

CLIMA COME LO STIAMO CAMBIANDO (IN PEGGIO)

2100 ODISSEA nel

Le analisi degli esperti, gli studi sul passato e i dati da satelliti dicono la stessa cosa: la Terra si sta scaldando troppo. Per colpa dell'uomo. Il futuro? Molto poco rassicurante.

■ di CHIARA PALMERINI

Il clima che cambia? Gli scienziati ne discutono da 15 anni, che diventano quasi il doppio se si considera anche il buco nell'ozono, salito alla ribalta a metà anni 70. Da una decina i governi del mondo sono coinvolti in trattative e negoziati su come contrastare ipotetici cataclismi sul pianeta. Al pubblico arriva attraverso i media l'eco di dibattiti che, c'è da scommetterci, lo lasciano confuso tanto sono contraddittori: la Terra si riscalda. No, si raffredda. È colpa dell'uomo. No, è il corso della natura. Finché è arrivata l'estate 2003: torrida da maggio a settembre. Forse anche oltre. Questi mesi sulla graticola sono sembrati a molti la prova provata che il riscaldamento globale è già tra noi. E che non c'è da attendere centinaia di anni per vedere materializzarsi i teorizzati sconquassi.

Quest'estate caldissima in tutta Europa non impressiona invece i cli- ▶

■ Due decenni di anomalie

Ricostruzione delle temperature per gli emisferi Nord e Sud della Terra dal 200 d.C. all'anno 2000. In rosso, nella parte finale della curva, le temperature realmente registrate dalla metà dell'800 a oggi. Le altre linee colorate sono le ricostruzioni basate sull'analisi statistica di varie categorie di dati paleoclimatici disponibili fino al 200 d.C. Risulta evidente che il caldo degli ultimi decenni è un'eccezione nel corso di due millenni.

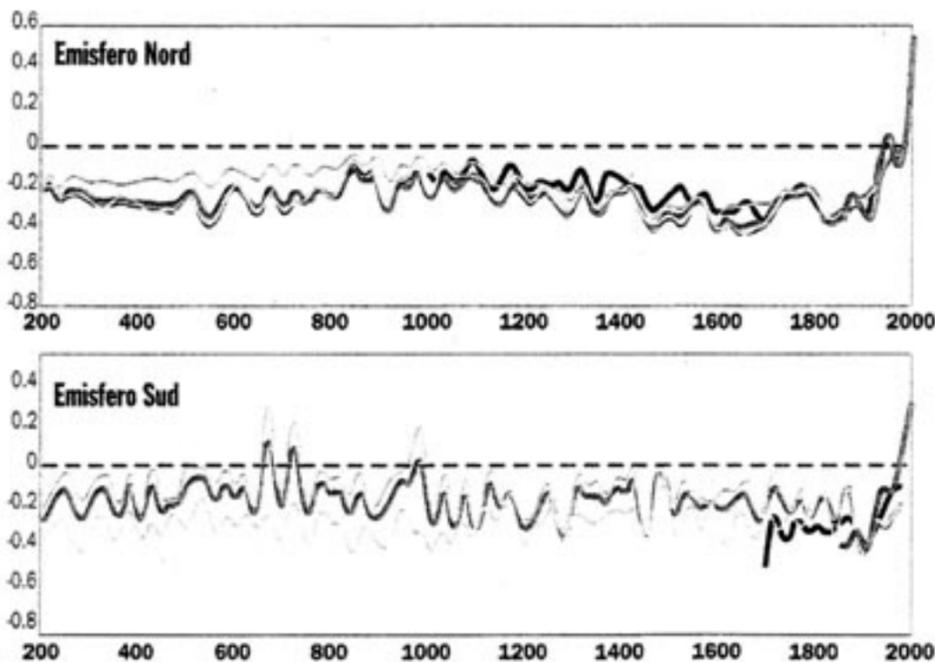
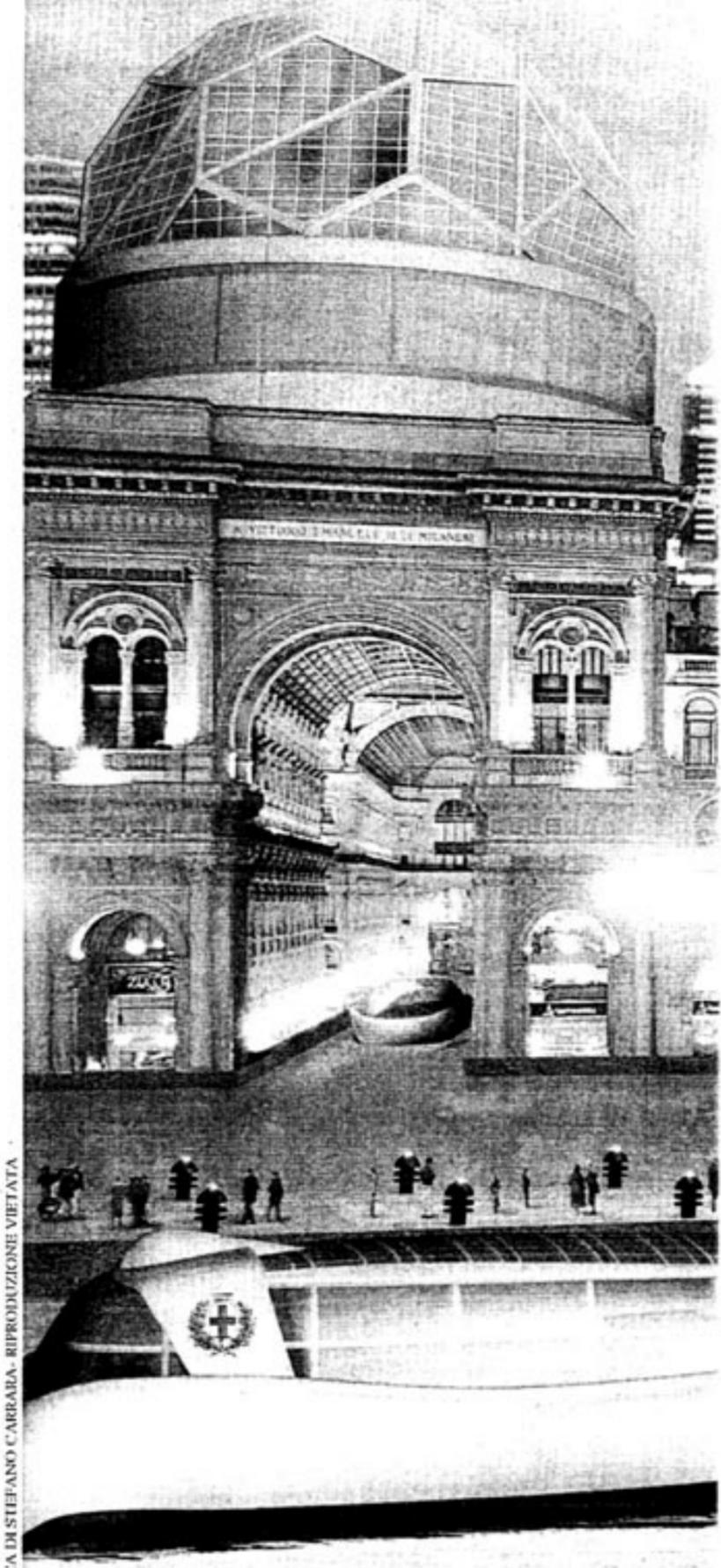


ILLUSTRAZIONE GRAFICA DI STEFANO CARRARA - RIPRODUZIONE VIETATA



■ SCENARI FANTASIOSI
Un'ipotetica Milano alle prese con l'acqua alta. Il riscaldamento del pianeta aumenterà la frequenza di eventi estremi, come alluvioni e inondazioni.

CALORE



Vette sempre meno bianche

In Italia le Alpi rischiano di restare del tutto senza nevi perenni

L'allarme sui ghiacciai italiani giunge da Claudio Smiraglia, presidente del Comitato glaciologico: «Nel 2002 abbiamo misurato un centinaio di ghiacciai alpini: nel settore orientale sono tutti in regresso; negli altri, l'80 per cento si sta ritirando».

I record negativi riguardano il Pré de Bard nel Monte Bianco, -31 metri solo quest'anno; i Forni nel gruppo del Cevedale, -23 metri, e il Neves nelle Alpi Aurine, -33. A questi ritmi, nel giro di un secolo le Alpi potrebbero diventare come gli Appennini, senza ghiacciai.

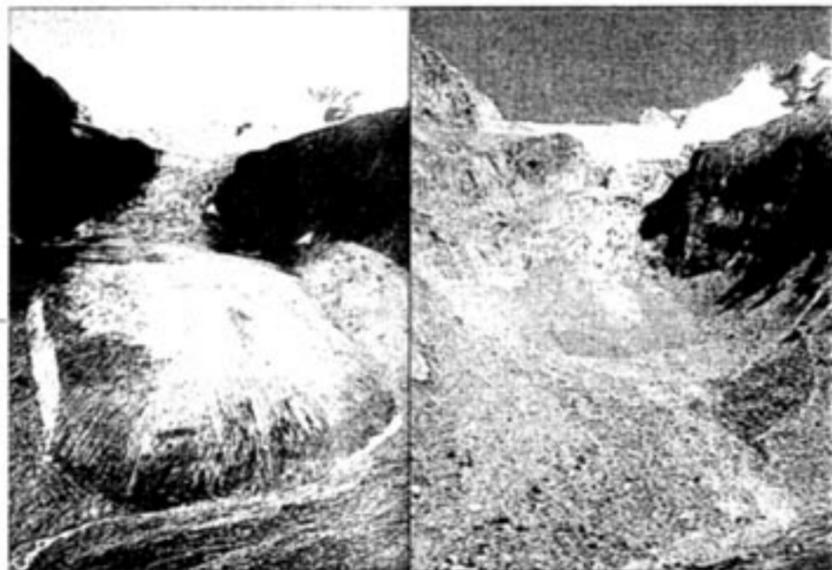
E le conseguenze si vedono già. A Ferragosto, alle 9 di sera, i ghiacci dell'Adamello si scioglievano ancora, come un tempo accadeva solo in pieno giorno; di qui la decisione di evacuare il rifugio Ai caduti dell'Adamello, a 3040 metri. Mentre le guide di Courmayeur e del Cervino si sono rifiutate di accompagnare i clienti sulle vette: le scariche di massi risultavano troppo pericolose.

Simile la situazione sul versante francese del Monte Bianco: la via normale era diventata così rischiosa che il

sindaco di Saint-Gervais ha emesso un comunicato per sconsigliare nel modo più assoluto la salita.

Nel resto del mondo non va meglio. I primi a sparire potrebbero essere i ghiacciai del Kilimangiaro, la montagna più alta d'Africa, già sciolti per due terzi. «Entro il 2015 potrebbe andarsene il resto» dice il glaciologo americano Lonnie Thompson. Non solo. In Himalaia oltre 40 laghi formati dalle morene dei ghiacciai in ritiro, gonfi per l'enorme quantità di acqua di fusione, potrebbero tracimare lungo le vallate. E senza poter evacuare le popolazioni. In pericolo anche i piccoli ghiacciai delle Ande, mentre in Patagonia, il Frias, da quando è iniziata l'epoca di riscaldamento, si è ritirato a un ritmo di 7 metri, 10 e infine 36. L'allarme, per ora, non riguarda il Perito Moreno, il più celebre ghiacciaio patagonico, con il suo splendido fronte bianco e azzurro alto 60 metri.

Luigi Bignami



Il ghiacciaio Pré de Bard, sul versante italiano del Monte Bianco, nel 1897 e nel 2002: ridotto di circa 500 metri.

Ghiacciai in ritirata

ALASKA
Il ghiacciaio Columbia si è ritirato di 13 km dal 1982 e avanza verso il mare a una velocità media di 34 metri al giorno. Altri 14 ghiacciai della zona si stanno ritirando.

MONTANA
Cento dei 150 ghiacciai del Montana National Park si sono completamente sciolti dal 1850. Gli altri potrebbero andare persi entro i prossimi 30 anni.

PERÙ
Nelle Ande peruviane i ghiacciai del Quelccaya hanno accelerato i loro ritmi di scioglimento da 3 metri l'anno (1970) a 30 metri l'anno (1990).

ARGENTINA
Il ghiacciaio Upsala si è ritirato di 60 metri l'anno negli ultimi 60 anni, e il ritmo sta aumentando.

Un archivio naturale

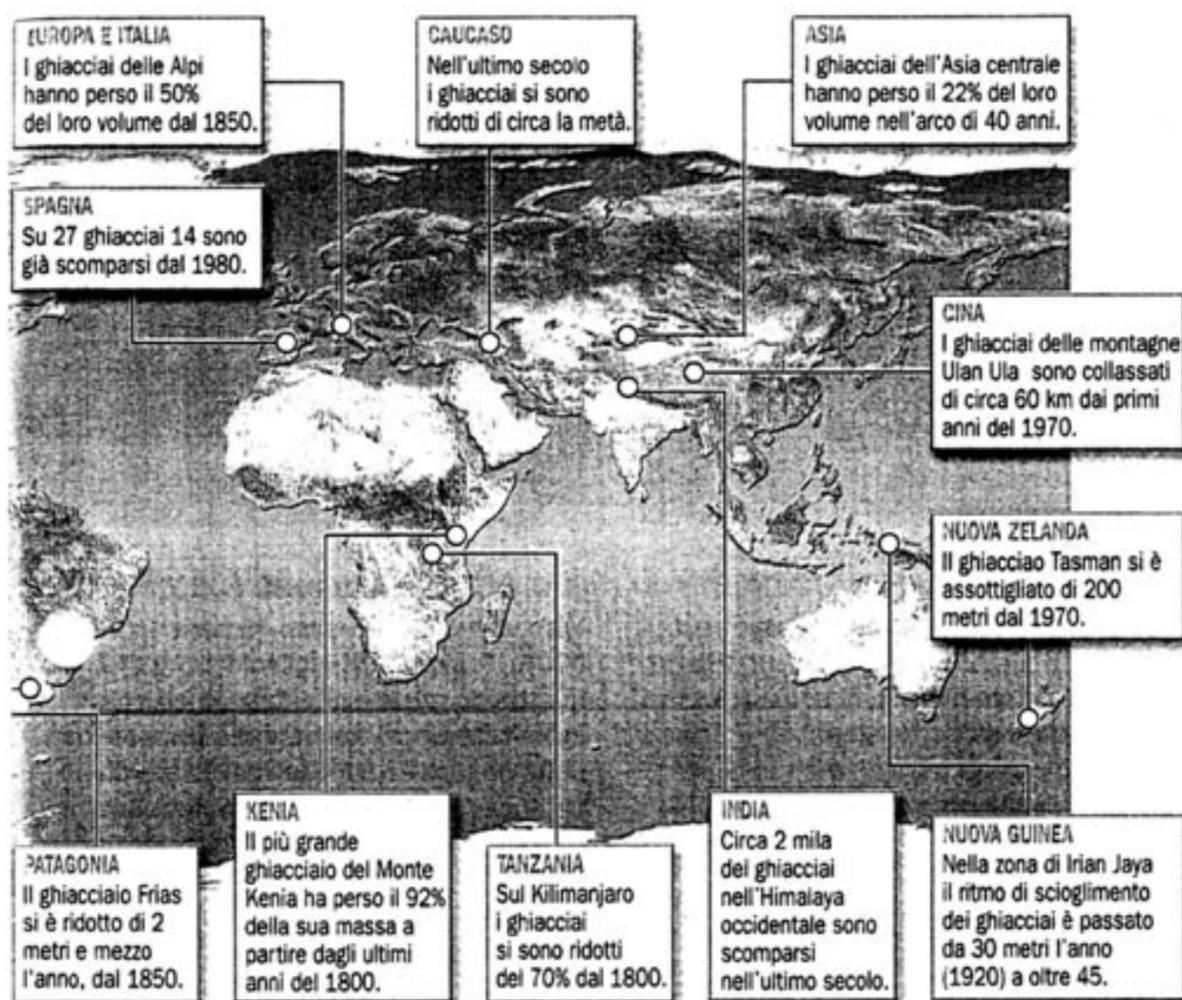
Coralli, anelli degli alberi, sedimenti lacustri e strati di ghiaccio costituiscono un archivio naturale del clima del passato. Analizzando queste categorie di dati, Michael Mann, dell'università della Virginia, ricostruisce le temperature degli ultimi 2 mila



matologi, che ragionano su tempi lunghi. Del resto godono di una prospettiva meno falsata della nostra e hanno dati per vedere che questa stagione, rovente in Europa, è stata fresca negli Stati Uniti orientali e insolitamente fredda in Russia occidentale e parte della Siberia. Se non si sbilanciano, almeno quelli seri, nel fare del caldo anomalo di questi mesi la prova diretta del riscaldamento globale, insistono però nel ribadire ciò che sostengono da anni: l'impronta dell'uomo sul clima appare sempre più netta.

Di passaggio a Erice, al 30° seminario sulle emergenze planetarie organizzato dal Centro Ettore Majorana, c'erano alcuni tra gli scienziati che hanno dato i contributi più importanti alla comprensione dei cambiamenti climatici. Michael Mann, un signore rotondetto con la faccia simpatica, viene dall'università della Virginia. Il suo lavoro consiste nel ricostruire il clima del passato basandosi su dati indiretti, cioè ricavati dall'analisi degli anelli degli alberi, della crescita dei coralli, della composizione dei sedimenti lacustri o del ghiaccio ai poli. Mann e il suo gruppo cercano di stabilire una correlazione tra le temperature misurate in varie parti del mondo dal 1850 e i dati paleoclimatici. Poi, grazie ad analisi statistiche, attribuiscono un certo andamento delle temperature, addirittura anno per anno, ai secoli pas-

Sta succedendo in tutto il mondo, sulle montagne più famose



sati. I loro studi sono uno dei principali tasselli su cui si fonda il rapporto del 2001 dell'Intergovernmental panel on climate change (Ipcc), il comitato di scienziati istituito nel 1988 da World meteorological organization e Nazioni Unite per studiare l'andamento del clima e fornire ai politici conoscenze aggiornate per prendere decisioni. Dalle loro ricerche risultava che le temperature degli ultimi decenni del XX secolo sono un'eccezione nel panorama degli ultimi mille anni. Un mese fa, Mann

ha pubblicato una nuova, attesa analisi: la più lunga ricostruzione basata su dati indiretti del clima, in cui mostra che il caldo registrato dal 1980 in poi non ha precedenti in 2 mila anni. «E non mi sorprenderei se si trovasse che è anomalo anche rispetto a parecchi altri millenni indietro nel tempo» dice a *Panorama*.

Lo scienziato mostra sullo schermo del computer una mappa del globo. In un angolo, l'indicazione di un anno: 1730. Lo schermo si anima e, mentre scorrono ►

IL PROTOCOLLO DI KYOTO? NON È ANCORA PARTITO

Undici anni di impegni mancati

> **1992** le Nazioni Unite adottano la Convenzione quadro sui cambiamenti climatici. Scopo, «ottenere la stabilizzazione della concentrazione atmosferica dei gas serra a livelli che impediscano pericolose interferenze umane con il clima». Viene aperta alle firme dei paesi durante l'Earth summit di Rio de Janeiro.

> **1995** l'Intergovernmental panel on climate change (Ipcc) approva il suo secondo rapporto, in cui si sottolinea il bisogno di un forte intervento politico.

> **1997** i governi adottano il protocollo di Kyoto, con cui viene rafforzata la Convenzione stabilendo meccanismi esecutivi per ridurre i gas serra. Impegna i paesi industrializzati e quelli in via di sviluppo. Obiettivo fissato: ridurre entro il 2012 le emissioni del 5 per cento rispetto ai livelli del 1990.

> **2000** a L'Aja non si raggiunge un accordo su come implementare il protocollo.

> **2001** il terzo rapporto dell'Ipcc conferma le previsioni di un pianeta che si sta riscaldando e afferma che il principale responsabile è l'uomo.

> **2001** con gli accordi di Bonn e poi con quelli di Marrakech si dà il via a decisioni dettagliate sulle penalità in caso di mancato rispetto dei tagli alle emissioni e sulle attività che possono essere usate per centrare i limiti di emissioni imposte (come la riforestazione).

> **2002** in Europa parte un piano di «emission trading», meccanismo ammesso dal protocollo: se un paese riesce a ridurre le proprie emissioni più della quota assegnata può vendere la rimanente parte a un altro paese non in grado di centrare il suo obiettivo di riduzione.

> **Il futuro** il protocollo non è ancora in vigore. Perché questo avvenga è necessario che sia ratificato da almeno 55 paesi firmatari, che producono almeno il 55 per cento delle emissioni di anidride carbonica. Gli Usa non l'hanno ratificato. Si aspetta la decisione della Russia, grazie a cui il protocollo riuscirebbe a entrare in vigore.

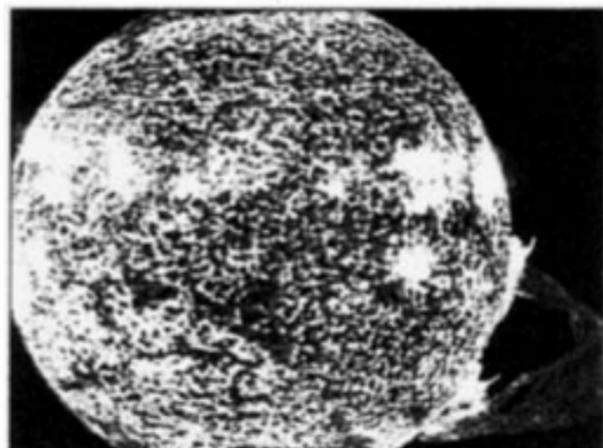
L'incubo della «nube marrone»

La «brown cloud» di particelle di carbone, prodotta dall'inquinamento nel Sud-Est asiatico, riscalda l'atmosfera e altera il clima. Avrebbe contribuito all'aumento della siccità nel Nord-Est della Cina e alle alluvioni nel Sud-Est.



Sei occasioni per chiarirsi le idee

Luoghi comuni, falsi timori e veri allarmi. Ecco tutto quello che si è detto,



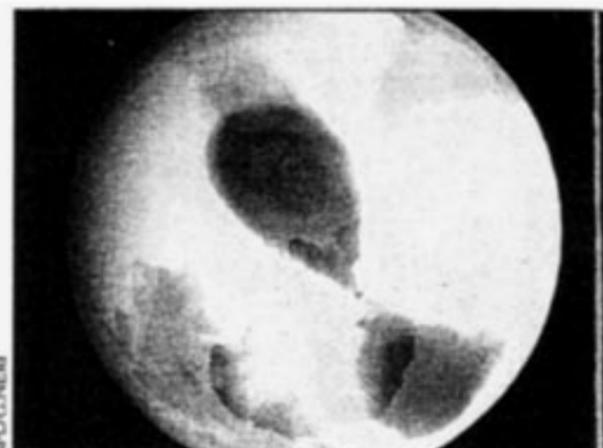
■ C'ENTRA ANCHE IL SOLE

Vero in parte. La sua attività influenza il clima: gli scienziati ritengono che possa aver causato la «piccola era glaciale» dal 1400 al 1700. L'opinione dominante è però che l'influenza delle emissioni di gas serra superi quella del Sole.



■ IL LIVELLO DEI MARI STA SALEND

Falso. Il profetizzato aumento dei mari di 20 cm non si è ancora avverato. Negli ultimi decenni è stato di pochi millimetri, dovuto all'espansione dell'acqua più calda, non certo allo scioglimento delle calotte polari.



■ IL BUCO NELL'OZONO È DIMINUITO

Vero, ma... Sono calate le emissioni di Cfc, le sostanze incriminate. Nel 2002 lo strappo aveva rallentato la crescita, influenzata però anche dalle temperature della stratosfera. Gli ultimi dati rivelano un nuovo incremento, da confermare.

► gli anni, si sovrappongono e cambiano i colori. Blu e verde le zone fredde; giallo, arancio, rosso quelle calde. Caldo e freddo si alternano su tutto il globo, ma con gli anni le zone di rosso sono sempre più estese. «C'è una tendenza al riscaldamento ovunque» spiega Mann. È questa tendenza globale che conta, non il tempo in una regione e in un singolo anno. Del resto, il 1816, passato alla storia come «l'anno senza estate», fu a livello globale assai caldo. Lo stesso vale per il 1980, complessivamente caldissimo, in cui l'Europa ebbe un'estate fresca.

Anche se il pubblico ha spesso l'impressione di un dibattito polarizzato, in cui metà degli scienziati è scettica e metà crede allo zampino dell'uomo sul clima, la realtà è diversa. Pur con dubbi e incertezze su portata e conseguenze del fenomeno, la comunità scientifica si è convinta che le prove a favore dell'impatto umano sul clima siano serie. Le emissioni di anidride carbonica sono cresciute del 30 per cento dall'inizio della rivoluzione industriale a oggi. E l'aumento sembra andare di pari passo con l'incremento delle temperature degli ultimi decenni del '900. Nel XX secolo, la Terra si è riscaldata di 0,6° C. «Oggi non si discute se, ma quanto l'uomo abbia influenzato il clima» dice Benjamin Santer, del Lawrence Livermore national laboratory, California.

Specialmente in Usa, dove la pressione delle lobby del petrolio è forte, uno degli ultimi rifugi per gli scettici sono i dati da satellite: raccolti dal 1979, non mostrano

aumenti di temperature nella troposfera, lo strato più basso dell'atmosfera. Le ultime ricerche contraddicono questo argomento. Santer ha pubblicato su *Science* una nuova elaborazione dei dati da satellite fatta dall'università di Santa Rosa, California, tenendo conto di aggiustamenti dovuti alla loro orbita. Appare un riscaldamento della troposfera in linea con le previsioni dei modelli matematici. Non solo. Santer crede di aver trovato un'altra conferma della crescita delle temperature negli strati inferiori dell'atmosfera. Si sa che l'altezza della tropopausa, al confine tra troposfera e stratosfera, si è innalzata di alcune centinaia di metri dal 1979 a oggi. L'aumento è quello previsto dai modelli del clima in relazione

diretta con l'emissione di gas serra.

È vero però che il clima terrestre è complicato da prevedere. L'incertezza è legata alla complessità dei calcoli con cui viene modellato, dove vari fattori si influenzano a vicenda. «Uno degli elementi di incertezza riguarda le nubi, la cui rappresentazione nei modelli matematici del clima non riesce a essere precisa» spiega Filippo Giorgi, responsabile della sezione di fisica del clima al Centro internazionale di fisica teorica Abdus Salam di Trieste. «Altra incognita è l'interazione tra atmosfera e biosfera: cambiando il clima, cambia la vegetazione, che a sua volta influenza il clima». Complesso è poi simulare il comportamento dei ghiacci marini e terrestri.

Nei modelli finora usati si è tenuto con-

■ Se si scioglie il Polo Nord

La sua riduzione non provocherebbe particolari disastri

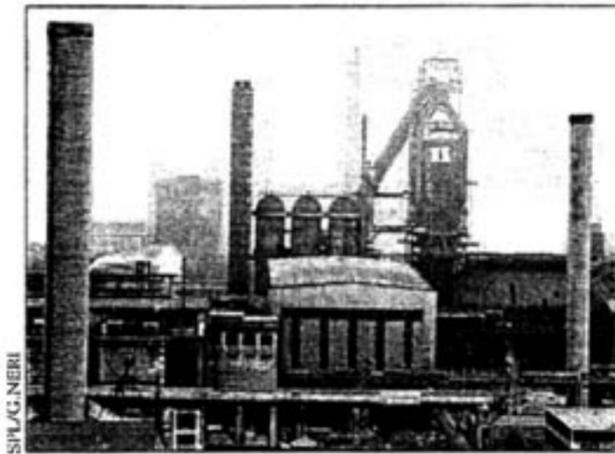
La calotta polare artica già oggi, durante l'estate, si riduce di 1 milione di km quadrati, più di tre volte l'Italia. «Entro fine secolo, in questa stagione, i ghiacci dell'Artico spariranno, per tornare solo in inverno» avverte Ola Johannessen dell'Istituto di ricerche Nansen di Bergen (Norvegia). Non c'è pericolo, però, che crescano le acque degli oceani. Se si scioglie il ghiaccio del Polo Nord, che appoggia direttamente sull'acqua, non ci sarà alcun aumento di volume degli oceani. Anzi: si avrà l'effetto contrario, perché il ghiaccio è più voluminoso dell'acqua liquida e, sciogliendosi, andrebbe a occupare un volume minore. (L.B.)





■ È COLPA DEL BESTIAME

Vero in parte. Il metano emesso dallo stomaco del bestiame (in aumento nel mondo) è anch'esso un gas serra e influisce nel trattenere il calore terrestre. Ma il suo contributo è relativo.



■ L'EFFETTO SERRA È UN NEMICO

Falso. L'effetto serra, spesso considerato un fatto negativo, in realtà permette la vita sulla Terra. Anidride carbonica e vapore acqueo, come i vetri di una serra, trattengono il calore terrestre. L'azione dell'uomo ha ingigantito questo fenomeno.



■ EL NIÑO HA PEGGIORATO LE COSE

Vero. Negli ultimi decenni la frequenza degli eventi estremi causati dal Niño si è fatta più ravvicinata: quindi piogge violente nell'America del Sud e siccità nell'emisfero Sud, specie in Australia. Molto meno alle nostre latitudini.

to solo in modo limitato degli aerosol, particelle inquinanti nell'aria. Quelle contenenti zolfo avrebbero un effetto raffreddante sul clima, quelle di carbone lo riscalderebbero. La «brown cloud» proveniente dall'Asia, che l'anno scorso incombeva anche sull'Europa, è fatta principalmente di carbone; e secondo gli esperti influenza il clima di vaste aree, modificando la circolazione dei monsoni in Asia.

Queste incertezze si riflettono anche sulle previsioni. Il rapporto dell'Ipcc del 2001 pronostica un riscaldamento globale nei prossimi cento anni da 1,4 a 5,8 gradi centigradi. Un intervallo in cui rientra di tutto: da lievi cambiamenti che potrebbero anche rivelarsi benefici per alcune zone fino a scenari da fine del mon-

do. Questa difficoltà a fare stime più precise è dovuta anche alla diversità delle ipotesi considerate per le emissioni future di gas serra, in particolare di anidride carbonica. Si va dalla peggiore, in cui tutto continua come ora, a quelle in cui vengono decise serie politiche di contenimento delle emissioni.

I climatologi sono ora al lavoro con nuove generazioni di modelli matematici, più potenti, che riescono a ottenere una maggiore risoluzione spaziale. In Giappone è entrato in funzione lo Earth Simulator, il supercomputer più potente al mondo, capace di eseguire 7,2 trilioni di calcoli al secondo. In più, si fanno previsioni specifiche per varie aree del pianeta. «Per il Mediterraneo, per esempio» dice Giorgi «si

prevedono condizioni assai simili a quelle di questa estate, con temperature assai alte e siccità prolungata». Proprio il nostro ambiente, a metà tra un clima temperato e uno semiarido come quello del Nord Africa, sarebbe particolarmente a rischio. Anche piccoli cambiamenti potrebbero produrre effetti devastanti nel Mediterraneo.

«Per ciò che la scienza può dire oggi, l'umanità si è già "consegnata" a un certo riscaldamento. Si deve però riflettere su quale cambiamento climatico siamo disposti ad accettare» osserva Giorgi. Sei gradi potrebbero essere la catastrofe. Un grado e mezzo significherebbe qualche guaio, più o meno importante, in diverse aree del globo. Tra le conseguenze previste, innalzamento del livello dei mari ed erosione delle coste (fino alla scomparsa sott'acqua di atolli corallini e piccole isole); ondate di calore e siccità in alcune aree e aumento delle piogge in altre, eventi estremi come inondazioni, uragani e tempeste. Alcuni dei cambiamenti fisici messi in moto, oltre il 2100, potrebbero essere irreversibili.

Ciò che più preoccupa, però, è la difficoltà di capire con certezza come reagirà un sistema complesso come il nostro pianeta alle perturbazioni prodotte dall'attività umana. Ci potrebbero essere sorprese sgradite, non calcolate dai modelli. Con il prossimo rapporto dell'Ipcc, previsto per il 2007, avremo forse le idee più chiare su quale sia il destino cui andiamo incontro. ●



■ Se si scioglie il Polo Sud

In questo caso, acque in salita e antichi virus scongelati

Lo scenario sarebbe diverso. Il ghiaccio della calotta antartica poggia direttamente sulla terra solida e sciogliendosi diverrebbe acqua liquida che farebbe salire il livello degli oceani. Al momento però i ghiacciai antartici non risentono ancora in pieno dell'effetto serra: ci vorrebbero alcuni secoli prima che le temperature salgano al punto da far sciogliere quelle enormi distese di ghiaccio. Ma a quel punto i mari potrebbero salire anche di 70 metri. Prima di allora, però, vi sarebbe un altro pericolo. Al lento sciogliersi dei ghiacci si potrebbero liberare virus congelati al loro interno migliaia o milioni di anni fa: una minaccia per flora e fauna, uomo compreso. (L.B.)