

ANIDRIDE CARBONICA E TEMPERATURA GLOBALE: PROSPETTIVA STORICA E NESSI CAUSALI

CARBON DIOXIDE AND GLOBAL TEMPERATURES: A CAUSAL AND HISTORICAL PERSPECTIVE

UBERTO CRESCENTI^(*) & LUIGI MARIANI^(**)

^(*)Università degli Studi di Chieti-Pescara "G. d'Annunzio" - Dipartimento di Geotecnologie per l'Ambiente e il Territorio - Chieti, Italy - E-mail: crescent@unich.it

^(**)Università degli Studi di Milano - Dipartimento di Produzione Vegetale - Milano, Italy - E-mail: luigi.mariani@unimi.it

RIASSUNTO

La variabilità del clima nel corso dell'ultimo millennio è stata oggetto di attenzione da parte di studiosi di tutto il mondo. E' in tale quadro che vengono discussi gli studi e le ricerche condotte da in area alpina (Nord Italia) da Umberto MONTERIN nel 1937. Più in particolare vengono descritti il periodo caldo medioevale (MWP - 950-1250) e la Piccola Era Glaciale (LIA - 1500-1850).

Questi dati sono un tassello di un assai più vasto affresco globale che è stato raccolto in oltre due secoli di lavoro da molti autori, un affresco che, oltre a sfidare la cosiddetta mazza da hockey di Mann, rappresenta a nostro avviso un sostegno rilevante alla tesi secondo cui la variabilità del clima sia determinata essenzialmente da fattori naturali. Quest'ultima tesi è corroborata da bibliografia recente (si veda ad esempio EDDY, 1998; SHAVIV, 2003; SVENMARK, 2007; LOEHLE, 2007; ESPER & FRANK, 2009) e dal rapporto curato da SINGER (2008).

Al fine di ottenere una vera capacità di previsione del clima futuro è di fondamentale importanza una valutazione realistica del comportamento passato del nostro Pianeta. In altri termini, insieme di dati provenienti da molte scienze (geologia, botanica, agronomia, archeologia, selvicoltura, scienze sociali, storia, economia e così via) devono essere utilizzati senza preconcetti ideologici. Questa idea viene qui riassunta nella proposta di estendere al futuro il principio geologico dell'Attualismo.

PAROLE CHIAVE: cambiamenti climatici, Alpi, attualismo

INTRODUZIONE

James Hutton enunciò nel 1785 il principio dell'Attualismo (*Il presente è la chiave del passato*), che è il fondamento della geologia storica. Occorre peraltro rammentare che questo principio era stato già in precedenza enunciato da Arduino (1775) nel suo scritto scientifico "*Lytogonia e Orognosia*" e pienamente codificato da LYELL nel suo "*Principi di geologia*" (FABIANI, 1952).

La geologia storica prende forma e si vivifica con tale principio: l'osservazione dei fenomeni in atto negli ambienti deposizionali è essenziale per ricostruire la storia del nostro Pianeta, con la sua evoluzione geomorfologica ed ambientale. Da qui il fiorire di studi su ambienti presenti per le ricostruzioni paleogeografiche: se

ABSTRACT

Climate variability in the last millennium has been investigated by scholars from all over the world. The paper discusses the studies and research that Umberto MONTERIN conducted on the Alpine area (northern Italy) in 1937 and focuses on the Medieval Warm Period (MWP - 950-1250) and the Little Ice Age (LIA - 1500-1850).

These data add to the wider global knowledge base that many authors have built up over more than two centuries. This knowledge base not only challenges Mann's "hockey stick" but, in our opinion, validates the thesis that climate change is mainly driven by natural determinants. This thesis is corroborated by the recent literature (see, for instance, EDDY, 1998; SHAVIV, 2003; SVENMARK, 2007; LOEHLE, 2007; ESPER & FRANK, 2009) and by the report edited by SINGER (2008).

A realistic assessment of our planet's past behaviour is imperative to acquire the capability of predicting the future climate. In other words, reliance should be made, without an ideologically preconceived vision, on data from multiple disciplines (geology, botany, agronomy, archaeology, forestry, social sciences, history, economics and so on). This idea is epitomised in this paper by the proposal to extend the geological principle of actualism to the future.

KEY WORDS: climate change, Alps (Italy), the Past and the Future.

INTRODUCTION

In 1785, James Hutton enunciated the principle of actualism (the present is the key to the past), which is the foundation of historical geology. It is worth recalling that this principle had previously been formulated by Arduino (1775) in his scientific paper "*Lytogonia e Orognosia*" and fully codified by LYELL in his "*Principles of geology*" (FABIANI, 1952: p. 244).

Historical geology originates from and is vivified by the above principle: the observation of on-going phenomena in depositional environments is crucial to reconstructing the history of our planet, with its geomorphological and environmental evolution, hence the blossoming of studies on present environments in view of

una deposizione specifica si può osservare oggi in un particolare ambiente, gli analoghi depositi fossili testimoniano la presenza di quell'ambiente all'epoca della loro genesi.

Per i geologi l'Attualismo rappresenta un principio cardine, una sorta di regola sintattica del linguaggio della Natura e, a nostro avviso, può essere un'utile fondamento per l'analogo principio "*Il passato è la chiave per il futuro*" che esprime l'utilità dei dati relativi al passato del nostro pianeta come base per tentare previsioni per il futuro. Più in generale, molte discipline (botanica, agronomia, archeologia, selvicoltura, scienze sociali, storia, economia e così via) possono essere utili fonti di informazioni relative al passato e, di conseguenza, rappresentano un patrimonio fondamentale per le proiezioni future.

Infatti una valutazione realistica del comportamento passato del nostro pianeta può risultare a nostro parere una fonte di dati per le previsioni sul clima, rivelandosi di particolare importanza in quanto i modelli attualmente in uso per previsioni climatiche (i GCM - Modelli Climatici Globali) non sono oggi ancora in grado di riprodurre importanti fenomeni che regolano il clima del nostro pianeta (es.: avvento delle ere glaciali, meccanismi di funzionamento del grande Vortice Polare, accoppiamento tra strato limite e libera atmosfera, comportamento spaziale e temporale delle nubi), per i quali il quadro teorico è ancor oggi particolarmente debole. I GCM inoltre sono difficilmente calibrabili e validabili in virtù della ridotta disponibilità di dataset meteorologici globali (meno di 100 anni in tutto). Tale limitazione ontologica potrebbe essere superata grazie a una valutazione realistica del comportamento passato del nostro Pianeta, che parta anzitutto dal rifiuto del "*passato piatto*" proposto da MANN *et alii* (1998) divulgato dai report IPCC 2001 e 2007 e riproposto più di recente da altri autori (KAUFMANN *et alii*, 2009).

PREMESSA

Il sistema climatico della Terra è mosso dall'inequale ripartizione dell'energia del Sole sulla superficie terrestre, con l'eccesso di energia proprio della zona intertropicale compensato principalmente dalla circolazione atmosferica, responsabile per oltre l'80% di trasporto di energia verso i poli. Poiché la capacità termica dell'atmosfera è molto bassa, il trasporto latitudinale è garantito dall'acqua che evaporando dagli oceani e dalle terre emerse assorbe enormi quantità di energia, rilasciata poi più a nord attraverso le precipitazioni. Inoltre, la terra irradia verso lo spazio una quantità d'energia tale che ben presto la temperatura di superficie si porterebbe a circa -19°C. Ciò è impedito dal benefico effetto serra, il cui principale artefice è l'acqua, responsabile del 79% di tutto l'effetto (che è causato per il 55% dal vapore acqueo e per il 24% dalle nubi).

In questo sommario affresco, utile per apprezzare il ruolo fondamentale dei fattori astronomici e dell'acqua come variabili guida del sistema climatico, è stata fin qui ignorata l'anidride carbonica (CO₂), la quale abbina la sua primaria importanza per la vita a un ruolo secondario per il sistema climatico. Più in particolare CO₂ è accreditata di circa il 15% dell'effetto serra complessivo, per cui il raddoppio di tale gas (da 280 ppmv preindustriali a 560 ppmv previsti nel 2050)

palaeographic reconstructions. If a specific deposition is today observed in a particular environment, then similar fossil deposits testify the occurrence of that environment during their genesis.

For geologists, actualism is a basic principle, a kind of syntax rule of the language of Nature. In our opinion, it implies a similar principle: "*The past is the key to the future*". The latter principle expresses the usefulness of data on the past of our planet to attempt predictions for the future. More generally, many disciplines (botany, agronomy, forestry, social sciences, history, economics and so on) are sources of information about the past and of critical importance to future projections (the Past is the key to the Future).

In our opinion, a realistic assessment of our planet's past behaviour may yield valuable data for climate predictions. Indeed, the models that are currently used for this purpose (Global Climate Models - GCMs) are not yet capable of simulating the major phenomena which govern the climate of our planet and whose theoretical framework is still very weak (e.g.: advent of glacial eras, operation of the Polar Vortex, coupling between boundary layer and free atmosphere, spatial and temporal behaviour of clouds). Furthermore, the availability of less than 100 years of measurements of meteorological variables is a very strong limitation to the validation and fine-tuning of GCMs. This ontological limitation might only be overcome by realistically assessing our planet's past behaviour and rejecting the "*flat past*" assumption proposed by MANN *et alii* (1988), made known by the IPCC reports of 2001 and 2007 and more recently repropounded by other authors (KAUFMANN *et alii*, 2009).

FOREWORD

The Earth's climate system is controlled by the energy of the Sun. This energy is unevenly distributed over the Earth's surface. Excess energy in the inter-tropical zone is mainly offset by atmospheric circulation, which is responsible for more than 80% of energy transport towards the poles. Since the atmosphere has very low thermal capacity, latitudinal transport is mostly provided by water: upon evaporating from oceans and land surfaces, water absorbs huge amounts of energy, which is then released further north through precipitation. Moreover, the energy that the Earth radiates into space would soon bring the surface temperature to about -19°C, but this is prevented by the beneficial greenhouse effect. The main contributor to this effect is water, with a total contribution of 79% (55% water vapour, 24% clouds).

This overview of the key role of astronomical factors and water as "guiding variables" of the climate system has so far neglected carbon dioxide (CO₂). CO₂ plays a primary role in life and a secondary role in climate, contributing to the greenhouse effect with roughly 15%. Therefore, the doubling of this gas (from 280 ppmv in pre-industrial times to 560 ppmv expected in 2050) should increase the mid-troposphere temperatures by about

dovrebbe portare ad un aumento di circa +1°C della temperatura della media troposfera rispetto al valore del 1880 (AD HOC GROUP ON CARBON DIOXIDE AND CLIMATE, 1977), con un effetto di riscaldamento diretto alla superficie di circa +0,4-0,6°C.

Un elemento di alea rispetto a un tale quadro tranquillizzante e generalmente condiviso dai climatologi, è dato dal rischio, paventato dall'IPCC, che il lieve aumento delle temperature indotto da CO₂ sia in grado di produrre una retroazione (feed-back positivo) su vapore acqueo e nubi, che amplifichi il loro già potente effetto serra, portando a 2-6°C l'aumento delle temperature di superficie nei prossimi 100 anni. IPCC basa le proprie stime su modelli matematici (i GCM) usati per sviluppare previsioni (scenari) fino a 100 anni da oggi. Tali scenari presentano tuttavia tali e tante implicazioni economico-politiche a livello globale che non ci si può a nostro avviso accontentare di paventare il rischio pretendendo poi che tutti si comportino di conseguenza. E' viceversa necessario che IPCC si faccia carico dell'onere della prova, in particolare dimostrando che i feed-back positivi sono effettivamente all'opera. E qui va detto che con il sussistere di un significativo feed-back positivo da vapore acqueo e da nubi contrastano ad esempio il fatto che le temperature globali sono ferme dal 1998 nonostante l'aumento graduale di CO₂ ed il fatto che le quattro grandi fasi calde oloceniche precedenti all'attuale (grande optimum postglaciale, optimum, miceneo, optimum romano e optimum medioevale, Fig. 1) siano avvenute con livelli di CO₂ stazionari e inferiori del 35% a quelli odierni.

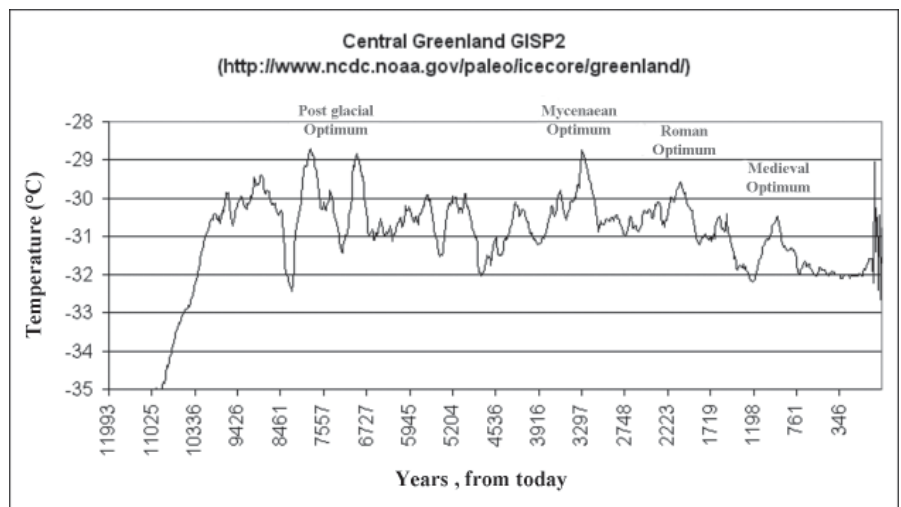
E qui si deve stigmatizzare la scelta ideologica di IPCC, che ha deciso da un lato di occuparsi solo marginalmente dei primi tre grandi optimum e dall'altro di "appiattire" l'ultimo optimum, quello medioevale. A quest'ultimo aspetto si lega il clamoroso falso delle "mazza da hockey" di Mann (MANN *et alii*, 1998; MANN & BRADLEY, 1999), fatta propria dal rapporto IPCC del 2001 nel quale fra l'altro si dice che "... le conoscenze attuali non consentono di sostenere che possano essere esistiti periodi globalmente sincroni di particolare caldo o freddo su tutto il globo terrestre ed i termini "periodo caldo medio-

1°C from its 1880 value (AD HOC GROUP ON CARBON DIOXIDE AND CLIMATE, 1977), with a direct warming effect at the surface of about +0.4-0.6°C.

However, there is an element of uncertainty in this reassuring scenario (generally shared by climatologists). The IPCC fears that the slight increase in temperature caused by CO₂ may produce a positive feedback on water vapour and clouds, amplifying their already powerful greenhouse effect and increasing surface temperatures by 2-6°C in the next 100 years. The estimates of the IPCC are based on mathematical models (GCMs) used to make predictions (scenarios) up to 100 years from now. In our opinion, the huge effects of these scenarios on global economic policies are such that the burden of proof is on the IPCC, which should prove that the positive feedbacks are actually at play. It is worth noting that the existence of a significant positive feedback from water vapour and clouds contrasts with the following evidence: (i) global temperatures have stood steady since 1998 in spite of progressively rising CO₂; and (ii) the four warm phases of the Holocene prior to the current one (the Post-Glacial Optimum, the Mycenaean Optimum, the Roman Optimum and the Medieval Warm Period-MWP, Fig. 1) occurred when CO₂ levels were stable and 35% lower than present ones.

Here, the ideological choice of the IPCC should be stigmatised. The IPCC decided to analyse the first three optimums only marginally and to "flatten" the last optimum, the medieval one. Mann's "hockey stick" (MANN *et alii*, 1998; MANN & BRADLEY, 1999), i.e. a reconstruction chiefly based on tree ring data and prone to many errors (WEGMANN *et alii*, 2006; MCINTYRE & MCKITRICK, 2003 and 2005), was endorsed by the 2001 IPCC report: "...as with the Little Ice Age, the posited Medieval Warm Period appears to have been less distinct, more moderate in amplitude, and somewhat different in timing at the hemispheric scale than is typically inferred for the conventionally-defined European epoch. The Northern Hemisphere mean temperature estimates of JONES *et alii* (1998), MANN *et alii* (1999),

Fig. 1 - Temperature per il centro della Groenlandia ricavate dal carotaggio glaciale GISP 2 (ALLEY, 2004). I dati dal 1910 ad oggi sono stati ottenuti sottraendo 30,9°C alle temperature medie annue della stazione costiera di Tassilaq ricavati dal dataset ECAD
 - Temperatures in the Greenland central plateau from ice core samples taken from GISP 2 (ALLEY, 2004). Data from 1910 were obtained by subtracting 30.9°C to the mean annual temperature of the coastal station of Tassilaq (source: ECAD dataset)



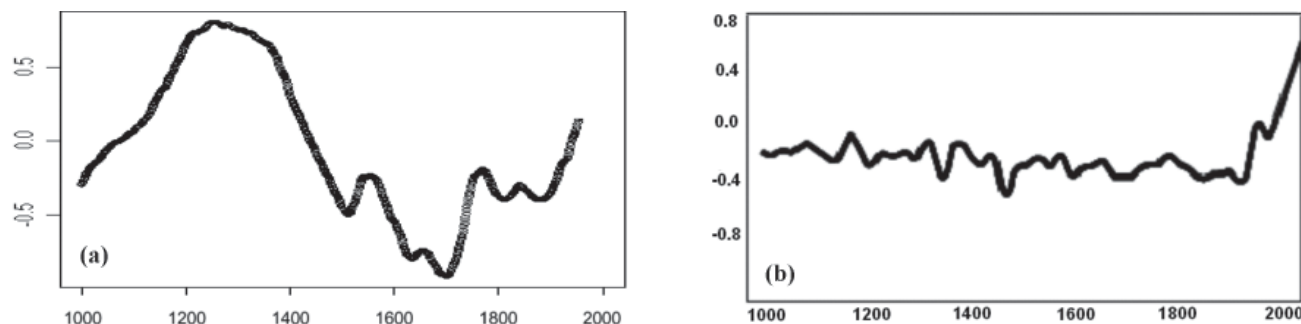


Fig. 2 - Andamento delle temperature globali secondo il report IPCC del 1990 (a) e del 2001 (b). Il grafico (b) è noto come hockey stick ed è frutto del lavoro di MANN *et alii* (1998). Si noti la potenza dell'optimum climatico medioevale e della piccola era glaciale secondo la curva (a) e la loro sostanziale scomparsa nella curva (b)

- Trends in global temperatures according to the IPCC report of 1990 (a) and 2001 (b). The graph (b) is known as the Mann's hockey stick (MANN *et alii*, 1998). Note the power of MWP and LIA according to curve (a) and their substantial loss in the curve (b)

evale" e "piccola era glaciale" hanno dei significati limitati e non possono essere ascritti a tutto il globo terrestre". Successivamente, nel rapporto del 2007, il MWP veniva definito "heterogeneous" e limitato solo all'Europa.

Con la potenza e la rilevanza globale dell'MWP, ribadita assai recentemente da LOEHLE (2007) e da ESPER & FRANK (2009), dovrebbero a nostro avviso confrontarsi tutti coloro che si occupano di clima. Molti climatologi invece rappresentano oggi le temperature globali del millennio trascorso secondo il modello a "mazza da hockey" di Mann (Fig. 1). In Figura 2 riportiamo la curva a mazza da hockey (Fig. 2b) e la curva (Fig. 2a) che, a nostro avviso, è la più realistica e da cui si rilevano sia il MWP, sia la LIA (Piccola Età Glaciale, tra il 1500 e il 1850). La curva di Mann cancella invece sia il MWP sia la LIA (ivi compreso il minimo di Mounder) che sulla base di dati storici sono confermate pienamente.

In questo contesto cade il fulmine a cielo sereno del Climategate, scandalo sollevato da un hacker russo che nel novembre dello scorso anno ha divulgato illecitamente una rilevante quantità di e-mail intercorse fra scienziati della Climatic Research Unit (CRU) dell'Università dell'East Anglia, consulenti privilegiati dell'IPCC, e numerosi colleghi di vari centri di ricerca di tutto il mondo.

Da tali e-mail emerge:

- una poco edificante attività di lobby volta a manipolare i dati per adattarli alle conclusioni dell'IPCC;
- l'interferenza con il processo di revisione da parte di riviste scientifiche;
- un ostacolo all'accesso dei ricercatori "critici" rispetto all'IPCC a dati che in base alla legislazione statunitense e britannica avrebbero dovuto essere di pubblico dominio (Freedom of Information Act - FOIA).

Lo scandalo ha avuto grande risonanza all'estero e ne è prova l'articolo apparso il 28 novembre scorso sul Daily Telegraph, a firma di Christopher Brooker, dall'emblematico titolo *Cambiamento clima-*

and CROWLEY & LOWERY (2000) show temperatures from the 11th to 14th centuries to be about 0.2°C warmer than those from the 15th to 19th centuries, but rather below mid-20th century temperatures." Later, in the 2007 IPCC report, the MWP was defined as "heterogeneous" and limited only to Europe".

The consensus about the MWP existing before 2001 (PINNA, 1996) and endorsed by the 1990 IPCC report was completely reversed after the acceptance of Mann's "hockey stick" (Fig. 1). Only recently did some authors (LOEHLE, 2007; ESPER & FRANK, 2009) express a more balanced view, stressing the global relevance of the MWP, a very important phenomenon from the historical, economic and social point of view. We report the hockey stick curve (Fig. 2b) and the curve (Fig. 2a) that in our opinion is the more realistic and from which is pointed out the MWP, and the LIA (Little Ice Age, between 1500 and 1850). On the contrary, the curve of Mann removes the MWP and the LIA (including the minimum Mounder) which are based on historical data fully confirmed.

It is in this context that the "Climategate" scandal broke out. In November 2009, a Russian hacker retrieved and illegally disclosed a high number of e-mails exchanged between the scientists of the Climatic Research Unit (CRU) of the University of East Anglia and many colleagues from various worldwide research institutions.

These e-mails showed:

- tribalism of the scientific community involved (scientists were aware that they were fighting a war against sceptics or negationists);
- manipulation of data to fit the conclusions of the IPCC;
- interference with the process of review carried out by scientific journals;
- interference with the access of "critical" researchers to data which should have been in the public domain under the US and UK legislation (Freedom of Information Act - FOIA).

The scandal had great resonance abroad, as demonstrated by the article published by Christopher Brooker in the Daily Telegraph on

tico: il peggiore scandalo scientifico della nostra generazione.

L'elenco degli interventi su questo argomento è enormemente lungo ed invitiamo gli interessati ad approfondirlo su internet. Il contraccolpo di questo scandalo si è fatto sentire in sede CRU (che ha sospeso il proprio direttore Phil Jones) e nell'IPCC stesso, che chissà come potrà correre ai ripari. Così ad esempio, il prof. John R. Christy, direttore dell'Earth System Science Center dell'Università dell'Alabama e da tempo collaboratore dell'IPCC, ha rimesso il proprio mandato rinunciando pure alla propria quota di Nobel per la Pace attribuita a questo organismo e ad Al Gore. In proposito spiace dover rilevare che in Italia, a parte occasionali articoli usciti su pochi giornali, la notizia non abbia fin qui avuto il benché minimo risalto.

L'OPTIMUM CLIMATICO MEDIOEVALE (MWP)

Nel contesto sopra descritto si cala il lavoro di MONTERIN (1937) basato su una vasta gamma di elementi osservati relativi alle Alpi occidentali e che conferma l'esistenza e la forza del periodo caldo medioevale, tra il 950 e il 1250.

Nel 1937, Umberto Monterin, eminente glaciologo e geomorfologo, allora direttore degli Osservatori Reale di Meteorologia e Geofisica del Monte Rosa, mise in luce con una vasta messe di dati originali la successione alternata di fasi calde e fredde verificatesi durante il millennio passato, con particolare attenzione all'optimum medioevale e alla successiva Piccola Era Glaciale.

La ricerca di Monterin ha interessato la valle d'Aosta e le valli adiacenti, e le conclusioni raggiunte dall'autore si basano sui seguenti dati osservativi o documentali (che non sono dunque il risultato di modelli matematici e / o estrapolazioni):

- variazioni della vegetazione arborea;
- passato limite altitudinale delle colture;
- presenza di reti di canali di irrigazione ad alta quota;
- transito attraverso valichi montani attualmente impraticabili;
- estensione dei ghiacciai.

"Tali fatti naturali così concordanti fra di loro e tutti egualmente di vasta portata, ci permettono di concludere che il clima sulle Alpi anteriormente alla metà del XVI secolo fu più mite e più secco che nei secoli successivi" (MONTERIN, 1937).

Circa la presenza passata di vegetazione arborea, Monterin riferisce diffusamente, per l'area da lui indagata, su ritrovamenti di tronchi di albero immersi per lo più in materiali detritici, a quote superiori rispetto al livello boschivo del secolo scorso. Così ad esempio viene citato il ritrovamento di un ceppo morto di pino cembro, ancora radicato nel terreno, verso la vetta del versante orientale del Corno del Lago Gabiet, ad una quota di oltre 2.500 metri, mentre in quell'area negli anni 30 del '900 il limite del bosco non superava i 2.200 metri. *"Se un pino cembro ha potuto allignare ad un'altitudine così elevata, bisogna ammettere che il clima sia stato sensibilmente più mite nei secoli che precedettero i grandi sviluppi glaciali del XVI secolo e della prima metà del XIX"* (MONTERIN, 1937: pag. 5).

L'Autore inoltre, richiamando una sua precedente pubblicazione

November 28 of this year with the emblematic title *"Climate Change: the worst scientific scandal of our generation"*

The list of contributions to this subject is enormously long and interested parties may seek them on the web. The scandal had repercussions on the CRU (which suspended its Director Phil Jones) and on the IPCC itself, which will somehow redress the situation. For instance, Professor John R. Christy, Director of the Earth System Science Center of the University of Alabama and long-time collaborator of the IPCC resigned and even rejected his "share" of the Nobel Peace Prize awarded to the IPCC and to Al Gore. In Italy, the news has regrettably received little or no attention by the press.

THE MEDIEVAL CLIMATIC OPTIMUM (MWP)

In 1937, MONTERIN published a study (*Did the climate of the Alps change in historical times?*), which was based on a wide range of observational evidence concerning the western Alps and which confirmed the existence and strength of the Medieval Warm Period between 950 and 1250.

In 1937, Monterin, an eminent glaciologist and geomorphologist, then Director of the Monte Rosa Royal Observatories of Meteorology and Geophysics, reported a large mass of data highlighting the alternation of hot and cold phases in the past millennium, with particular emphasis on the Medieval Warm Period and subsequent Little Ice Age.

Monterin's research was focused on the Aosta Valley and adjacent valleys and his findings relied on the following observational or documentary data (not resulting from mathematical models and/or extrapolations):

- variations of the timberline;
- past height limit of crops;
- presence of networks of irrigation canals at high altitude;
- transit across (now inaccessible) mountain passes;
- extent of glaciers.

According to Monterin, *"These natural facts - consistent with one another and of equally high importance - inferred that, before the mid of the 16th century, the Alpine climate was warmer and drier than in subsequent centuries"* (MONTERIN, 1937, p. 42). He also concluded by attributing the observed climatic variations to natural causes.

With regard to variations in the timberline, Monterin described the occurrence of logs, usually among debris, at higher elevations than the forest elevations in the last century. For instance, he mentioned the discovery of a dead pine stump, still rooted in the ground, towards the top of the eastern side of the "Corno del Lago Gabiet" at an altitude of over 2,500 m, whereas the timberline of the area in the 1930s did not exceed 2,200 m. As stated by Monterin, *"If a Cembra pine tree throve at such an altitude, then the climate must have been significantly milder in the centuries preceding the large ice development of the 16th century and the first half of the 19th century"* (MONTERIN, 1937: p. 5).

He assumed that, in the MWP, the timberline was 200-450 m higher

(MONTERIN, 1932), ricorda che nella valle di Challant il ciliegio, il noce e la vite si spingevano un tempo assai più in alto ed in particolare ricorda le ceppaie di vite ritrovate nel corso dei lavori per la strada carrozzabile a San Valentino a 1.250 m di quota “*mentre attualmente il limite superiore della vite nella valle di Challant non supera gli 800 metri*” (MONTERIN, 1937: pag. 13).

Inoltre Monterin, citando il naturalista valdostano abate HENRY, segnala che fino al 1600 il villaggio di Prarayé, in alta Valpelline, disponeva di un mulino ad acqua che si giustificava in virtù delle abbondanti produzioni di cereali realizzate nella fascia di Pramontjoux, a circa 2.100 m di quota.

Se si considera che per portare a maturazione orzo, segale o frumento occorre un cumulo di unità termiche di almeno 1.600°C sulla soglia di 0°C, il limite attuale per la coltura alpina dei cereali può essere stabilito in 1.600 m di quota, per cui le coltivazioni medioevali si sarebbero estese fino a 500 m al di sopra del limite attuale.

Secondo MONTERIN (1932, 1937) i canali di irrigazione hanno una notevole importanza per le attività agricole nelle aree a clima endoalpino, in special modo nei bacini chiusi a scarsa precipitazione come quelli della Valle d'Aosta e del Vallese. In quelle aree è possibile ritrovare numerosi canali di irrigazione abbandonati, a quote più elevate rispetto a quelli utilizzati nei primi decenni del secolo scorso. Ciò indubbiamente testimonia un clima più caldo e arido, in presenza del quale i canali consentivano attività agricole a quote elevate.

Anche su questo argomento Monterin riporta numerosi dati documentati per la regione studiata. “*Tutti i canali dei quali si conosce in modo esatto e sicuro l'anno o gli anni in cui furono costruiti, e sono parecchie decine, datano dal principio del XIII secolo alla fine del XV; nessuno venne costruito in epoca posteriore, né nel XVI secolo né in quelli successivi. Noi vediamo quindi che si ebbero due periodi molto distinti fra di loro: uno, precedente al 1500, caratterizzato in tutta la regione montana dalla costruzione di numerosi canali, ed uno susseguente in cui l'uso di questi canali venne per la maggior parte abbandonato. Bisogna quindi logicamente pensare che siano intervenute delle sensibili variazioni nelle condizioni climatiche, ossia che nel primo ebbe a prevalere un clima caldo-asciutto con scarse precipitazioni, donde la necessità di una attiva irrigazione per i bisogni agricoli, mentre il secondo fu invece piuttosto freddo-umido con abbondanti precipitazioni dimodochè i canali, avendo persa la loro primitiva importanza, vennero un poco per volta abbandonati. Naturalmente dette variazioni climatiche non si produssero in modo rapido, ma gradualmente nel corso di molti e molti decenni fors'anche di un secolo e più ancora.*”

Viene spontanea la riflessione che la costruzione a quote elevate di tali canali rappresenta un esempio di adattamento che testimonia l'atteggiamento pragmatico dei montanari antichi di fronte alle mutate condizioni climatiche: un esempio certamente più saggio delle attuali iniziative miranti a contrastare, si fa per dire, il “riscaldamento globale”.

Circa poi il transito attraverso valichi alpini, MONTERIN (1937) riporta svariati dati storici dai quali si evince che durante la fase calda medioevale molti valichi alpini erano praticabili e costituivano vie

than in 1937.

As to the past height limit of crops, MONTERIN (1932) reported that, in the Challant Valley, cherry, walnut and grapevine grew at much higher elevations than today. In particular, he indicated that vine stumps had been found during the construction of a road at San Valentino, at an elevation of 1,250 m a.s.l., “*while the then upper limit of vineyards in the Challant Valley did not exceed 800 m a.s.l.*” (MONTERIN, 1937 p. 13).

He also wrote that olive-oil trees were grown in the Aosta Valley during the MWP (now impossible due to the locally harsh winter) and that 18 families had lived in the Prarayé village (upper Valpelline Valley) until the 16th century, growing rye and wheat in the Pramontjoux area (2,100 m a.s.l.).

In order to ripen barley, rye or wheat is required a combination of thermal units of at least 1,600°C at the threshold of 0°C, the current limit for the alpine cultivation of cereals can be established on 1,600 m of altitude, which the medieval crops would be spread up to 500 m above the current limit.

As for irrigation canals at high altitude, it should be pointed out that the Aosta Valley is surrounded by very high mountains (Mont Blanc, Monte Rosa, Gran Paradiso), with a strong endo-Alpine effect and very low precipitation (the total yearly rainfall at the Aosta station is 570 mm, the same value as Palermo), which explains the importance of summer irrigation for farming. In this area, the author found many abandoned irrigation canals, at higher elevations than those in the first decades of the 20th century, witnessing a warmer and drier climate which allowed agriculture at higher elevation only with the support of irrigation.

Monterin wrote that “*All the canals had been built from the early 13th to the late 15th century and not in the 16th or later centuries. He identified two distinct periods: i) one period prior to 1500, with the construction of numerous canals; and ii) a subsequent period when most of the canals were no longer used. This suggests a considerable change in climatic conditions: in the former period, the climate was hot-dry with low rainfall; in the latter period, the climate was cold-humid with abundant precipitation; in this period, the canals, having lost their primary purpose, were gradually abandoned. Of course, these climatic changes did not occur rapidly, but progressively over many decades and perhaps one or more centuries.*”

A spontaneous reflection is that the construction of these high-altitude canals is an important example of adaptation to climate change. The approach of ancient mountain settlers to climate change was pragmatic and certainly wiser than current initiatives to combat global warming based on reductions of CO₂ emissions.

As regards transit across (now inaccessible) mountain passes, Monterin cited several historical data. These data indicated that, in the MWP, regular trade between populations of adjacent valleys was

di comunicazione per scambi commerciali tra popolazioni di vallate contigue. Tali valichi, all'epoca in cui Monterin scriveva, erano invece non praticabili a causa della presenza di ghiacciai. Le vie di comunicazione attraverso i valichi "...andarono gradatamente in disuso per l'aumentare delle difficoltà di transito in conseguenza dell'estendersi dei nevai e della masse glaciali" (MONTERIN, 1937: pag. 40).

Sull'argomento le citazioni bibliografiche riportate da MONTERIN (1937: pag. 21) sono assai numerose. "Attualmente, per quanto i ghiacciai risultino in così forte regresso come non si era mai verificato da molti secoli, sarebbe già di per sé un'impresa non facilmente attuabile il far transitare anche isolatamente un bovino oppure un mulo col proprio carico. Per conseguenza se si pensa che per contro dal XIII secolo fino certamente a tutto il XV vi transitavano centinaia di capi di bestiame e decine di bestie da soma, non si può fare a meno di ritenere che le condizioni climatiche di allora fossero sensibilmente diverse" (MONTERIN, 1937: pag. 22).

Ed infine a pag. 30 così riferisce l'Autore "Se si pensa che i Colli d'Herens e Durand sono tutt'ora dei veri valichi glaciali di accesso tutt'altro che facile e che ciò nondimeno furono realmente, come pare probabile, conosciuti e praticati negli antichi tempi, non dovrebbero poi sembrare così assurde e da relegarsi del tutto fra le leggende anche le tradizioni relative al transito del colle del Gigante (3.323 m) al Monte Bianco tra Courmayeur e Chamonix, del Felikjoch (4.068 m) tra Gressoney e Zermatt ed il Colle delle Loccie (3.353 m) al Monte Rosa tra Alagna e Macugnaga". A sostegno di queste affermazioni Monterin riporta varie citazioni bibliografiche.

Circa l'estensione dei ghiacciai numerose sono le prove riferite da MONTERIN (1937) sulle variazioni dell'estensione dei ghiacciai alpini durante il trascorso millennio. In particolare, l'Autore documenta la minore estensione dei ghiacciai rispetto ad oggi durante la fase calda medioevale, il loro grande sviluppo durante la Piccola Età Glaciale (LIA), in particolare con grandi massimi durante il 1602-1644, nel 1820 e nel 1855.

VERIFICHE SU DATI INDIPENDENTI

L'ipotesi di Monterin circa di presenza di un clima caldo-arido durante l'MWP è corroborata dal lavoro di TROUET *et alii* (2009). L'articolo fa riferimento all'indice circolatorio atmosferico NAO, di norma ricavato analizzando la differenza di pressione al suolo esistente fra due stazioni, una nel Nord-Atlantico - es. Reykjavik (Islanda) - e una nel Sud-Atlantico - es. Lisbona (Portogallo). Tale indice esprime l'intensità delle grandi correnti Atlantiche (westerlies), frutto da un lato della robustezza dell'anticiclone delle Azzorre sul Mediterraneo e dall'altro della robustezza dell'area depressionaria su Nord Atlantico - Mare del Nord (ciclone d'Islanda).

E' noto che nei periodi, come quello attuale, caratterizzati da NAO positivo e dunque da westerlies intense, si assiste ad un'anomalia negativa delle precipitazioni sul Mediterraneo cui si accompagna un'anomalia positiva delle precipitazioni su Scozia e Scandinavia. Ed è proprio sulla scorta di tale evidenza che il gruppo di Trouet ha analizzato dei proxy di precipitazione per Marocco e Scozia ricavando un descrittore

possibile through very high mountain passes; at the time of Monterin, these passes were not practicable owing to the presence of glaciers. As reported by the author, "...the roads through the mountain passes gradually went into disuse owing to the enlargement of snowfields and glaciers" (MONTERIN, 1937, p. 40).

The references about this topic listed by MONTERIN (1937, p. 21) are numerous. As stated by Monterin: "Even if the glaciers have been retreating so far to an extent unequalled for many centuries, it would be very difficult to easily pass with a cow or a mule with their load. Conversely, from the 13th century through the 15th century, hundreds of heads of cattle and tens of beasts of burden got through the passes every year, substantiating that the then climatic conditions were significantly different" (MONTERIN, 1937 p.22).

And finally on page. 30 the author refers to as "If you think that the Hills of Herens and Durand are still true glacial passes far from easy access and that nevertheless were really, as seems likely, known and practiced in ancient times, then should not seem so absurd and relegation of all traditions among the legends even for transit of the giant hill (3,323 m) Mont Blanc from Courmayeur and Chamonix, the Felikjoch (4,068 m) between Zermatt and Gressoney and the Hill of Locci (3,353 m) between the Monte Rosa and Alagna Macugnaga". In support of these statements Monterin contains several references.

About the extent of glaciers, Monterin reported variations in the extent of Alpine glaciers during the past millennium. In particular, the author stressed that: i) in the MWP, glaciers were smaller than at present; ii) in the Little Ice Age, they developed significantly; and iii), in 1602-1644, 1820 and 1855, they reached their peak.

TESTS ON INDEPENDENT DATA

Monterin's assumed hot-dry climate in the MWP is corroborated by a recent study by TROUET *et alii* (2009). The study refers to the atmospheric circulation index NAO (North Atlantic Oscillation). This index, which is obtained by analysing the pressure difference existing between two ground stations, one in the North Atlantic (e.g. Reykjavik - Iceland) and one in the South Atlantic (e.g. Lisbon - Portugal), expresses the intensity of Atlantic westerlies.

Strong westerlies (positive NAO) are associated with a positive anomaly of temperature and a negative anomaly of precipitation over the Mediterranean and in the areas surrounding the basin, including the Alps, as evidenced by the thermal anomalies recorded in the period from 1989 to 2000 (WERNER *et alii*, 2002; MIGLIARDI & TODARO, 2000, 2003 and 2004). It is on the basis of this evidence

tore dell'indice NAO, che ha permesso agli Autori di evidenziare che durante l'Optimum Medioevale si sarebbe avuta una persistente anomalia positiva dell'indice NAO, mai più ripetutasi dopo quell'epoca.

Dal canto nostro si deve osservare che sul Mediterraneo i periodi di NAO positivo sono accompagnati non solo da scarse precipitazioni ma anche da anomalia termica positiva nelle aree che circondano il bacino, Alpi incluse, come dimostrano le anomalie termiche registrate nel periodo che va dal 1989 al 2000 (WERNER *et alii*, 2002; TODARO & MIGLIARDI, 2000, 2003 e 2004).

Un'altra verifica ci viene da dati storici riferiti all'alta Valcamonica (Nord Italia) riportati dallo storico locale Giuseppe BERRUTI (1998) il quale citando documenti d'archivio formula l'ipotesi secondo cui nella fase calda medievale si coltivasse l'olivo da olio a Monno, a 1.066 m s.l.m.

Lo stesso BERRUTI (1998) ricava da dati d'archivio che fino al '500 il bestiame veniva portato in Alpe in Val d'Avio (Alta Valle Camonica) con circa 60 giorni d'anticipo rispetto a quanto non avvenga oggi.

Si segnala inoltre l'indicazione di LAMB (1966) secondo cui nel Medioevo la viticoltura britannica raggiungeva 53° di latitudine N (East Anglia) e quella tedesca i 55° di latitudine N (Prussia Orientale).

STIMA DELLE TEMPERATURE MEDIE ANNUE IN VALPADANA DURANTE L'OPTIMUM MEDIOEVALE

In base alle valutazioni quantitative prodotte da Monterin e da altri studiosi, un obiettivo interessante può essere quello di stimare la temperatura media annua in pianura padana a 100 m di quota durante l'Optimum Climatico medievale (950-1250 d.C.). Per fare ciò è possibile in particolare considerare come temperature medie annue limite i 10.5°C per la viticoltura da reddito e i 12.5°C per l'olivicultura da reddito. Inoltre per l'area europea si considerano:

- un gradiente altitudinale medio di -0.0054°C/m (HANN, 1908; BELLONI & PELFINI, 1987);
- un gradiente esposizionale per l'esposizione sud rispetto a quella piano di +1.3°C (BELLONI & PELFINI, 1987);
- un gradiente latitudinale di 1°C per 1.5° di aumento della latitudine.

Inoltre come dati di base si considerano alcune fra le succitate segnalazioni di BERRUTI (1998), MONTERIN (1937) e LAMB (1966) per giungere ai conteggi sotto riportati.

Caso dell'Olivo a Monno (Valcamonica - 1.066 m s.l.m.) (BERRUTI, 1998): si suppone che nella fase calda medioevale la temperatura media annua per un oliveto esposto a sud fosse di 12.5°C (limite per coltura dell'olivo), per cui la temperatura in pianura padana a 100 m di quota sarebbe stata pari a

$$12.5 - 1.3 + 966 \times 0.005 = 16.0^\circ\text{C}.$$

Caso della vite in Valle d'Aosta: A San Valentino, sotto Brusson, a 1.300 m s.l.m. (MONTERIN, 1937): nella fase calda medioevale la temperatura media annua si suppone fosse di 10.5°C per un vigneto esposto a sud, per cui la temperatura in pianura padana a 100 m s.l.m. di quota sarebbe stata pari a

$$10.5 - 1.3 + 1200 \times 0.005 = 15.2^\circ\text{C}.$$

that TROUET *et alii* (2009) analysed the precipitation proxy in Morocco and Scotland, obtaining a descriptor of the NAO for the last 1000 years and supposing that the MWP had a persistent positive anomaly of the NAO.

Other documentary data were reported for the northern Valcamonica Valley by the local historian Giuseppe BERRUTI (1998). With reference to archival documents, the author assumed that, during the MWP, olive trees were grown at Monno (1,066 m a.s.l.). The same author (1998) wrote that until the 16th century, cattle was brought to pasture in the Val d'Avio (Northern Vallecronica – northern Italy) about 60 days earlier than at present.

Moreover, LAMB (1966) wrote that the medieval viticulture reached 53° N latitude in England (East Anglia) and 55° N latitude (East Prussia) in Germany.

ESTIMATING THE MEAN ANNUAL TEMPERATURE IN THE PO VALLEY DURING THE MWP

The quantitative assessments of Monterin and of other authors may be interesting elements to estimate the mean annual temperature in the Po Valley at 100 m asl during the Medieval Climate Optimum (950-1250 BC). This may be done by taking an empirical approach based on the following parameters:

- thermal limit for commercial viticulture: 10.5°C;
- thermal limit for commercial oliviculture: 12.5°C;
- average altitudinal gradient: -0.005 ° C /m (HANN, 1908; BELLONI & PELFINI, 1987);
- thermal gain for South: +1.3 ° C with respect to the plain (BELLONI & PELFINI, 1987);
- latitudinal gradient of +1°C for a decrease of 1.5 ° in latitude.

The following cases are analysed:

Olive trees at Monno (Valcamonica Valley – Northern Italy), 1,066 m a.s.l. (BERRUTI, 1998): in the MWP, the mean annual temperature is supposed to have been 12.5°C for a south-exposed olive grove (limit for oliviculture) -1.3°C (correction for South with respect to the plain) + 966*0.005 (correction for elevation). In other words, the temperature in the Po Valley at an elevation of 100 m a.s.l. was:

$$12.5 - 1.3 + 966 \times 0.005 = 16.0^\circ\text{C}$$

Vineyards at San Valentino (Aosta Valley – Northern Italy), 1300 m a.s.l. (MONTERIN, 1937): in the MWP, the mean annual temperature is supposed to have been 10.5°C for south-exposed vineyards; so, the temperature in the Po Valley at 100 m a.s.l. was:

$$10.5 - 1.3 + 1200 \times 0.005 = 15.2^\circ\text{C}$$

Caso della vite in Gran Bretagna: dando per buona la segnalazione di LAMB secondo cui la viticoltura commerciale nel medioevo raggiungeva i 53° di Latitudine N (Inghilterra Centrale) su terrazzamenti esposti a sud e tenendo conto del predetto gradiente latitudinale, la temperatura in pianura padana a 100 m di quota sarebbe stata pari a $10.5-1.3+8/1.5=14.5^{\circ}\text{C}$.

Caso della vite in Prussia Orientale: dando per buona la segnalazione di LAMB (1966) secondo cui la viticoltura commerciale nel medioevo raggiungeva i 55° di Latitudine N (Pomerania), probabilmente su terrazzamenti esposti a sud e tenendo conto del predetto gradiente latitudinale, la temperatura in Pianura Padana a 100 m s.l.m. di quota sarebbe stata pari a $10.5-1.3+10/1.5=15.9^{\circ}\text{C}$.

Caso del limite della vegetazione arborea sulle Alpi: secondo MONTERIN (1937) durante l'Optimum medioevale il limite della vegetazione arborea era di 200-450 m superiore a quello attuale. Una tale diminuzione di quota equivale ad un calo di 3°C nelle temperature. Pertanto se le temperature del XX secolo in Pianura Padana sono di 12.5°C quelle del medioevo sarebbero state di circa 13.5-15°C.

Caso dell'inizio della stagione di alpeggio: secondo BERRUTI (1998) l'alpeggio in Val Camonica fino al 1500 aveva inizio circa 60 giorni prima di oggi. Un ritardo di 60 giorni nella fenologia primaverile dei vegetali equivale ad una diminuzione di almeno 3°C nelle temperature medie annue (nel caso del cambiamento climatico degli anni 80 del 900 un aumento di circa 1°C ha prodotto un anticipo di circa 20 giorni nelle fenofasi). Pertanto se le temperature del 20° secolo in pianura padana sono di 12.5°C quelle del Medioevo sarebbero state di 15.5°C.

Presenza di alberi di olivo nella Valle del Reno (Germania) durante il MWP (PFISTER *et alii*, 1998): se gli ulivi sono stati coltivati a Colonia (Lat. 51° N), la temperatura media annuale di questa città durante la MWP si suppone sia stata di 12.5°C, così la temperatura in Pianura Padana (Lat. 45° N) sarebbe stata:

$$12.5+1*(51-45)/1.5=16.5^{\circ}\text{C}$$

In sostanza dunque, partendo da segnalazioni fra loro indipendenti, si giunge a convergere su valori di 13.5-16.0°C. Tale convergenza appare interessante perché ci consente di ipotizzare che nella fase calda medioevale la temperatura della pianura padana sia stata su valori di circa 1-3°C superiori a quelli attuali e dunque assai vicini a quelli caratteristici di aree pianeggianti del centro-sud Italia. Attualmente, dopo il cambiamento brusco di fine anni '80, le temperature in pianura padana si collocano su valori di circa 13°C, il che porta a concludere che durante l'optimum medioevale il nord Italia abbia goduto di temperature superiori a quelle attuali.

CONCLUSIONI

Le ricerche riferite nella pubblicazione di MONTERIN (1937) condotte con assoluto rigore scientifico, documentano senza alcun equivoco le variazioni climatiche registrate nelle Alpi Piemontesi (Nord Italia), sulla base di dati geomorfologici e storici tuttora rilevabili, non affetti da interpretazioni soggettive e nemmeno frutto di mo-

Vineyards in Central England, 53° N latitude (LAMB, 1966): in the MWP, the mean annual temperature is supposed to have been 10.5°C for vineyards on south-facing terraces; so, the temperature in the Po Valley (Lat. 45° N) was:

$$10.5-1.3+8/1.5=14.5^{\circ}\text{C}$$

Vineyards in Pomerania - East Prussia, 55° north latitude (LAMB, 1966): in the MWP, the mean annual temperature is supposed to have been 10.5°C for vineyards on south-facing terraces; so the temperature in the Po Valley to 100 m a.s.l. (Lat. 45° N) was:

$$10.5-1.3+10/1.5=15.9^{\circ}\text{C}$$

Limit of the timberline in the Alps (MONTERIN, 1937): in the MWP, this limit was 200-450 m higher than today and the thermal equivalent of this decrease ranged from 0.005*200 (-1°C) to 0.005*450 (=2.25°C); so, the temperature in the Po Valley at 100 m a.s.l. (about 12.5°C at present) was 13.5-15°C.

Beginning of the summer pasture season in the Valcamonica Valley (Northern Italy) (BERRUTI, 1998): until the early 1500, the summer pasture season began about 60 days earlier than today; a 60-day delay in the spring phenology of plants is equivalent to a decrease of at least 3°C in mean annual temperatures (in the case of the climate change in the 1980s, an increase of about 1°C advanced the phenological phases of many plants by about 20 days). Therefore, if the temperatures in the Po Valley in the 20th century are equal to 12.5 degrees, they were about 15.5 °C during the Middle Ages

Presence of olive trees in the Rhine Valley (Germany) during the MWP (PFISTER *et alii*, 1998): if olive trees were grown in Cologne (Lat. 51° N), the mean annual temperature of this town during the MWP is supposed to have been 12.5 °C; so, the temperature in the Po plain (Lat. 45° N) was:

$$12.5+1*(51-45)/1.5=16.5^{\circ}\text{C}$$

In essence, these independent reports converge on the assumption of mean annual temperatures in the Po plain (100 m a.s.l.) of 13.5-16.0°C. This infers that, during the MWP, the temperature of the Po plain was approximately 1-3°C warmer than today and thus very close to the present temperature of the lowland areas of central and southern Italy. At present, temperatures in the Po plain are equal to about 13°C; this means that, in the MWP, the plains of northern Italy benefited from temperatures significantly higher than current ones.

CONCLUSIONS

The paper analyses and discusses the results of the original research on climate variability in the Piedmont Alps (Northern Italy), during the MWP and LIA (MONTERIN, 1937). Considering i) the scientific rigor of this research, ii) the consistency of results with those reported by other researchers for other parts of Europe and

dellazioni matematiche. Sono dati certi di cui la scienza del clima dovrebbe a nostro avviso tenere conto e con cui la ricostruzione delle variazioni climatiche durante il trascorso millennio condotte con criteri diversi devono confrontarsi.

I dati di Monterin confermano le variazioni secolari del clima e documentano la fase calda medioevale, con temperature superiori alle attuali di almeno 1-3°C, e la fase fredda della Piccola Era Glaciale. Le prove riferite portano a conclusioni del tutto diverse rispetto a quelle riassunte nella mazza da hockey di MANN *et alii* (1998) e portano un contributo a nostro avviso rilevante alla tesi che attribuisce la responsabilità delle variazioni climatiche non alle attività antropiche ma alla Natura, tesi che gode di una bibliografia vastissima (EDDY, 1981; SHAVIV, 2003; SVENSMARK, 2007) e che trova largo spazio nel report “*La Natura non l’attività dell’Uomo governa il clima*” prodotto da N-IPCC e curato da SINGER (2008).

C’è infine da sottolineare che durante la fase calda medioevale, in particolare tra il 950 ed il 1250, pur in presenza di temperature superiori alle attuali di 1-3°C, non si verificarono fenomeni negativi come vaste inondazioni di aree costiere da parte del mare, eventi meteorici estremi, e così via, sempre ipotizzati ed enfatizzati per i prossimi decenni da parte dell’IPCC e invariabilmente ripresi dai mass media. Tali eventi furono invece caratteristici della fase di declino dell’MWP (LAMB, 1977) e della LIA (Piccola Era Glaciale) che afflisse l’Europa dal XVI al XIX secolo (GIRAUDI, 2009). Tali dati confermerebbero le considerazioni espresse da LINDZEN (2005), il quale sostiene che le fasi calde come la nostra sono anche fasi in cui la frequenza degli eventi estremi si attenua sensibilmente perché si riduce il gradiente termico polo-equatore.

Infine nella fig. 3 tratta da MINISSALE (2010), vengono riportate le variazioni globali della temperatura e della concentrazione di anidride carbonica nel corso dell’ultimo millennio.

L’autore, in base alla notevole concordanza fra le due curve ritiene di stabilire un rapporto di causa - effetto fra livello di CO₂ e temperatura, con un ragionamento che sarebbe legittimo se la curva delle temperatura globale non fosse il già discusso hockey stick di Mann e dunque un falso. Se al posto di tale curva si utilizzasse infatti una curva come quella di Fig. 2a in alto che mette nel dovuto risalto l’MWP e la LIA, la correlazione risulterebbe alquanto scarsa e

Italy, and iii) the fact that the research was conducted on the basis of still observable geomorphological and historical data, not biased by subjective interpretations or mathematical modelling, it may be concluded that that these data should be taken into account in the reconstruction of climatic changes during the past millennium.

The data of Monterin confirm century-old climatic variations, documenting the Medieval Warm Period, with temperatures at least 1-3 °C warmer than present ones, and the cold phase of the Little Ice Age. The reported tests lead to conclusions which are fairly different from those epitomised by the hockey stick of MANN *et alii* (1998). Furthermore, they validate the assumption that climate change is not due to human activities but rather to Nature. This thesis is supported by a very wide literature (EDDY, 1981; SHAVIV, 2003; SVENSMARK, 2007)) and extensively covered in the report “*The Nature, not Human Activity, Rules the Climate*”, produced by the NIPCC and edited by SINGER (2008).

It should be emphasised that, during the MWP (especially from 950 to 1250), although temperatures were 1-3°C higher than today, no negative phenomena, e.g. extensive flooding of coastal areas by the sea, extreme meteorological events and so on, occurred. However, these phenomena are predicted in the coming decades by the IPCC and invariably echoed in the media. The above events were instead typical of the period of decline of the MWP (LAMB, 1977) and the LIA (Little Ice Age) that Europe experienced from the 16th to the 19th century (GIRAUDI, 2009). These data confirm the comments made by LINDZEN (2005), who argues that warm phases like the present one are also phases in which the frequency of extreme events is significantly weaker as a consequence of the lower thermal gradient between the Equator and the Arctic areas.

Finally, Fig. 3 (taken from MINISSALE, 2010 - p. 21) shows the global variations of temperature and atmospheric concentrations of CO₂ in the last millennium.

Based on the significant correlation between the two curves, the author determined a causal relationship between CO₂ levels and temperature. This reasoning would be acceptable if the curve of global temperature were not Mann’s hockey stick and thus a fake. By contrast, a curve like the one of Fig. 2a, placing adequate emphasis

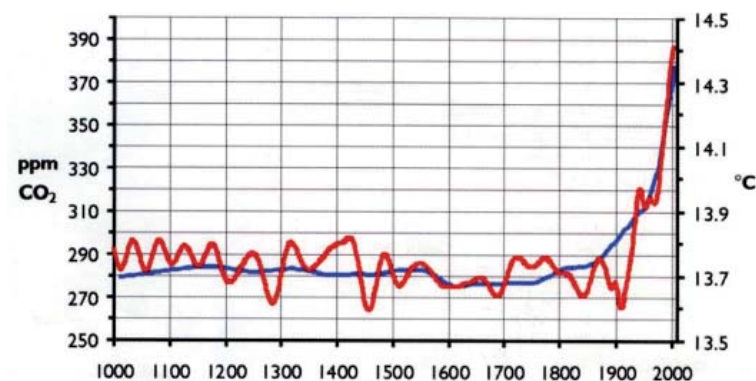


Fig. 3 - Variazione della concentrazione della CO₂ in atmosfera (in blu) e della temperatura media terrestre (in rosso) nel millennio scorso (da MINISSALE, 2010). La temperatura rispecchia l’hockey stick di Mann
- Variation of atmospheric concentration of CO₂ (blue) and Earth’s average temperature in the last millennium according to Mann’s hockey stick (red) (from MINISSALE, 2010)

dunque il presunto legame causale verrebbe minato alle fondamenta. L'esempio riportato mostra quanto di negativo in termini scientifici possa derivare dall'adozione acritica dell'hockey stick di Mann.

Per i tentativi di previsione del clima futuro appare per quanto detto assai importante conoscere il comportamento passato del nostro Pianeta, ossia la storia climatica ricostruibile mediante le scienze geologiche, agrarie, archeologiche, forestali, sociali, ecc., uniche fonti di dati certi, che possono consentire di pervenire a valutazioni sufficientemente corrette sull'argomento. Si viene così ad affermare, in un certo senso in linea con il principio dell'Attualismo in geologia (*the Present is the key to the Past*) il concetto secondo cui lo studio del passato è la chiave per la previsione del futuro (*the Past is the key to the Future*).

Di quanto riferito dovrebbero tenere conto i responsabili di Governo chiamati a decidere in merito al futuro delle politiche poste in essere a seguito del Protocollo di Kyoto. Tali politiche, infatti, nel caso in cui fosse appurata la dominanza delle forzanti naturali rispetto a quelle antropiche, si rivelerebbero non solo inutili ma anche dannose in quanto inibitrici rispetto a politiche concrete di adattamento alla variabilità del clima.

on the MWP and LIA, would nullify the alleged causal link. This example demonstrates the negative results of an acritical adoption of Mann's hockey stick.

In order to predict future climate, it is thus important to investigate our planet's past, i.e. reconstruct the historical climate series with the aid of geological, agricultural, archaeological and social sciences. These are the only sources of certain data, that allow to make sufficiently correct statements on the topic. The idea of the past being the key to the future, somehow analogous to the principle in Geology (*The Present is the key to the Past*), is then established.

Governmental authorities in charge of formulating post-Kyoto policies should bear these conclusions in mind. Indeed, if these policies neglected the dominance of natural forces over anthropogenic ones, they would be not only useless but also harmful, as they would prevent effective policies of adaptation to climate change.

OPERE CITATE / REFERENCES

- AD HOC GROUP ON CARBON DIOXIDE AND CLIMATE (1977) - *Carbon dioxide and Climate: A Scientific Assessment* . (Charney Report), National Academy of Sciences, Washington DC, 22 pp.
- ALLEY R.B. (2004) - *GISP2 Ice Core Temperature and Accumulation Data. IGBP PAGES/World Data Center for Paleoclimatology Data* .Contribution Series #2004-013. NOAA/NGDC Paleoclimatology Program, Boulder CO, USA.
- BELLONI S. & PELFINI M. (1987)- *Il gradiente termico in Lombardia*. *Acqua-Aria*, **4**: 441-447.
- BERRUTI G. (1998) - *Clima e comunità alpine. L'alta Valle Camonica e l'alta Valle Trompia tra il XIV e il XIX secolo*. Grafo, 78 pp.
- CONTENTO P. (2008) - *Il clima medievale e l'hockey stick*. (see on line at: www.meteogelo.com/index.php?s=affondo).
- DAHL-JENSEN D., MOSEGAARD K., GUNDESTRUP N., CLOW G.D., JOHNSEN S.J., HANSEN A.W. & BALLING N. (1998) - *Past Temperatures Directly from the Greenland Ice Sheet*. *Science* **282**: 268-271.
- EDDY J.A. (1981) - *Il clima e il ruolo delle condizioni solari*. In *Clima e Storia*, Franco Angeli, 170-197.
- ESPER J. & FRANK D.E (2009a) - *Divergence pitfalls in tree-ring research*. *Climatic Change*, **94** (3-4): 261-266.
- ESPER J. & FRANK D.E. (2009b) - *The IPCC on heterogeneous Medieval Warm Period*. *Climatic Change*, **94** (3-4): 267-273.
- FABIANI R. (1952) - *Trattato di Geologia*. Ist. Grafico Tiberino ed., Roma.
- GILLET N.P., STONE D.A., STOTT, NOZAWA T., KARPECHKO A.Y., HEGER G.C., WEHNER M.F., JONES P.D. (2008) - *Attribution of polar warming to human influence*. *Nature Geoscience*: **1**: 750-754.
- GIRAUDI C. (2009) - *Late Holocene glacial and periglacial evolution in the upper Orco Valley, northwestern Italian Alps*. *Quaternary Research*: **71**: 1-8.
- HANN I. (1908) - *Handbuch der klimatologie*. Engelhorn, Stuttgart, 394 pp.
- IPCC (2001) - *Third Assessment Report*. Climate Change 2001 (disponibile in rete al sito www.ipcc.ch).
- IPCC (2007) - *Fourth Assessment Report (AR4)*. Climate Change 2007 [disponibile in rete al sito www.ipcc.ch]
- KAUFMAN D.S., SCHNEIDER D.P., MCKAY N.P., AMMANN C.M., BRADLEY R.S., BRIFFA R.K., MILLER G.H., OTTO-BLIESNER B.L., OWERPECK J.T. & WINTER B.M. (2009) - *Recent warming Revers Long-Term Arctic Cooling*. *Science*, **325**: 1236-1239.
- LAMB H.H. (1966) - *The changing climate*. Methuen, London, 236 pp.
- LAMB H.H. (1977) - *Climate, present, past and future. Volume 2. Climatic history and the future*. Methuen & Co Ltd., London, 835 pp.
- LAMB H.H. (1995) - *Climate, History and the Modern World*. Routledge, London, 2nd edition, 433 pp.
- LEROY LADURIE E. (1967) - *Tempo di festa, tempo di carestia, storia del clima dall'anno mille*. Einaudi, 449 pp.
- LEROY LADURIE E. (2004) - *Histoire humaine et comparée du climat. I. Canicules et glaciers (XIII-XVIII siècles)*. Fayard, 740 pp
- LINDZEN R.S. (2005) - *Understanding Common Climate Claims*. In *Proceedings of the 34th International Seminar on Nuclear War and Planetary Emergencies*, edited by R. RAIGAINI, World Scientific Publishing Co., Singapore: 189-210.
- LOEHLE C. & MCCULLOCH J.H. (2008) - *Correction to: a 2000-year global temperature reconstruction based on non-tree ring proxies*. *Energy & environment*, **19**

- (1): 93-100.
- LOEHLE C. (2007) - *A 2000-year global temperature reconstruction based on non-tree ring proxies*. Energy & environment: **19** (7-8): 1049-1058.
- LOEHLE C. (2009) - *A mathematical analysis of the divergence problem in dendroclimatology*. Climatic Change: **94** (3-4): 233-245.
- MANGINI A., SPÖTL C. & P. VERDES (2005) - *Reconstruction of temperature in the Central Alps during the past 2000 yr from a $\delta^{18}O$ stalagmite record*. Earth and Planetary Science Letters, **235** (3-4): 741-751.
- MANN M.E. & BRADLEY R.S. (1999) - *Northern Hemisphere Temperatures During the Past Millennium: Inferences, Uncertainties, and Limitations*. Geophysical Research Letters, **26**: 759-762.
- MANN M.E., BRADLEY R.S. & HUGHES M.K. (1998) - *Global-scale temperatures patterns and climate forcing over the past six centuries*. Nature, **392**: 779-787.
- MCINTYRE S. & MCKITRICK R. (2003) - *Corrections to the Man et al. (1998) proxy data base and Northern hemispheric average series*. Energy and Environment, **14**: 751-771.
- MCINTYRE S. & MCKITRICK R. (2005) - *Hockey sticks, principal components, and spurious significance*. Geophysical Research Letters: **32**, L03710, doi: 10.1029/2004GL021750.
- MILLET L., ARNAUD F., HEIRI O., MAGNY M. & NERNEAUX D. (2009) - *Late-Holocene summer reconstruction from chironomid assemblages of Lake Anterne, northern French Alps*. The Olocene, **19** (2): 317-328.
- MINISALE A. (2010) - *Anidride carbonica, effetto serra, clima e dinamica del mantello*. Geoitalia, **30**: 18-21.
- MOBERG A., SONECHKIN D.M., HOLMGREN K., DATSENKO N. M., KARLÉN W. (2005) - *Highly variable Northern Hemisphere temperatures reconstructed from low-and high-resolution proxy data*. Nature, **433** (7026): 613-617.
- MONTERIN U. (1932) - *Lo spopolamento montano nelle ricerche antropogeomorfiche sulla media e bassa Valle d'Aosta con particolare riguardo alla valle di Challant*. Studi e Monografie dell'Istituto Nazionale di Economia Agraria, 16.
- MONTERIN U. (1937) - *Il clima sulle Alpi ha mutato in epoca storica? CNR, Comitato Nazionale di Geografia*, 54 pp.
- ORTOLANI F. & PAGLIUCA S. (2004) - *Il clima mediterraneo: modificazioni cicliche degli ultimi millenni e previsioni per il prossimo futuro*. Acc. Naz. Lincei, Atti dei Convegni Lincei, 204 (Roma, 21 marzo 2003): 205-225.
- PINNA M. (1996) - *Le variazioni del clima, dall'ultima grande glaciazione alle prospettive per il XXI secolo*. Franco Angeli, 214 pp.
- SHAVIV N.J. (2003) - *Towards a Solution to the Early Faint Sun Paradox: A Lower Cosmic Ray Flux from a Stronger Solar Wind*. Journal of Geophysical Research, **2**.
- SINGER F. (2008) - *La Natura, non l'attività dell'Uomo, governa il clima. 21mo Secolo*, 93 pp.
- SVENMARK H. (2007) - *Astronomy & Geophysics Cosmoclimate: a new theory emerges*. Astronomy & Geophysics 48 (1): 1.18-1.24. doi:10.1111/j.1468-4004.2007.48118.x.
- TODARO C. & MIGLIARDI E. (2000) - *Opinioni sullo studio delle tendenze climatiche (parte seconda)*. Bollettino Geofisico, 3-4.
- TODARO C. & MIGLIARDI E. (2003) - *Opinioni sullo studio delle tendenze climatiche (parte seconda)*. Bollettino Geofisico, 3-4.
- TODARO C. & MIGLIARDI E. (2004) - *Opinioni sullo studio delle tendenze climatiche (reminiscenze e suggerimenti)*. Bollettino Geofisico: 3-4.
- TROUET V., ESPER J., GRAHAM N.E., BAKER A., FRANK D.C. & SCOURSE J.D. (2009) - *Persistent Positive North Atlantic Oscillation Mode Dominated the Medieval Climate Anomaly*. Science, **324**: 78-80.
- WEGMAN E.J., SCOTT D.W. & SAID H.Y. (2006) - *Ad hoc committee report on the 'hockey stick' global climate reconstruction* (disponibile in rete al sito http://energycommerce.hoys.gov/108/home/pdf/others/07142006Wegmann_Report.pdf).
- WERNER P.C., GERSTENGARBE F.W., FRAEDRICH K. & OESTERLE K. (2000) - *Recent climate change in the North Atlantic/European sector*. International Journal of Climatology, **20** (5): 463-471

Received May 2010 - Accepted November 2010