

Ultimo Rapporto IPCC

# I CAMBIAMENTI CLIMATICI PRESENTI E DEL PASSATO

a cura di  
Sergio Castellari\*

**"Pubblichiamo l'articolo di Sergio Castellari che ha raccolto il nostro invito ad approfondire il tema della questione climatica introdotto nella precedente edizione da Franco Battaglia".**

Il Direttore

## Che cosa è l'IPCC?

L'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) è stato istituito nel 1988 dalla *Organizzazione Mondiale della Meteorologia dell'ONU (WMO)* e dal *Programma Ambientale dell'ONU (UNEP)* con lo scopo di fornire ai decisori politici ed a tutta la comunità scientifica mondiale una valutazione della letteratura scientifica disponibile su i vari aspetti dei cambiamenti climatici, impatti, adattamento e mitigazione; ciò al fine di comprendere meglio il rischio dei cambiamenti climatici causati dalle attività umane. L'IPCC (<http://www.ipcc.ch/>) è un organo che non svolge ricerca, aperto a tut-

ti i Paesi membri WMO e UNEP. Regolarmente l'IPCC, oltre ad altre pubblicazioni, produce ogni sei anni dei *Rapporti di Valutazione* divisi in tre volumi sulle basi fisiche dei cambiamenti climatici, impatti, vulnerabilità dei diversi sistemi umani e naturali, adattamento e mitigazione dei cambiamenti climatici.

Gli esperti scientifici, che lavorano in maniera volontaria e non retribuita dall'IPCC, sono scelti dall'*IPCC Bureau*, che è composto da scienziati qualificati a livello internazionale (in questi anni l'unico membro italiano è il Dr. Filippo Giorgi, che è finora il climatologo italiano con più pubblicazioni). Questi esperti inter-

nazionali rappresentano il più alto livello di *expertise* nei vari aspetti dei cambiamenti climatici (tra questi ci sono molti climatologi statunitensi).

I rapporti di valutazione riflettono un'analisi e valutazione del consenso scientifico dei risultati riguardo i cambiamenti climatici, estratto dalla letteratura "*peer-reviewed*" scientifica mondiale, insieme ad indicazioni del grado di confidenza scientifica sulle conclusioni estratte dalla letteratura.

L'approccio dell'IPCC è obiettivo e trasparente. Ad esempio, l'ultimo *Rapporto di Valutazione (AR4-IPCC)*, pubblicato quest'anno nei suoi tre volumi, è stato sottoposto a due giri di revisione rivolta ad esperti scientifici di tutto il mondo ed a revisioni di esperti scientifici governativi. Queste revisioni sono state ampiamente propagate ed aperte realmente a tutti gli scienziati esperti nel settore. Le revisioni (commenti dei revisori e risposte degli autori dei vari capitoli del rapporto) saranno rese pubbliche sul sito web dell'IPCC. In conclusione, il Rapporto AR4-IPCC del 2007 ha implicato sei anni di lavoro coinvolgendo: 800 Autori (che hanno contribuito ai contenuti dei vari capitoli); 450 Autori responsabili di capitoli (che hanno coordinato il lavoro di finalizzazione dei vari capitoli); 2500 revisori (che hanno commentato e revisionato i vari capitoli).

Alcune osservazioni meritano di essere segnalate, al fine di evidenziare l'importanza del lavoro dell'IPCC nel contesto della comunità scientifica mondiale. Nel 2007 le Accademie Scientifiche Nazionali dei Paesi G8 + 5 hanno formalizzato una dichiarazione in cui si legge: **"È inequivocabile che il clima sta cambiando, ed è molto probabile che questo cambiamento sia causato in maniera predominante dall'aumento della interferenza umana con l'atmosfera".**

Il 9 dicembre 2006 l'*American Association for the Advancement of Science (AAAS)* ha finalizzato un documento ufficiale sui cambiamenti climatici, seguita poi il 1 febbraio 2007 dalla *Società Meteorologica Americana (AMS)* nel cui documento ufficiale si legge: **"Una forte evidenza osservativa e i risultati degli studi di modellistica indicano che, almeno negli ultimi 50 anni, le attività umane contribuiscono maggiormente ai cambiamenti climatici".**

Inoltre, nel giugno 2005 sempre le Accademie Scientifiche Nazionali dei Paesi G8, insieme a quelle del Brasile, Cina ed India hanno formalizzato e firmato un documento ufficiale in cui si approvano i contenuti scientifici del *Terzo Rapporto IPCC (TAR-IPCC)*, allora disponibile, ed in particolare si legge: **"La comprensione scientifica dei cambiamenti climatici è ora sufficientemente chiara per giustificare pronte azioni da parte dei vari Paesi... Riconosciamo il consenso scientifico internazionale dell'IPCC".**

I contenuti scientifici del TAR-IPCC sono stati approvati ufficialmente anche dalla *Geological Society of America (GSA)* nel 2004, dall'*American Geophysical Union (AGU)* nel dicembre 2003, dall'*American Institute of Physics (AIP)* il 4 aprile 2004 e dall'*American Astronomical Society (AAS)* il 2 giugno 2004.

Dalle osservazioni sopra svolte si possono trarre alcune importanti conclusioni: l'operato dell'IPCC negli anni è stato approvato dalle più importanti accademie ed organizzazioni scientifiche nel mondo; l'IPCC include la maggior parte della comunità scientifica mondiale attiva nella ricerca sui vari aspetti dei cambiamenti climatici; l'IPCC non è "guidato" o "dominato" dai vari governi (se fosse così, ad esempio, l'attuale amministrazione statunitense, che è stata ed è anco- ➤

► ra oggi critica sulla causa umana dei cambiamenti climatici, non avrebbe permesso la partecipazione di un gran numero di scienziati climatici statunitensi nei lavori di preparazione dei rapporti IPCC!).

**Che cosa determina il clima della Terra?**

Il sistema clima è un sistema complesso, che include l'atmosfera, gli oceani, le terre emerse, la criosfera e la biosfera. Generalmente il clima viene definito come "il tempo meteorologico medio" su scale temporali lunghe (almeno 30 anni), o anche come la risposta del bilancio energetico della Terra. Questo bilancio può essere modificato:

- con cambiamenti della radiazione solare incidente (ad esempio, variazioni dell'orbita della Terra attorno al Sole);
- con variazioni dell'albedo (la frazione di radiazione solare che viene riflessa in varie parti della Terra, ad esempio, dalla copertura nevosa, dal ghiaccio, dalla vegetazione, dai deserti e dalle particelle aerosol in atmosfera);
- con variazioni dell'effetto serra (che di per sé è un effetto naturale che ha permesso la vita sul pianeta Terra e che è dovuto alla presenza in atmosfera di certi gas-serra, come il vapore acqueo, il biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>), il metano (CH<sub>4</sub>) ed il protossido di azoto (N<sub>2</sub>O), che assorbono e riemettono verso la superficie terrestre la radiazione emessa dalla Terra stessa).

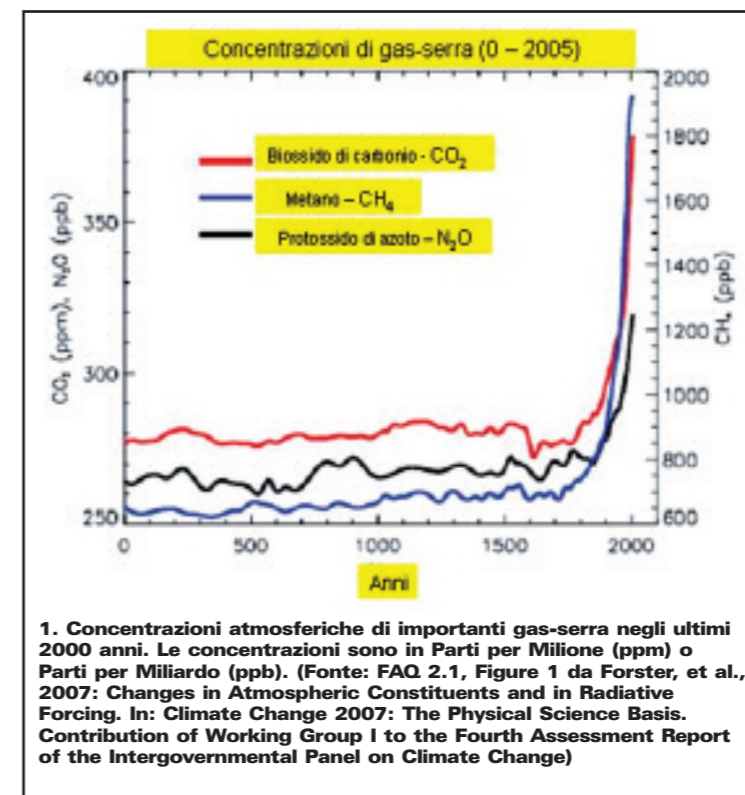
Un aumento delle emissioni di gas-serra dalla superficie terrestre porta ad un aumento delle loro concentrazioni atmosferiche e, quindi, ad un rafforzamento dell'effetto serra globale. Tra i gas-serra il più importante ed abbondante in atmosfera è il vapore acqueo, che, tuttavia, non è un gas ben mescolato nell'atmosfera, cioè non può essere rappresentato da una concentrazione atmosferica globale. Gli altri gas-serra come la CO<sub>2</sub>, il CH<sub>4</sub> ed il N<sub>2</sub>O sono gas ben mescolati nell'atmosfera e sono presenti in quantità minori (però la quantità di CO<sub>2</sub> è circa mille volte più grande di quella di CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O). Il clima terrestre globale è influenzato da queste variazioni, oltre che da vari suoi meccanismi di retro-azione (*feedback*). I vari *feedback* giocano un ruolo importante nella variabilità del sistema clima. Ad esempio, se la atmosfera si riscalda, la concentrazione atmo-

sferica di vapore acqueo in generale aumenta, portando ad un'intensificazione ulteriore dell'effetto serra, che causa ancora più riscaldamento globale e così via (*feedback* del vapore acqueo).

Anche le nuvole giocano un ruolo importante: le nuvole assorbono bene la radiazione terrestre, contribuendo al riscaldamento globale, ma, allo stesso tempo, riflettono bene verso l'alto anche la radiazione solare incidente sulla Terra, contribuendo, quindi, al raffreddamento globale. In sintesi, le nuvole, a seconda del tipo, del contenuto d'acqua, dell'altitudine, della dimensione delle particelle, della forma e della vita, possono contribuire al raffreddamento o al riscaldamento della Terra.

**Come le attività umane contribuiscono ai cambiamenti climatici ed in che misura rispetto alle influenze naturali?**

Le attività umane contribuiscono ai cambiamenti climatici tramite le emissioni di gas-serra e di aerosol e tramite le modifiche al territorio (ad esempio, la deforestazione, che causa rilascio di CO<sub>2</sub> e cambi nell'albedo). Aumenti significativi di questi gas-serra sono iniziati nell'era industriale, cioè negli ultimi due secoli (vedi **Figura 1**); ad esempio, la concentrazione globale atmosferica di CO<sub>2</sub> è aumentata da un valore pre-industriale di 280 ppm (nel 1750) ad un valore di 380 ppm nel 2006. Oltre ad innescare il *feedback* del vapore acqueo, le attività umane possono influenzare il vapore acqueo mediante le emissioni di metano, perché la distruzione chimica in stratosfera di questo gas produce piccole quantità di vapore acqueo. Inoltre l'uso dei combustibili fossili e l'uso di biomassa producono aerosol come i solfati, fuliggine (*soot*); alcuni di questi hanno un effetto di riscaldamento, mentre altri di raffreddamento. Esistono anche aerosol di origine naturale, come quelli emessi dalle eruzioni vulcaniche o quelli prodotti alla superficie dei mari. Nell'ultimo *Rapporto IPCC* si è evidenziato un notevole progresso nella ricerca sui forzanti radiativi (quei fattori che possono modificare il bilancio energetico del sistema Terra-atmosfera): il forzante radiativo netto prodotto dalle attività umane è positivo (effetto globale di riscaldamento) ed è maggiore rispetto ai forzanti radiativi naturali.



1. Concentrazioni atmosferiche di importanti gas-serra negli ultimi 2000 anni. Le concentrazioni sono in Parti per Milione (ppm) o Parti per Miliardo (ppb). (Fonte: FAQ 2.1, Figure 1 da Forster, et al., 2007: Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change)

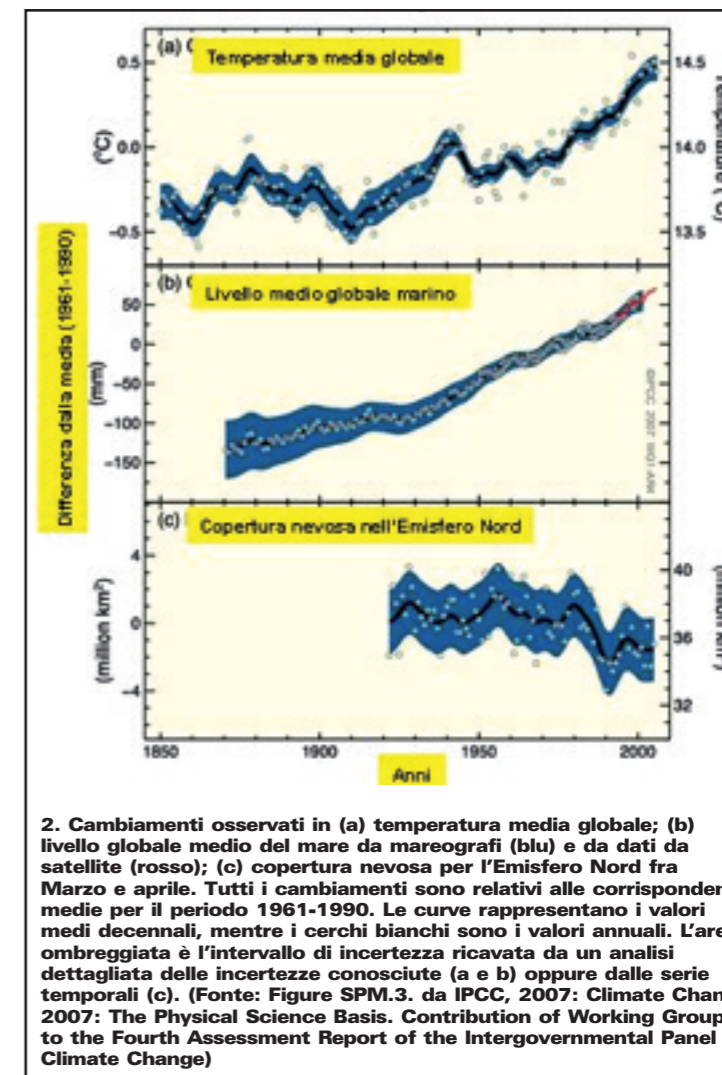
mente dal 1993 al 2003 (circa 3.1 mm per anno). (vedi **Figura 2(b)**). I ghiacciai montani e la copertura nevosa sono mediamente diminuiti (vedi **Figura 2(c)**). I dati da satelliti hanno mostrato una perdita media di ghiaccio Artico di circa 2,7% per decennio (più forte durante l'estate). Infine, dal 1970, in particolare nelle zone tropicali e sub-tropicali, si sono registrati periodi più lunghi e più intensi di siccità.

**Ed il clima del passato?**

Nel passato, prima che le attività umane potessero giocare un ruolo determi- ►

**E le osservazioni dei cambiamenti climatici recenti?**

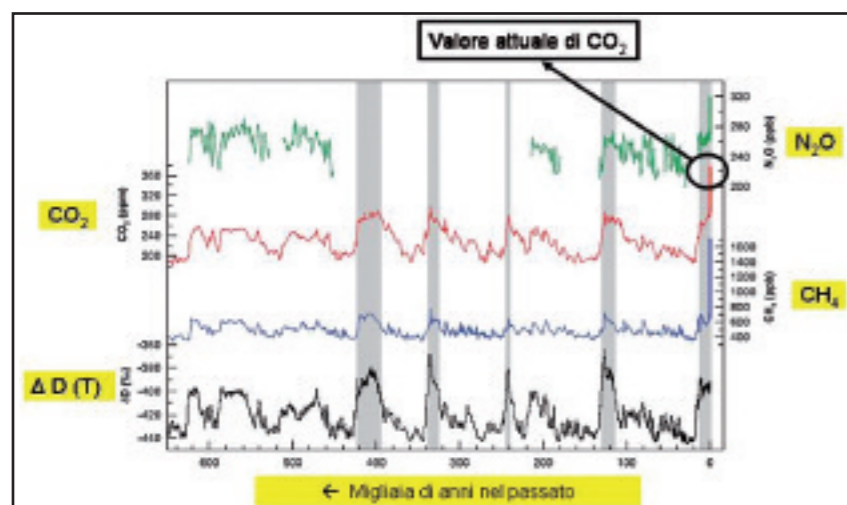
Molte diverse osservazioni (terra, oceani, neve, ghiacciai, livello del mare) hanno mostrato che il riscaldamento del sistema climatico è inequivocabile. Le misure termometriche (vedi **Figura 2(a)**) hanno evidenziato che la temperatura media globale è aumentata di 0,74°C negli ultimi 100 anni (1906-2005), ma questo riscaldamento non è stato costante, o non risulta essere lo stesso in tutte le stagioni ed aree della Terra. La temperatura media globale è aumentata di 0,35°C nel periodo 1910-1940, poi è diminuita leggermente di 0,1°C ed in seguito è aumentata rapidamente dal 1970 circa fino ad oggi di circa 0,55°C. Gli anni più caldi dei 157 anni di misure termometriche sono risultati il 1998 ed il 2005, mentre 11 degli ultimi dodici anni (1995 -2006) sono stati fra i più caldi mai registrati. La temperatura media dell'Artico è aumentata quasi del doppio rispetto a quella globale negli ultimi 100 anni. Le osservazioni marine hanno evidenziato che la temperatura media degli oceani è aumentata fino ad almeno 3000 m di profondità. Le osservazioni da satelliti e da mareografi hanno evidenziato che il livello medio globale dei mari è cresciuto mediamente di 1.8 mm per anno nel periodo 1961-2003, ma più veloce-



2. Cambiamenti osservati in (a) temperatura media globale; (b) livello globale medio del mare da mareografi (blu) e da dati da satellite (rosso); (c) copertura nevosa per l'Emisfero Nord fra Marzo e aprile. Tutti i cambiamenti sono relativi alle corrispondenti medie per il periodo 1961-1990. Le curve rappresentano i valori medi decennali, mentre i cerchi bianchi sono i valori annuali. L'area ombreggiata è l'intervallo di incertezza ricavata da un'analisi dettagliata delle incertezze conosciute (a e b) oppure dalle serie temporali (c). (Fonte: Figure SPM.3. da IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change)

► nante, il clima è cambiato su varie scale temporali. Le informazioni estratte dagli indicatori climatici (*proxy data*), quali gli anelli degli alberi, i carotaggi di ghiaccio, i sedimenti marini, confermano che il riscaldamento nell'ultimo mezzo secolo appare inusuale almeno rispetto ai precedenti 1300 anni. Inoltre la concentrazione atmosferica di CO<sub>2</sub> del 2006 supera il range di valori (180-300ppm) degli ultimi 650.000 anni nei vari periodi glaciali ed interglaciali (vedi **Figura 3**). Nonostante non sia stata la causa primaria, la concentrazione atmosferica di CO<sub>2</sub> ha giocato un ruolo importante durante i periodi glaciali. I carotaggi di ghiaccio in Antartide (vedi **Figura 3**) hanno mostrato che: la concentrazione di CO<sub>2</sub> era bassa (circa 180 ppm) durante i periodi glaciali, ed alta (circa 280 ppm) durante i periodi caldi interglaciali; le variazioni di concentrazione di CO<sub>2</sub> hanno generalmente seguito le variazioni di temperatura in Antartide con un ritardo di qualche centinaia di anni.

I passaggi da un periodo glaciale ad un periodo interglaciale e viceversa sono durati parecchie migliaia di anni, ma questi passaggi sono stati influenzati da un *feedback* positivo della CO<sub>2</sub>; in altre parole, un iniziale piccolo raffreddamento (causato da variazioni orbitali della Terra) è stato amplificato dalla diminuzione della concentrazione atmosferica di CO<sub>2</sub>



**3. Concentrazioni di CO<sub>2</sub> (biossido di carbonio), CH<sub>4</sub> (metano), protossido di azoto (N<sub>2</sub>O) e "proxy" della temperatura nel passato fino a 650000 anni fa. Le aree grigie indicano l'attuale ed i precedenti periodi caldi interglaciali. (Fonte: Figure TS.1. da Solomon et al. 2007: Technical Summary. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change)**

causata ad esempio dagli oceani. Infatti, le simulazioni con modelli climatici avanzati forniscono risultati simili ai dati climatici "proxy" solo se si introduce il fattore che tiene conto della CO<sub>2</sub>. Inoltre tramite l'analisi dei dati "proxy" da sedimenti marini si è provato che milioni di anni fa i periodi caldi privi di ghiacci hanno coinciso con alti livelli di concentrazione atmosferica di CO<sub>2</sub>.

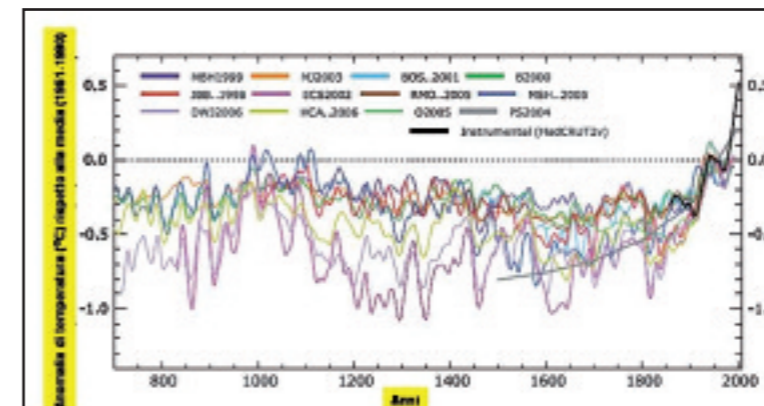
**I recenti cambiamenti climatici sono inusuali rispetto a quelli del passato?**

Quando si confronta il cambiamento climatico degli ultimi 100 anni con i cambiamenti climatici del passato, ad esempio degli ultimi 1000 anni, appare necessario fare alcune importanti distinzioni: quale variabile climatica si vuole confrontare, quali cambiamenti si vogliono studiare (globali, o a scala più ridotta) e a quali scale temporali (milioni di anni, migliaia di anni o centinaia di anni).

Negli ultimi due secoli i dati mostrano che la concentrazione di CO<sub>2</sub> è aumentata molto rapidamente (circa 100 ppm pari al 35%); diversamente, gli aumenti di circa 80 ppm alla fine delle ere glaciali nel quaternario sono avvenute in migliaia d'anni!

L'analisi delle medie globali e nord-emisferiche della temperatura superficiale ricostruite con dati termometrici e ricostruzioni con "multi-proxy" (vedi **Figura 4**) ha mostrato, ad esempio, che negli ultimi 1000 anni le temperature sono aumentate nel periodo 1000-1300 in alcune regioni dell'emisfero nord (il cosiddetto "periodo caldo medievale") e sono diminuite nel periodo 1400-1900 nell'emisfero nord (la cosiddetta "piccola era glaciale"). È importante sottolineare che tutte le dodici ricostruzioni climatiche con "multi-proxy" attualmente disponibili nella comunità scientifica mostrano, con le dovute bande di incertezza, che la media delle temperature superficiali sull'Emisfero Nord durante il periodo caldo medievale erano inferiori alla media degli ultimi 100 anni (vedi **Figura 5**).

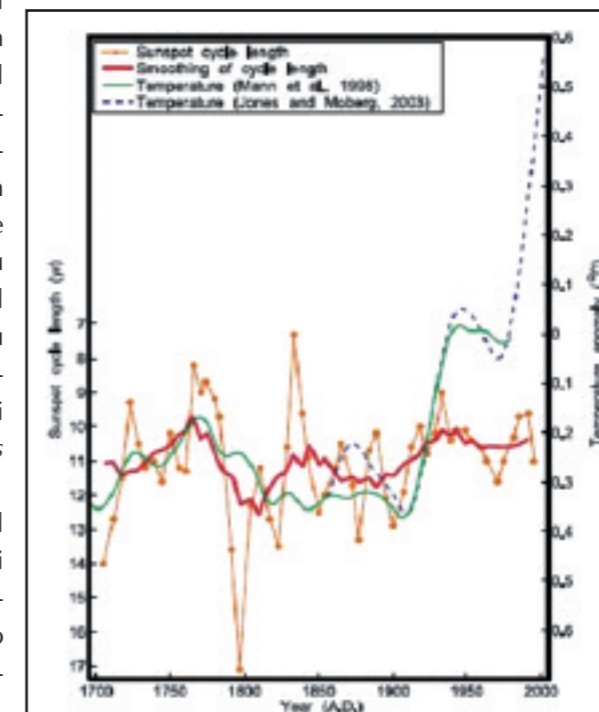
Le cosiddette prove "storiche", che spesso vengono ancora richiamate



**4. Variazioni delle temperature superficiali nell'emisfero nord negli ultimi 1300 anni, ricostruite sulla base di 12 serie di ricostruzioni "multi-proxy" climatiche; di misure strumentali negli ultimi 150 anni (linea nera). (Fonte: Figure TS.20. da Solomon et al. 2007: Technical Summary. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change)**

dalla stampa e da alcuni scienziati come: le fiere del ghiaccio sul Tamigi nei secoli passati, i vigneti nell'Inghilterra medievale, la colonizzazione della Groenlandia circa 1000 anni fa al fine di confermare l'esistenza di periodi più caldi o più freddi rispetto al periodo attuale, non possono essere considerate indicatori indiretti (*proxy data*) di temperatura negli ultimi 1000 anni. Il fiume Tamigi è gelato solo 22 volte tra il 1408 ed il 1814, (favorito dal flusso della corrente con il vecchio London Bridge). Dopo il 1830 con la ricostruzione del London Bridge, con campate più larghe che hanno reso più veloce la corrente, il Tamigi non ha più gelato anche in presenza di inverni molto freddi (Jones e Mann, 2004).

In questi anni il numero dei vigneti in Inghilterra e Galles sono almeno 350, mentre dall'analisi dei documenti storici si è trovato che nel Medioevo il numero dei vigneti era assai inferiore



**5. Confronto fra la variazione di temperatura misurata strumentalmente (tratteggio blu), da una ricostruzione "multi proxy" degli ultimi 300 anni (verde) e la variazione della lunghezza dei cicli solari (arancio: dati originali; rosso: dati mediati per attenuare le variazioni annuali) (Fonte: Damon e Laut, 2004).**

(ad esempio circa 52 nell'anno 1086). Chiaramente altri fattori, oltre al clima, possono aver influenzato il numero dei vigneti, come, ad esempio, particolari scelte economiche e commerciali o diverse tradizioni. La colonizzazione della Groenlandia sud-occidentale è avvenuta circa nell'anno 1000 da parte degli Islandesi. Verso il secolo XIV le varie comunità iniziarono a scomparire a causa di fattori non solo climatici, ma anche cultu-

rali ed economici. L'economia di queste comunità era infatti basata sull'allevamento e non sulla pesca, come quella degli altri abitanti della Groenlandia (gli Inuit). Quindi, una serie di tarde primavere e fredde estati iniziarono a mettere in ginocchio le comunità degli Islandesi e l'ultima colonia (quella più a sud) sopravvisse fino a circa la metà del secolo XV (Jones e Mann, 2004). Quindi tutte queste "prove storiche" non possono essere considerate

indicatori climatici corretti! Il periodo caldo medioevale e la piccola era glaciale non sono stati fenomeni globali, e l'aumento di temperatura durante il periodo caldo medioevale non è paragonabile all'attuale aumento di temperatura su tutto il pianeta (IPCC, 2007).

Alcuni scienziati hanno anche cercato di correlare la lunghezza dei cicli solari con le temperature nell'Emisfero Nord nel periodo 1860-1990 (Friis-Christensen and Lassen, 1991) e nel ►

► periodo 1579-1987 (Lassen e Friis-Christensen, 1995; Lassen e Friis-Christensen, 2000). Vari studi recenti (per esempio Damon e Laut, 2004; Kristjansson et al., 2002) hanno mostrato che "le apparenti solide correlazioni mostrate ... sono state ottenute tramite una analisi non corretta dei dati fisici". La **Figura 5** mostra chiaramente che, con i dati corretti della lunghezza dei cicli solari, la correlazione sparisce negli ultimi 50 anni. Infine alcuni scienziati hanno cercato di elaborare correlazioni tra i flussi di radiazioni cosmiche, che sono modulate dall'attività solare nell'eliosfera, e la copertura nuvolosa totale (Svensmark, 1998) o quella delle nuvole basse (Marsh and Svensmark, 2000). Nonostante questi studi siano interessanti, sono ancora agli inizi e mancano di chiare evidenze scientifiche: ad esempio la correlazione con la copertura globale nuvolosa totale sparisce dopo il 1991, mentre quella con la copertura globale di nuvole basse sparisce dopo il 1994 (Solomon et al., 2007). Concludendo, la ricerca climatica è una ricerca interdisciplinare ed in progresso, e deve continuare a crescere senza essere influenzata da preconcetti di parte e da una informazione non corretta, negazionista o catastrofista che sia. ■

**Sergio Castellari**

\* Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici (CMCC) - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)

E-mail:

castellari@bo.ingv.it

Web-site:

<https://www.cmcc.it/web/public/IPCC-Italia>

Sergio Castellari si è laureato in Fisica all'Università di Bologna e ha un Dottorato di Ricerca (Ph.D.) in Oceanografia Fisica dell'Università di Miami (USA). Ha lavorato all'Università di Miami, al CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) e dal 2000 all'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia). Dal dicembre 2006 è il Focal Point Nazionale dell'IPCC. Dal 2007 è comandato al Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici (CMCC) a Bologna.

**Bibliografia:**

Damon P.E., Laut P. 2004: "Pattern of Strange Errors Plagues Solar Activity and Terrestrial Climate Data". *Eos*, Vol. 85, No. 39.

Friis-Christensen and Lassen, 1991: "Length of the

solar cycle: An indicator of solar activity closely associated with climate". *Science*, 254.

IPCC, 2007: "Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change" [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Jones P.D., Mann M.E., 2004: "Climate Over Past Millennia". *Reviews of Geophysics* 42, 143

Kristjansson J.E., Staple A., Kristiansen J., 2002: "A new look at possible connections between solar activity, clouds and climate". *Geophysical Res. Letters* 29 (23).

Lassen K., Friis-Christensen E., 1995: "Variability of the solar cycle length during the past five centuries and the apparent association with terrestrial climate". *J. of Atmos. and Terres. Physics* 57(8).

Lassen K. e E. Friis-Christensen, 2000: "Reply to "Solar Cycle lengths and climate: A reference revisited" by P. Laut and J. Gundermann". *J. Geophys. Res.*, 105, 27.

Marsh N.D. e H. Svensmark, 2000: "Cosmic rays, clouds and climate". *Space Sci. Rev.*, 94.

Solomon, S., D. Qin, M. Manning, R.B. Alley, T. Berntsen, N.L. Bindoff, Z. Chen, A. Chidthaisong, J.M. Gregory, G.C. Hegerl, M. Heimann, B. Hewitson, B.J. Hoskins, F. Joos, J. Jouzel, V. Kattsov, U. Lohmann, T. Matsuno, M. Molina, N. Nicholls, J. Overpeck, G. Raga, V. Ramaswamy, J. Ren, M. Rusticucci, R. Somerville, T.F. Stocker, P. Whetton, R.A. Wood and D. Wratt, 2007: Technical Summary. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Svensmark, H. 1998: "Influence of cosmic rays on Earth's climate". *Physical Review Letters* 22.

**NOTA:**

È interessante notare che anche l'*American Physics Society (APS)*, di cui il Prof. Franco Battaglia nel suo articolo del precedente numero di *Innovare* ha dichiarato di essere membro, ha disponibile nel suo sito web un rapporto sulla questione dei cambiamenti climatici (probabilmente scritto alla fine degli anni 90, visto che cita solo il Primo e Secondo Rapporto IPCC) dove si legge: "Il consenso della comunità scientifica è chiaro: l'aumento delle emissioni di gas-serra inevitabilmente causerà la crescita dei livelli di gas-serra nell'atmosfera della Terra, e questo cambierà il clima della Terra...Mentre i cambiamenti climatici antropogenici non sono ancora stati determinati in maniera non ambigua, la conferma degli effetti umani sul clima sta aumentando".

(<http://www.aps.org/policy/reports/popa-reports/energy/climate.cfm>)