeker, D. A. Meese, M. S. Twickler e S. I. Whitlow, *Complexity of Holocene climate as reconstructed from a Greenland ice core*, in: *Science* 270 (1995), 1962-1964.

141. Jean Grove, *The initiation of the Little Ice Age in regions around the North Atlantic*, in: P. D. Jones, T. D. Davies, A. E. J. Ogilvie, K. R. Briffa, ed., *Climate and climatic impacts through the last 1000 years*, Norwich (in stampa).

Il clima estivo, importantissimo per i ghiacciai alpini, si divide all'interno di questo periodo in una serie di oscillazioni calde e fredde¹⁴², senza che si possa riscontrare una tendenza di lunga durata. D'altra parte è incontestabile che gli inverni lunghi e freddi erano più frequenti nel periodo tra il 1300 e il 1900 sia rispetto al periodo che va dal 1180 al 1300 sia in confronto al XX secolo¹⁴³; questo risultato tuttavia non è ricollegabile in un rapporto causa/effetto alle posizioni dei ghiacciai. Da un punto di vista globale, i periodi più freddi in una regione spesso non coincidono con quelli di altre regioni, e l'alternanza stagionale di caldo e freddo si modifica nel corso del tempo¹⁴⁴. Anche il "Periodo Caldo Medievale", definito da Hubert H. Lamb e da lui indicato come il periodo intercorso tra il 900 e il 1300¹⁴⁵, se osservato attentamente (a partire dall'XI secolo) indica pochi tratti unitari¹⁴⁶, ad eccezione del particolare di inverni freddi e frequenti estate calde tra il 1180 e il 1300¹⁴⁷. Questo periodo, così come il XX secolo, può essere considerato una fase climatica favorevole. Ogni periodo o fase nella storia del clima, come sostenevano già anche Heinz Wanner e Ulrich Siegenthaler nel 1987, dipende da molte condizioni marginali e da *forcing factors* ed ha quindi carattere individuale¹⁴⁸.

Un'immagine più univoca dal punto di vista climatico e che presenta maggiori collegamenti storico-scientifici relativamente all'interazione di temperature stagionali e modelli di precipitazioni può essere evinta da un'analisi approfondita delle variazioni di media durata: in questo campo non esistono ancora sequenze temporali continue e affidabili di temperatura e precipitazioni degli ultimi 900 anni. Sono state innanzitutto considerate una prima serie di finestre temporali: nel XVI secolo l'inverno e l'inizio della primavera in Europa centrale erano quasi sempre più freddi rispetto al XX secolo, mentre per quanto riguarda il clima estivo è possibile riconoscere tre diverse fasi di lun-

ghezza pressoché analoga. Nel primo terzo di secolo le estati calde e quelle fresche si eguagliarono, nel secondo terzo le estati erano più calde di 0,3 °C e più secche del 5%; nel terzo periodo invece, probabilmente a causa delle eruzioni vulcaniche alle basse latitudini, le estati erano più fredde di 0,4 °C e più umide del 5% rispetto al periodo 1901 - 1960. Estati fredde e umide si susseguirono tra il 1568 e il 1573, poi nuovamente tra il 1585 e il 1598, comportando gravi danni per i vigneti a nord delle Alpi e un notevole avanzamento dei ghiacciai. A sud delle Alpi questi fenomeni non si sono verificati¹⁴⁹.

Nell'ambito del progetto ADVICE è stata analizzata per il LMM (1675-1715) la pressione media atmosferica mensile in Europa: in inverno, in Europa nordorientale essa era molto più elevata, mentre in Europa centrale e nell'area mediterranea questa risultava più bassa rispetto al XX secolo. Ciò favorì lo spostamento di correnti di aria polare fredda e secca verso l'Europa centrale, arrivando fino al Portogallo meridionale¹⁵⁰ e a Creta¹⁵¹ con occasionali neviccate. Nel periodo primaverile la pressione atmosferica sull'Islanda e sul mare del Nord era più elevata rispetto ad oggi, con masse d'aria artiche che si spingevano più frequentemente verso l'Europa centrale. Ne consegue che le stagioni primaverili in generale erano più fredde rispetto a quelle attuali. In estate, l'alta pressione delle Azzorre si estendeva più raramente e più debolmente verso l'Europa centrale. Il fronte polare e con esso i venti da ovest arrivavano allora più a sud, rendendo l'Europa centrale più piovosa e ventilata. In autunno e in inverno la pressione atmosferica sul Nord Europa era più elevata. Generalmente, i modelli di circolazione autunnali, con alta pressione in Nord Europa, duravano più a lungo nel semestre freddo. Questi spostamenti della circolazione in LMM vengono attribuiti alla congiunzione fra un'attività solare più ridotta, un'elevata frequenza di eruzioni vulcaniche ai tropici e la variazione delle correnti oceaniche nell'Atlantico del nord, la cui esatta interazione resta tuttavia da studiare in maggior dettaglio¹⁵².

Grazie alla cooperazione internazionale, gruppi di ricerca di quasi tutti i paesi europei sono riusciti a definire standard comuni e a sviluppare procedure per la trasformazione di diversi tipi di dati climatici di diverse aree europee in rappresentazioni spaziali¹⁵³. In base allo stato attuale della ricerca, si prevede che nel prossimo futuro sarà possibile determinare la posizione media delle zone di alta e bassa pressione e l'origine delle masse d'aria negli ultimi 340

149. Pfister e Brázdil, *A synthesis*, v. nota 133.

150. Alcoforado et al., *Portugal*, v. nota 51.

151. Grove e Conterio, *Eastern Mediterranean*, v. nota 82.

152. Jürg Luterbacher, Ralph Rieckli, Eleni Xoplaki, Chantal Tinguely, Christoph Beck, Christian Pfister, Heinz Wanner, *The Late Maunder Minimum (1675-1715) – a key period for studying decadal scale climatic change in Europe*, in: *Climatic Change* 49/2001, 441-462.

153. Pfister e a., *High resolution spatio-temporal reconstructions*, v. nota 46, 329-376.

142. Pfister, *Variations*, v. nota 63; K. R. Briffa, T. S. Bartholin, D. Eckstein, P. D. Jones, W. Karlén, F. H. Schweingruber e P. Zetterberg, *A 1400-year tree-ring record of summer temperatures in Fennoscandia*, in: *Nature* 346 (1990) Nr. 6283, 434-439. Rüdiger Glaser, *Course of temperature*, v. nota 121.

143. Pfister e a., *Winters in Europe*, v. nota 61; Pfister e a., *Winter air temperature*, v. nota 61; Glaser, *Course of temperature*, v. nota 121.

144. Raymond S. Bradley e Philip D. Jones, *Climatic variations over the last 500 years*, in: dies., ed., *Climate*, v. nota 36, 649-665, 658 seg.

145. Lamb, *Climate history*, v. nota 33, 112; Kington, *Weather*, v. nota 91, per gli anni dal 1780 al 1785, ha ricostruito le condizioni meteorologiche giornaliere in base ai dati di misurazione della pressione atmosferica sul livello del mare.

146. Malcolm K. Hughes e Henry F. Diaz, *Was There a "Medieval Warm Period", and if so, where and when?*, in: *Climatic Change* 26 (1994), 109-142.

147. Alexandre, *Climat* (v. nota 3); Pfister et al., *Winter air temperature*, v. nota 61.

148. Wanner e Siegenthaler, ed., *Long and short term variability*, v. nota 63.

anni mese per mese, e degli ultimi 1500 anni stagione per stagione¹⁵⁴. Con queste nuove premesse, per la prima volta si sta svolgendo una ricerca ad ampio raggio relativa agli effetti del clima sui prezzi del grano, sulla congiuntura e sullo sviluppo demografico nell'epoca delle società agrarie.

La ricerca storica sugli effetti del clima

Premesse

Negli anni Novanta, l'intensa attività di ricerca ha posto nuove basi empiriche per lo studio storico degli effetti del clima. Mentre il primo determinismo aveva tratto abbondanti conclusioni senza sufficienti fondamenti empirici, le nuove ricerche sugli effetti non riescono a fare buon uso della base di dati più ampia. La domanda sempre più ricorrente relativa alle relazioni tra "clima" e "storia" tuttavia non trova risposta con le regole del gioco dettate dalla scienza. "Clima" e "storia" sono infatti concetti il cui grado di astrazione è troppo elevato per poter dimostrare in forma scientifica accettabile la loro interrelazione. Si possono porre domande utili soltanto se si adotta un'unità di misura più ampia e se, a tal fine, si osservano attentamente i processi naturali e sociali. Più l'analisi è dettagliata, più aumentano le probabilità di trovare un'interrelazione¹⁵⁵. Per questo motivo, gli eventi specifici di questo tipo valgono essenzialmente solo all'interno di contesti specifici. Ammesso che ne sia plausibile una qualche generalizzazione, ciò è possibile solo all'interno di contesti con strutture simili.

Tenendo conto della limitazione alle società agrarie di cui finora si è occupata la ricerca storica sugli effetti climatici, vengono posti in primo piano come aree di ricerca innanzitutto la biomassa (alimenti e mangimi) e la disponibilità energetica (energia idrica, energia eolica), e, in secondo luogo, i processi dinamici della popolazione (soprattutto la fertilità e la mortalità di uomini e bestiame di allevamento). Si potrebbe affermare in senso lato che il clima ed il tempo hanno modificato la disponibilità di energia e di risorse a disposizione di gruppi e individui nelle società agrarie, delimitandone o ampliandone il campo d'azione. L'importanza delle condizioni climatiche dipendeva dal contesto, cioè da variabili naturali, culturali e temporali. Hanno invece effetti più immediati le catastrofi naturali e gli stati d'emergenza causati dal clima, che

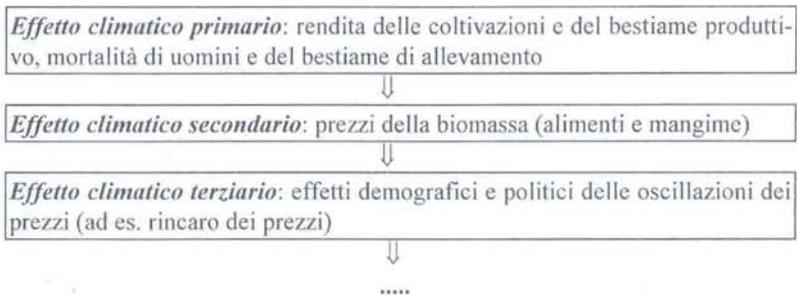
154. Per i periodi 1675-1715 e 1780-1860. Questo è l'obiettivo del progetto dell'UE ADVICE (Annual and Decadal Variability of Climate in Europe).

155. Roy Ellen, *Environment, subsistence and system. The ecology of small-scale social formations*, Cambridge 1982, 7.

costano vite umane e che distruggono le infrastrutture, oltre a indurre la presa di decisioni e quindi l'azione dei sistemi politici, di gruppi e di individui¹⁵⁶.

Mentre la ricerca sugli effetti del clima attuali e futuri si è sviluppata rapidamente, sollecitata dal dibattito sull'effetto serra¹⁵⁷, la teoria degli effetti storici del clima non si è praticamente sviluppata dopo la pubblicazione del volume di Robert Kates nel 1985 *Climate Impact Assessment*¹⁵⁸. Gli effetti del clima, partendo dalla produzione agricola, vengono rappresentati in una catena causale: le prime conseguenze determinate dal clima sulla qualità e la quantità della biomassa prodotta provocano variazioni dei prezzi che, a loro volta, sono causa di conseguenze demografiche (crisi di sussistenza) e politiche (rincarare dei prezzi) (fig. 1).

Fig. 1 - La catena degli effetti climatici influisce sulla società (da Kates et alii, ed., *Climate impact assessment*, v. nota 35).



Nella catena causale, scostandosi dagli effetti primari, diminuisce la dipendenza dagli effetti climatici e aumenta il campo d'azione della società¹⁵⁹,

156. Cfr. Martin Hille, *Vom Bauernkrieg zum Dreißigjährigen Krieg. Veränderungen in der ländlichen Gesellschaft des 16. und 17. Jahrhunderts*, in: *Geschichte in Wissenschaft und Unterricht* 10 (2000), 576-597.

157. Al tema "Integrated Assessment" è dedicata la prima parte dell'edizione speciale 34 (1996) H. 3-4, di *Climatic Change*.

158. Kates e a., ed., *Climate impact assessment*, v. nota 35. Per accostarsi alla tematica è fondamentale l'articolo di Tom M. L. Wigley, Nick J. Huckstep, Astrid E. Ogilvie e Martin J. Ingram, *Historical climate impact assessment*, 529-563. Gli autori hanno sviluppato un catalogo di criteri, in base a cui hanno valutato sistematicamente le ricerche conosciute.

159. Esempi di studi sull'impatto biofisico: Marcel Lachiver, *Les années de misère*, v. nota 3. Mariano Barriendos-Vallvé e Andreas Dannecker, *La sequía de 1812-1824 en la costa central catalana. Consideraciones climáticas e impacto social del evento*, in: J. M. Raso e J. Martín Vide, ed., *La climatología española en los albores del siglo XXI*, Barcellona 1999, 53-62.

rendendo sempre più impossibile la piena comprensione delle ricerche in materia. Soprattutto, aumenta il grado di complessità dei collegamenti. Gli effetti primari e secondari possono essere quantificati con relativa precisione nell'ambito dei modelli, gli effetti terziari nell'ambito della demografia. Arrivando alle conseguenze politiche dei rincari, a volte sotto forma di rivolte popolari, ciò diventa praticamente impossibile, dato che in quel caso predomina il contesto situazionale¹⁶⁰. Alcuni studi biofisici sugli effetti analizzano questa catena causale: l'effetto climatico svolge un ruolo dominante, seguito poi dagli influssi economici e istituzionali che partecipano alla formazione del prezzo; infine vengono analizzati i conseguenti fenomeni sociali, demografici e politici¹⁶¹.

Le ricerche sincrone sono ulteriormente complicate dal fatto che le società non sono statiche, bensì si sviluppano in molti modi. Questa tematica interessa principalmente le modifiche che vengono definite come adattamento¹⁶². Nella letteratura del *Climatic Change* ricorrono frequenti definizioni di questo concetto: tutte si riferiscono ad un adattamento a stimoli vissuti o attesi, con una riduzione della capacità di resistenza individuale e sociale. Non sempre viene espresso chiaramente a quali tipi di variazioni climatiche ci si debba adattare (spostamento dei valori medi e/o dell'ampiezza), quali siano gli attori (appartenenti a determinati settori o rami dell'industria, istituzioni, sistemi naturali) e come avvenga l'adattamento¹⁶³. Gli effetti climatici risultano sempre da un'interazione tra clima e società, per cui effetti diversi possono essere provocati da una combinazione climatica uguale in diverse società oppure da combinazioni climatiche simili nella stessa società ma in diversi momenti¹⁶⁴. Le società che non si sono adattate alla variazione delle condizioni ambientali si sono estinte. È il caso dei Vichinghi in Groenlandia, che al termine del "Periodo Caldo Medievale" continuarono a coltivare grano, mentre gli Inuit (Eschimesi), più flessibili, sopravvissero¹⁶⁵.

160. V. ad es. Manfred Gailus e Heinrich Volkmann, ed., *Der Kampf um das tägliche Brot. Nahrungsmangel, Versorgungspolitik und Protest 1770-1990*, Opladen 1994.

161. Robert W. Kates, *The interaction of climate and society*, in: Kates e a., ed., *Climate impact assessment*, v. nota 35, 3-36.

162. Cfr. il volume speciale pubblicato da Sally M. Kane e Gary W. Yohe 45 (2000), H. 1, da *Climatic Change* al tema "Societal adaptation to climate variability and change".

163. Barry Smit, Ian Burton, Richard J.T. Klein, J. Wandel, *An anatomy of adaptation to climatic change and variability*, in: *Climatic Change* 45 (2000), H. 1, 223-251.

164. Kates, *Interaction*, v. nota 161; Christian Pfister, *Fluctuations climatiques et prix céréalières en Europe du XVIe au XXe siècle*, in: *Annales ESC*, 43 (1988), 25-53. Con riferimenti al clima meno espliciti: Walter Bauernfeind, *Materielle Grundstrukturen*, v. nota 101.

165. Grove, *Little Ice Age*, v. nota 141, 400 segg.

Raccolti e prezzi

Un argomento sempre molto dibattuto è relativo la durata e la misura in cui le società agrarie europee sono state soggette alle variazioni climatiche. È quasi inutile evidenziare che, come le ricerche agronomiche e le esperienze agricole hanno già dimostrato fin troppo chiaramente, i raccolti agricoli, oscillanti di anno in anno, sono largamente condizionati dagli influssi climatici¹⁶⁶. Invero, la questione delle relazioni tra clima e raccolti, nelle condizioni ambientali, istituzionali e tecnologiche delle società agrarie, ha finora riscontrato poco interesse. Emmanuel Le Roy Ladurie ha postulato che per verificare l'ipotesi climatica si dovrebbero dimostrare rigidi criteri scientifici, indicando che tutte le annate negative per il raccolto si sono verificate in un ciclo di crisi per le stesse cause, e che si sono verificate più frequentemente del ciclo precedente e di quello successivo¹⁶⁷. Per rispondere a queste esigenze, i collegamenti tra influssi meteorologici e raccolti nelle coltivazioni principali dovrebbe essere analizzato in base a sequenze temporali con metodi statistici. L'ideale sarebbe che, oltre alla produzione di grano, venisse indicato nella ricerca anche il volume delle altre fonti di approvvigionamento, quali gli alberi da frutta (frutta, nel bacino mediterraneo olive, ovunque le castagne) ed i prodotti caseari, per poter considerare gli effetti sostitutivi rilevanti per le oscillazioni dei prezzi del grano. In base alla localizzazione geografica della fonte, tuttavia, è solitamente possibile calcolare la produzione di grano e di vino. A tal fine occorre effettuare ricerche specifiche in materia e limitarsi ad una determinata area e a un determinato periodo, in modo che le generalizzazioni traggano origine soltanto da un confronto di diversi casi analizzati.

In tali analisi, conformemente alle ipotesi avanzate, occorre valutare anche il fattore della capacità di adattamento. I produttori, i consumatori e le autorità governative avevano sviluppato una serie di strategie per isolare gli effetti delle oscillazioni dei raccolti. Venivano messe a punto strategie per ridurre i rischi basate sull'ampliamento della varietà di piante da coltura e sulla ripartizione della coltivazione su terreni e altitudini diverse, al fine di scongiurare il pericolo vitale di un'annata assolutamente disastrosa¹⁶⁸. Le misure adottate

166. J.M. Reilly, *Climatic Change and Agriculture, The state of the scientific knowledge*, in: *Climatic Change* 43 (1999), 645-650 (altre pagine pertinenti sono presenti nel volume citato).

167. Le Roy Ladurie, *Times of feast*, v. nota 22, 10.

168. Pfister, *Klima der Schweiz*, v. nota 3, vol. 2, 49-60. Per la riduzione dei rischi Dieter Groh, *Strategien, Zeit und Ressourcen. Risikominimierung, Unterproduktivität und Mussepräferenz - die zentralen Kategorien von Subsistenzökonomien*, in: ders., *Anthropologische Dimensionen in der Geschichte*, Francoforte 1992, 54-113.

per superare le crisi (immagazzinamento di scorte, importazioni) miravano a limitare provvisoriamente il rialzo dei prezzi del grano¹⁶⁹.

L'esempio della Svizzera centrale dimostra che ai rincari determinati dalle condizioni del tempo nella parte bassa dell'Europa centrale corrispondeva una varietà relativamente limitata di combinazioni meteorologiche: settembre e ottobre umidi, arrivo prematuro dell'inverno, marzo e aprile freddi e piena estate molto umida (periodo tra l'inizio di luglio e il 10 agosto). Determinanti erano le primavere fredde accompagnate da estati umide, dato che, oltre al raccolto del grano, comportavano una riduzione anche dell'uva da vino, dell'utilizzo del bestiame e della frutta. Questo gli speculatori lo sapevano bene, come evidente dal movimento settimanale dei prezzi del grano¹⁷⁰. "I sacchi di grano e i vigneti erano le azioni dell'inizio dell'età moderna", ha dichiarato Ulrich-Christian Pallach¹⁷¹. Chi prevedeva un rialzo e disponeva del capitale necessario poteva raddoppiare o triplicare la sua quota entro l'anno ai danni degli acquirenti degli strati inferiori. All'esempio climatico di primavera fredda e estate umida corrispondono le crisi degli anni 1569-1574, 1586-1589, 1593-1597, 1627-1629, 1688-1694, 1769-1771, 1816-1817, 1853-1855¹⁷². In che misura questo modello possa essere estrapolato geograficamente è ancora da stabilire in base ad altri casi. Per il periodo successivo al 1659 sono stati utilizzati come parametri climatici empirici le cartine ora esistenti della ripartizione mensile della pressione atmosferica in Europa. Nell'area mediterranea invece le annate negative erano precedute soprattutto da una continua siccità nel semestre invernale¹⁷³.

Una recente teoria storico-economica ipotizza che le variazioni climatiche, insieme alla crescita demografica e alla circolazione di capitali, svolgessero un ruolo pressoché irrilevante per le oscillazioni dei prezzi del grano¹⁷⁴, seb-

bene questo modello appaia in netto contrasto con l'esperienza dei contemporanei. Questo si basa tra l'altro sull'ipotesi di Jan de Vries, secondo cui il livello di integrazione del mercato all'inizio dell'età moderna era già tale da poter allentare le correlazioni, presumibilmente strette, tra clima e raccolti, e tra raccolti e attività economica generale¹⁷⁵. De Vries mette quindi in dubbio l'importanza del ciclo dei raccolti stesso per le oscillazioni a breve termine dei prezzi del grano, sollevando una questione espressa poi da Wilhelm Abel per la Germania e da Ernest Labrousse per la Francia nella sua forma attualmente valida¹⁷⁶. Questa teoria potrebbe valere per i Paesi Bassi, che disponevano di possibilità di importazione a basso costo sulle idrovie; ma per le zone interne del continente quest'ipotesi è in contraddizione con i dati empirici¹⁷⁷. Inoltre, le cattive condizioni meteorologiche che stavano alla base dei rincari nelle annate magre provocavano gravi danni ai raccolti. I prezzi aumentavano soprattutto nelle zone del bacino superiore dei grandi fiumi, in cui i deficit non potevano essere compensati dal commercio interregionale via terra¹⁷⁸. Walter Bauernfeind, nella sua approfondita ricerca sullo sviluppo dei prezzi e la congiuntura agricola sul mercato del grano di Norimberga, giunse alla seguente conclusione: "togliendo le distorsioni monetarie della svalutazione e del potere d'acquisto dei metalli nobili, gli elementi tipici dei movimenti del prezzo del grano sono il volume dei raccolti di grano annui, il tasso di mortalità in rapida ascesa [conseguenza delle epidemie] e i peggioramenti delle condizioni climatiche"¹⁷⁹. Dai calcoli dei modelli per il periodo fino al 1500 si evidenzia un'alternanza a lungo termine di fasi meteorologiche favorevoli (1525 - 1565, 1630 - 1678, 1721 - 1766) e sfavorevoli (1566 - 1629, 1679 - 1720, 1767 - 1817)¹⁸⁰. Per la Germania sudoccidentale, Wolfgang von Hippel giunse alla

demografica riacquista importanza come causa, sebbene fosse in calo nel periodo del forte aumento dei prezzi del grano alla fine del 16° secolo. V. anche Franz Mathis, *Die deutsche Wirtschaft im 16. Jahrhundert*, Monaco 1992, 98 f.

175. Jan De Vries, *Measuring the impact of climate on history: The search for appropriate methodologies*, in: *Journal of Interdisciplinary History*, 10 (1980), 602.

176. W. Abel, *Agrarkrisen und Agrarkonjunktur*, 3. edizione Berlino 1978; F. Braudel e E. Labrousse, ed., *Histoire économique et sociale de la France*, vol. 2, Parigi 1970. Sull'accettazione della teoria delle crisi e congiunture agricole cfr. W. Achilles, *Landwirtschaft in der frühen Neuzeit*, Monaco 1992, 63-90.

177. E. A. Wrigley, *Some reflections on corn yields and prices in preindustrial economies*; in: Walter e Schofield, ed., *Famine*, v. nota 168, 235-278. Per la Germania Gailus e Volkman, *Kampf*, v. nota 160; per la Francia Price, *The modernization of rural France. Communications networks and agricultural market structures in nineteenth century France*, Londra 1983; per la Svizzera Pfister, *Klima der Schweiz*, v. nota 3, vol. 1, e Pfister, *Fluctuations*, v. nota 163.

178. Cfr. le cartine relative alle crisi 1571-74 e 1770-73 in Abel, *Agrarkrisen*, v. nota 175, 39, 47.

179. Bauernfeind, *Materielle Grundstrukturen*, v. nota 100, 369.

180. Pfister, *Fluctuations*, v. nota 164.

169. Gailus e Volkman, *Kampf*, v. nota 160; John Walter e Roger Schofield, ed., *Famine, disease and the social order in early modern society*, Cambridge 1989; Hans-Heinrich Bass, *Hungerkrisen in Preußen während der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts*, St. Katharinen 1991; Monika Hagenmaier e Sabine Holtz, *Krisenbewusstsein und Krisenbewältigung in der Frühen Neuzeit - Crisis in Early Modern Europe*, Francoforte 1992; John Burnett e Derek J. Oddy, ed., *The origins and development of food policies in Europe*, Londra 1993.

170. Christian Pfister, *Witterungstagebücher im frühen 16. Jahrhundert und ihre Bedeutung für die Geschichte der Agrarkonjunktur, dargestellt am Beispiel der Teuerung von 1529 bis 1531*, in: Heinrich R. Schmidt, André Holenstein e Andreas Würzler, ed., *Gemeinde, Reformation und Widerstand. Festschrift für Peter Blickle zum 60. Geburtstag*, Tübingen 1998, 443-456.

171. Christian Pallach, ed., *Hunger, Quellen zu einem Alltagsproblem in Europa und in der Dritten Welt 17. bis 20. Jahrhundert*, Monaco 1986, 13.

172. Pfister, *Agrarmodernisierung*, v. nota 168, 133.

173. Barriendos-Vallvé, Dannecker, *La sequía*, v. nota 159; Koplaki e a., *Balkans*, v. nota 81.

174. Wilhelm Abel, *Geschichte der deutschen Landwirtschaft vom frühen Mittelalter bis zum 19. Jahrhundert*, 3. edizione, Stoccarda 1978; Friedrich-Wilhelm Henning, *Handbuch der Wirtschafts- und Sozialgeschichte Deutschlands*, vol. 1, Paderborn 1991, 183, in cui la crescita de-

seguinte conclusione: "l'alternarsi dei raccolti provocò sempre pesanti oscillazioni di produzione, che, a loro volta, a causa dell'importanza della agricoltura per il reddito nazionale e la situazione dei consumi, influenzarono in modo determinante gli eventi economici e lo standard di vita di ampi strati della popolazione. Le crisi economiche in Germania sudoccidentale rimasero innanzitutto crisi agricole fino alla seconda metà del XIX secolo"¹⁸¹.

Demografia

Le condizioni climatiche possono influenzare direttamente la diffusione di epidemie, modificandone la virulenza. D'altronde non tutte le malattie infettive sono condizionate dal clima, e non tutte le malattie sensibili al clima reagiscono agli stessi fattori¹⁸². In base a un preciso modello, Patrick Galloway ha analizzato la rilevanza demografica delle condizioni climatiche in Inghilterra, Francia, Prussia e Svezia dal 1460 al 1909. Lo studioso è giunto alla conclusione che le condizioni climatiche hanno avuto un effetto notevole sulla mortalità in questi paesi, anche a prescindere dai fattori economici¹⁸³.

A lungo sono state analizzate le crisi di sussistenza dovute all'impossibilità degli strati inferiori della popolazione di accedere agli approvvigionamenti nei periodi di rincaro dei prezzi¹⁸⁴. Particolarmente interessanti sono risultate le analisi comparative su paesi e regioni¹⁸⁵. La maggior parte della popolazione malnutrita non moriva di fame, bensì rimaneva vittima di malattie infettive¹⁸⁶.

181. Wolfgang von Hippel, *Wirtschafts- und Sozialgeschichte 1800 bis 1918*, in: *Handbuch der baden-württembergischen Geschichte* vol. 3, Stoccarda 1992, 517.

182. Fondamentale R. I. Rotberg e Theodore K. Rabb, ed., *Hunger and history. The impact of changing food production and consumption patterns on society*, Cambridge 1986, in particolare 305-308.

183. Patrick R. Galloway, *Secular changes in the short-term preventive, positive, and temperature checks to population growth in Europe, 1460 to 1909*, in: *Climatic Change* 26 (1994), 3-63. Cfr. anche Walter e Schofield, ed., *Famine*, v. nota 169; John Landers, *Mortality, weather and prices in London 1675-1825: A study of short-term fluctuations*, in: *Journal of Historical Geography* 12 (1986), 347-364.

184. Cfr. Lucile Newman, ed., *Hunger in History. Food Shortage, Poverty and Deprivation*, Oxford 1990.

185. William Chester Jordan, *The great famine. Northern Europe in the early fourteenth century*, Princeton 1996; John D. Post, *The last great subsistence crisis in the western world [1816/17]*, Baltimore 1977; a riguardo, *Food shortage, climatic variability, and epidemic disease in preindustrial Europe. The mortality peak in the early 1740's*, Ithaca 1985 e *The mortality crises of the early 1770s and European demographic trends*, in: *Journal of Interdisciplinary History* 21 (1990), 29-62.

186. Fondamentale Jacques Dupâquier, *Demographic crises and subsistence crises in France, 1650-1725*, in: Walter e Schofield, *Famine*, v. nota 169, 189-200; e Alfred Perrenoud, *La mor-*

Per comprendere ciò occorre partire da una sindrome sociale e fisiologica: persone disperate che vagavano per il paese in cerca del minimo per la sopravvivenza venivano contagiate quando si accalcavano intorno alle cucine e ai luoghi in cui un qualche cibo si rendeva disponibile¹⁸⁷. Il grano a basso costo che consentiva loro di nutrirsi spesso era infestato da aspergilli, che secondo Mary Matossian danneggiavano il sistema immunitario e aumentavano la mortalità di coloro che erano colpiti dall'epidemia¹⁸⁸. Ciò spiegherebbe perché le crisi di mortalità si verificavano con maggior frequenza dopo estati umide, se come ad esempio nel 1770 e nel 1816 il grano veniva immagazzinato ancora umido, perché il tasso di mortalità era molto più elevato negli strati inferiori della popolazione e perché questo seguiva inesorabilmente il rincaro dei prezzi. Oggi è opinione unanime che la rilevanza delle crisi di sussistenza per lo sviluppo demografico nel lungo periodo non vada sopravvalutata¹⁸⁹.

Complessivamente si ritiene che la sensibilità delle società dell'Europa occidentale ai fattori climatici sia notevolmente diminuita, o almeno così si può dedurre dai rincari e dalle crisi demografiche, a partire dal XVIII secolo, quindi ancora prima dell'allacciamento del continente alla rete di trasporti moderna. Si presume implicitamente che gli effetti climatici scatenanti le crisi siano tra loro paragonabili. Con i dati attuali validi per tutta l'Europa questa ipotesi può per la prima volta essere verificata in modo preciso. Forse sarà possibile elaborare con più precisione, oltre ai fattori tecnici e economici (ad esempio l'integrazione di mercato), anche il significato delle riforme sociali e istituzionali che potranno svolgere un ruolo dominante nel superamento dei futuri problemi climatici.

Anomalie e catastrofi naturali

Le anomalie e le catastrofi naturali vengono considerati shock diretti per un sistema economico, a causa della perdita di vite umane, dei danni materiali e della disorganizzazione che provocavano. I loro effetti sono in larga misura determinati dalla capacità di resistenza del sistema economico e sociale in questione, dalla grandezza e dalla posizione dei centri abitati, dal livello di reddito, dalla capacità delle reti sociali e dalla volontà di intervento del sistema politico interessato.

talité, in: Bardet e Dupâquier, ed., *Histoire*, v. nota 69 vol. 1, 308-316; Lachiver, *Années de misère*, v. nota 3; Bass, *Hungerkrisen*, v. nota 169.

187. Post, *Food Shortage*, v. nota 185.

188. Mary Matossian, *Poisons of the past*, New Haven 1989.

189. Perrenoud, *Mortalité*, v. nota 186, 300.

Gli effetti storici delle tendenze climatiche, come definito dalla critica di Eric L. Jones alla precedente ricerca sugli effetti climatici, non si esprimono tanto a livello di modifiche a lungo termine dei valori medi a cui si deve adattare la società, ma piuttosto risultano visibili nelle modifiche di tipo, dimensione, periodicità e distribuzione geografica di anomalie e catastrofi naturali¹⁹⁰.

Jones e Anderson hanno affermato che l'economia politica dell'Europa occidentale non soltanto è stata colpita da catastrofi con meno frequenza e meno intensità rispetto alla Cina o all'India, ma gli stati dell'età moderna si sono impegnati per ammortizzare gli effetti devastanti delle catastrofi¹⁹¹. L'analisi è il primo passo della verifica empirica di questa ipotesi¹⁹². A questo riguardo, varrebbe la pena di approfondire, oltre al cambiamento dei modelli di catastrofe e al miglioramento della gestione delle catastrofi, anche tutte le tematiche ad essi correlate¹⁹³.

Conclusioni

Gli inizi della climatologia storica risalgono al principio del XX secolo e sono da attribuire a persone esterne all'ambito scientifico.

Tra il 1960 e il 1990 è stato espresso un rinnovato interesse da parte di storici e scienziati nei confronti di ricostruzioni climatiche attendibili, che ha riportato agli occhi di tutti il grande potenziale delle registrazioni nei documenti storici.

Progetti internazionali svolti negli anni Novanta del XX secolo hanno dato il via alla collaborazione tra climatologi storici a livello internazionale, incoraggiando la formulazione di standard e di principi comuni.

Come risultato, si è pervenuti a sequenze temporali quasi omogenee di dati, confrontabili a livello internazionale. Queste sono diventate il punto di partenza dei climatologi per le ricostruzioni su larga scala di pressione atmosferica e temperatura, che presto saranno disponibili per una ricerca sugli effetti climatici a livello internazionale in Europa.

190. Eric Lionel Jones, *Das Wunder Europa, Umwelt, Wirtschaft und Geopolitik in der Geschichte Europas und Asiens*, Tübingen 1991, 26.

191. J.L. Anderson e Eric L. Jones, *Natural disasters and the historical response*, in: *Economic History Review* 28 (1988), 3-20.

192. Nell'ambito linguistico tedesco è esemplare Jakobowksi-Thiessen, *Sturmflut 1717*, v. nota 62. Cfr. anche Bartolomé Bennassar (Hg.), *Les catastrophes naturelles dans l'Europe médiévale et moderne*, Toulouse 1996; Pfister (Hg.), *Am Tag danach*, v. nota 62, Massard-Guilbaud a., *Cities*, v. nota 62.

193. Behringer, *Hexen*, v. nota 72; Pfister e Brändli, *Rodungen im Gebirge*, v. nota 66.

Sulla base di questo materiale sarà possibile considerare il clima come fattore rilevante in molti contesti storici.

Naturalmente, l'importanza del clima nei processi storici non può essere stabilita a priori, ma, viceversa, deve essere determinata di volta in volta in funzione del contesto.