

Le connessioni fra la guerra dei Balcani e la crisi energetica prossima ventura

ALBERTO DI FAZIO¹

Osservatorio Astronomico di Roma
Global Dynamics Institute, Roma

1 Introduzione

Da ogni fonte di informazione ed analisi, dagli organi di informazione pubblici e privati, e da quasi tutti i partiti politici si sono sentite — e si sentono tuttora — analisi molto “parziali” sui motivi della ormai più che decennale crisi della ex–Jugoslavia e ora della generalizzata crisi dei Balcani, culminata nell’aggressione da parte della NATO. Tutto questo è assolutamente analogo alle “analisi” e motivazioni offerte al pubblico sulla guerra del Golfo e sull’interminabile crisi con l’Iraq. Altrettanto parziale è l’informazione sulle motivazioni propinateci per il mantenimento della NATO dopo la fine della guerra fredda e sul redirezionamento dei suoi obiettivi. Per non parlare della miriade di analisi che continuano tuttora ad esserci propinate dai *media*, e che sono fasulle, distorte o parziali, a proposito della caduta dell’Unione Sovietica e delle dinamiche politiche, economiche e militari dell’attuale Federazione Russa. Si potrebbe continuare a lungo con questa lista di analisi “orientate” sulle crisi militari ed economiche globali, ma intendo qui fornire un quadro *più ampio* e profondo dei motivi scatenanti di questi conflitti, delle linee strategiche dei blocchi — palesi e non — che vi sono schierati, e in particolare intendo fornire una valutazione inedita — a livello pubblico — delle reali motivazioni degli scenari che si affacciano all’orizzonte. In particolare, esiste un insieme di robuste condizioni al contorno che se si vuole comprendere cosa sta accadendo non possono essere ignorate: esse segnano, influenzano ed orientano praticamente ogni conflitto, proiettando nell’immediato futuro una minaccia di instabilità e guerre. Mi riferisco alle crisi ambientali globali, e in particolare alla crisi energetica prossima ventura e alla crisi climatica, ma anche ad altre. Inizio con l’elencare le crisi globali, insieme agli schieramenti economici, negoziali e militari ad esse connessi. Nonostante il fatto che queste crisi sono fra loro interconnesse, la classificazione tiene conto di *diversi* problemi e minacce per l’Umanità. L’ordine in cui le riporto è

¹difazio@oarhp1.rm.astro.it

quello che viene riconosciuto dalle competenti organizzazioni delle Nazioni Unite: World Meteorological Organization (WMO), United Nations Environment Programme (UNEP), United Nations Population Fund (UNFPA), Food and Agriculture Organization (FAO), World Health Organization (WHO), International Fund for Agriculture and Development (IFAD), eccetera. Questo ordine di importanza viene a sua volta suggerito da diverse organizzazioni scientifiche di settore, coordinate dall'International Council of Scientific Unions (ICSU):²

1. crisi climatica
2. crisi energetica
3. deforestazione
4. crisi idrica
5. crisi demografica
6. desertificazione
7. perdita della biodiversità
8. crisi agricola: erosione e riduzione progressive della superficie arabile
9. progressivo e rapido calo delle riserve ittiche.

Non abbiamo ovviamente elencato tutte le crisi ambientali globali, ma quelle più rilevanti per il presente contributo al lavoro delle *scienziate e scienziati contro la guerra*. Non forniremo qui che una sintetica descrizione dei punti più importanti.

Situazione

A livello negoziale: Vi sono Convenzioni Quadro (veri e propri trattati sulle modalità di negoziazione in sede ONU) solo per la crisi climatica, la deforestazione, la desertificazione — quest'ultima firmata a Roma nell'autunno 1997 — e la biodiversità. Nell'ambito delle Convenzioni Quadro (Framework Conventions) operano le Conferences of the Parties (COP), veri e propri parlamenti mondiali in cui si prendono le decisioni operative (trattati, provvedimenti economici, controlli e sanzioni). Molto famosa è la United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), la cui terza conferenza delle parti (COP3) ha adottato il Protocollo di Kyoto a dicembre 1997: il primo esempio nella Storia in cui il mondo scientifico ha forzatamente indotto l'attivazione di un trattato legalmente vincolante, per un problema ecologico globale le cui soluzioni non sono

²L'ICSU comprende e coordina tutte le unioni scientifiche di settore (come ad esempio l'International Union of Pure and Applied Physics, l'International Astronomical Union, l'International Union of Biological Sciences, l'International Mathematical Union, l'International Union of Pure and Applied Chemistry, ecc.). Comprende 95 corpi multidisciplinari, 25 Unioni Scientifiche di singola disciplina, e 28 società scientifiche internazionali associate.

ottenibili tramite meri *shifts* tecnologici.³ Sono in negoziazione i meccanismi economici, quelli di controllo e il sistema di sanzioni. Nonostante l'estrema gravità, *non sono ancora neanche contemplate* Convenzioni Quadro — né negoziazioni — sulla crisi energetica, sulla crisi demografica e sulla crisi idrica. La convenzione sulla deforestazione invece non ha ancora un vero e proprio organo decisionale–negoziale.

I quattro schieramenti che si fronteggiano al tavolo negoziale sono i seguenti:

- il *G77&China*: il gruppo maggioritario, costituito da circa 140 paesi su 180; esso rappresenta circa l'85% dell'Umanità, è guidato in maniera universalmente riconosciuta dalla Cina, e comprende il sottogruppo dell'Africa, l'India, i paesi dell'OPEC, la quasi totalità dei paesi sudamericani e tutti quelli asiatici meno il Giappone e la Corea del Sud;⁴
- l'*Unione Europea* (UE);
- La *Federazione Russa* e il resto dei *paesi della Comunità di Stati Indipendenti* (ex–Unione Sovietica meno i tre piccoli stati Baltici);
- lo “Umbrella Group” o *JUSCANNZ* (dalle iniziali di Japan, United States, Canada, New Zealand); comprende anche l'Australia. In pratica questo schieramento porta avanti gli interessi statunitensi.

A livello economico: Gli interessi sono grosso modo divisi tra paesi in via di sviluppo (PVS) e paesi industrializzati. Ogni tipo di crisi coinvolge una quota delle risorse del Pianeta: ad esempio: (i) la quota nazionale di energia sotto forma di combustibili fossili utilizzabile per unità di tempo senza impedire la riduzione di emissioni di anidride carbonica e di altri gas di serra; (ii) la quota di petrolio e gas naturale utilizzabile nel quadro dello scarseggiamento del tasso di estrazione, senza minacciare il fabbisogno vitale di altri paesi e/o blocchi militari; (iii) il tasso massimo di deforestazione da applicare a scopi agricoli e commerciali senza superare il tasso di ricrescita e quindi le capacità di assorbimento di anidride carbonica e la capacità di regolare il tasso di umidità; (iv) il flusso di acqua necessario alle attività industriali, metropolitane ed agricole senza però intaccare la quota dei paesi confinanti e che condividono gli stessi bacini idrografici; (v) il tasso di crescita demografica massimo tollerabile senza aggravare gli altri fattori di crisi.

Per determinate crisi, le soluzioni sono inconciliabili con la crescita economica, e quindi *incompatibili con il vigente sistema di mercato*. Ciò schiera una serie di organizzazioni intergovernative occidentali contro l'applicazione delle soluzioni.

Diamo un breve elenco degli schieramenti economici:

³L'altro — e famoso — trattato globale, quello di Montreal, mette al bando la produzione di certe sostanze usate dall'industria (i CFC o clorofluorocarburi), che sono responsabili della distruzione dell'ozono stratosferico. Il trattato si occupa di un problema in cui l'industria ha fatto grandi resistenze. Tuttavia essa ha poi ceduto perché era possibile svolgere le stesse attività usando altre sostanze (gli HFC o idrofluorocarburi). Nel caso del trattato di Kyoto, invece, non è sostanzialmente possibile ridurre le emissioni di anidride carbonica nelle quantità scientificamente dimostrate necessarie senza in definitiva ridurre prima la crescita (la derivata del prodotto industriale) e in seguito il prodotto industriale mondiale stesso.

⁴Non fa parte del G77&China neanche Taiwan, ma qui non è conteggiata perché e non è nemmeno riconosciuta dalle Nazioni Unite.

- G7 (Russia a parte: il G8 è solo formale nelle decisioni sostanziali);
- Organization of Economic Cooperation and Development (OECD o OCSE);
- Oil Producing and Exporting Countries (OPEC);
- Alliance of the South–East Asian Nations (ASEAN);
- Fondo Monetario Internazionale (FMI): è un organo delle Nazioni Unite, ma in realtà si fa portavoce di Washington, Wall Street, e in misura molto minore dell’Inghilterra e del Giappone;
- North America Free Trade Act (NAFTA);
- International Energy Agency (IEA);
- United Nations organization for Cooperation Trade and Development, United Nations Industrial Development Organization, Banca Mondiale.

A livello militare: Esistono una serie di potenze, patti ed alleanze varie che, come vedremo, giocano un ruolo fondamentale nell’ambito del dominio delle risorse e — in definitiva — della “gestione” delle crisi sopraelencate. Alcune, e in particolare quelle imperniate intorno agli Stati Uniti d’America, sono costruite per imporre una *dominanza* per tendere a risolvere i problemi in modo da garantire la sopravvivenza di una parte del cosiddetto Occidente a discapito del resto dell’Umanità.

Elenchiamo brevemente gli schieramenti ed alleanze più importanti:

- Stati Uniti;
- NATO;
- Alleanza fra Federazione Russa, Cina, e India;
- Alleanza fra Stati Uniti, Giappone, Corea, e — anche se non ufficialmente — Taiwan.

L’Unione Europea non possiede — come è noto — un proprio dispositivo militare, anche se le sue posizioni ed interessi strategici e a medio termine **non coincidono** con quelli degli Stati Uniti (e anzi sono ad essi contrapposti). Quest’ultimo fatto è confermato dal fatto che le posizioni negoziali dell’UE sono praticamente sempre in conflitto con quelle del JUSCANNZ negli scontri sui trattati sulle grandi crisi ambientali. È da segnalare il trattato militare per il secolo a venire stipulato dalla Cina e dalla Federazione Russa nel 1997, al quale si è aggiunta l’India meno di un anno fa. Inoltre il progettato sistema missilistico integrato degli Stati Uniti e della Corea, con l’installazione di missili anche a Taiwan, costituisce una minaccia per la Cina e per l’alleanza “Asiatica” sopra descritta, oltre che una minaccia di destabilizzazione nucleare per tutto il mondo.

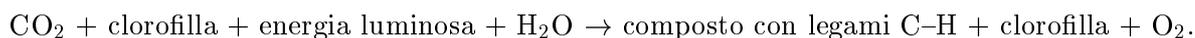
Prima di vedere che ruolo hanno queste alleanze, che minacce per la pace esse rappresentano, e infine come esse giocano nel conflitto dei Balcani, esaminiamo i dati, la natura e la rilevanza delle crisi globali sopra descritte. Nel descrivere i dati trascurerò dapprima i cenni storico–scientifici, che tratterò in seguito. Mi limiterò qui invece a descrivere i dati e i processi su cui è stato raggiunto *consensus* scientifico nella comunità scientifica internazionale (rappresentata dall’ICSU).

2 Le grandi crisi ambientali

2.1 Crisi climatica

a) *I dati:*

L'uomo ottiene circa il 95% dell'energia ossidando atomi di carbonio presenti sotto la forma di legami chimici C–H e C–C, cioè bruciando combustibili fossili: idrocarburi, gas naturale e carbone. Il *necessario* prodotto finale di questi processi è l'emissione in atmosfera di anidride carbonica (CO₂) in quantità direttamente proporzionale alla potenza totale usata. Questa modalità di generazione dell'energia non è rinnovabile e non è sostenibile. Centinaia di milioni di anni fa, grandi masse di clorofilla hanno cominciato a rimuovere dall'atmosfera il carbonio presente nella forma ossidata (CO₂), per riporlo nei propri tessuti sotto la forma ridotta (legami C–C e C–H). In questo modo veniva immagazzinata l'energia solare, come è chiaro dalla seguente reazione generica (a meno dei coefficienti stechiometrici):



La clorofilla agisce da catalizzatore, mentre la luce assorbita fornisce l'energia necessaria. Una frazione considerevole del manto clorofilliano è morto nel corso degli ultimi 200 milioni di anni, putrefacendosi e trasformandosi in petrolio, gas naturale e carbone (dove quest'ultimo presenta legami C–C). Per produrre energia, l'uomo riossida il carbonio (bruciando i combustibili fossili, sfruttando la differenza di energia tra i legami C–H e C–O) e di conseguenza emette anidride carbonica. L'insostenibilità del processo umano di generazione dell'energia sta nel fatto che — per ordini di grandezza — essa è stata immagazzinata nel corso di più di 200 milioni di anni, mentre noi la stiamo consumando in soli 140, anzi essenzialmente negli ultimi 60 ! La velocità del consumo è 3 milioni di volte maggiore di quella della produzione naturale.

Bisogna ricordare che l'equilibrio termoradiativo dell'atmosfera è regolato dalla concentrazione dei cosiddetti *gas di serra*, molecole che hanno grandi coefficienti di assorbimento della radiazione infrarossa. Tra le molecole naturali ritroviamo essenzialmente l'acqua (H₂O), l'anidride carbonica (CO₂) e il metano (CH₄). Mentre l'equilibrio radiativo che si avrebbe in assenza dell'atmosfera assegnerebbe alla superficie del nostro pianeta una temperatura media⁵ di circa –20 °C, la presenza dei gas di serra garantisce una temperatura di circa +15 °C. Questo è quello che si chiama *effetto serra naturale*.

Il problema è che dall'inizio della rivoluzione industriale, per soddisfare il fabbisogno di energia l'uomo è entrato in un regime di consumo di combustibili fossili esponenziale, con conseguenti emissioni di quantità crescenti di anidride carbonica. La curva è un esponenziale con un tempo di raddoppiamento di 29 anni circa (vedi figura 2). Ciò è servito ad alimentare la crescita economica (vedi figura 1), altra variabile esponenziale, ma con un tempo di raddoppio più rapido (dovuto al miglioramento tecnologico delle efficienze di bruciamento). Il *prodotto industriale mondiale* (WIP), rappresentato nella figura 1, è la generalizzazione a livello mondiale del PIL, solo che in termini “reali”

⁵Si intende media su tutto l'anno e su tutte le latitudini, su terre emerse ed oceani, e al livello del mare.

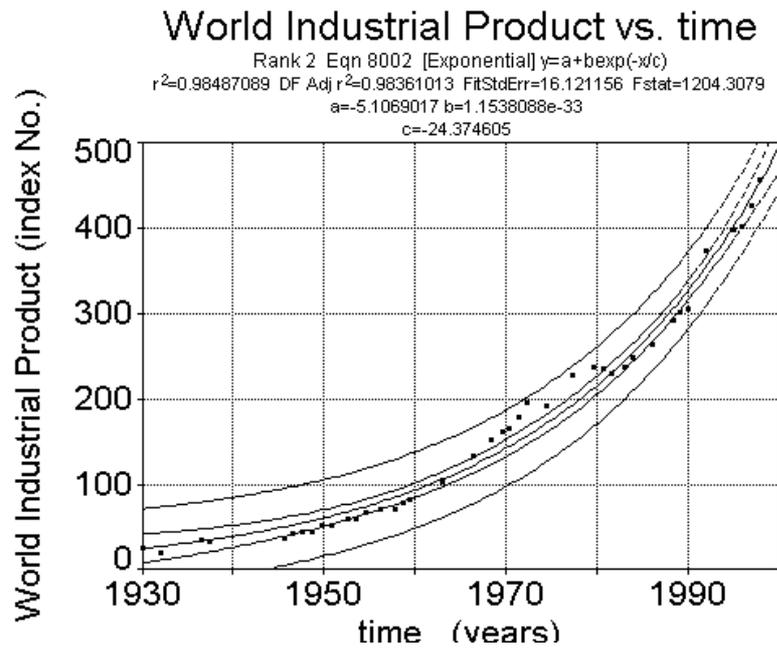


Figura 1. Il prodotto industriale mondiale (equivalente al PIL deflazionato, ossia espresso in “equivalente fisico”). L’unità di misura è un indice posto a 100 nell’anno di riferimento 1963. Per ottenere, con buona approssimazione il valore in dollari del 1990, occorre moltiplicare per 212,1 miliardi. Il tempo di raddoppio è circa 17 anni. Fonte: Banca Mondiale, Global Dynamics Institute.

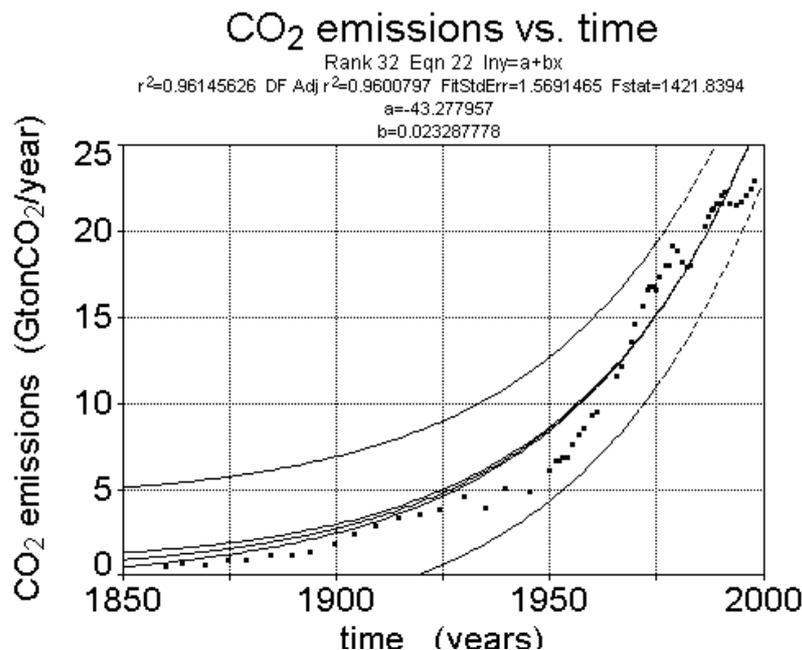


Figura 2. Le emissioni di CO₂ (massa della CO₂; per ottenere l’equivalente il valore equivalente in miliardi di tonnellate di carbonio occorre moltiplicare per $12/44 \cong 0,2727$). Tempo di raddoppio: circa 29 anni. Fonte: Carbon Dioxide Information and Analysis Center, Global Dynamics Institute.

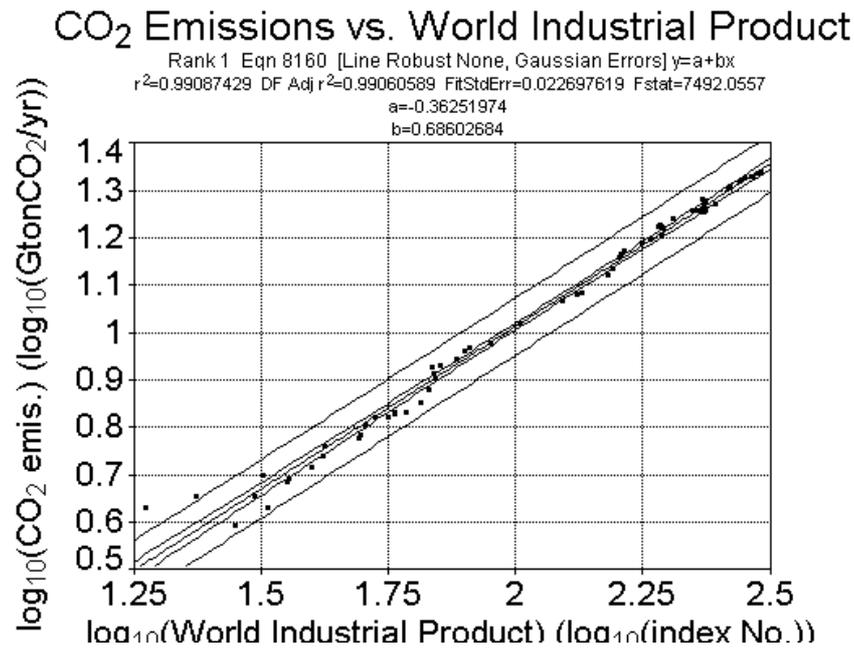


Figura 3. L'impressionante correlazione fra emissioni globali di CO₂ e prodotto industriale mondiale. Il coefficiente di correlazione risultante è $r \cong 0,995$. Fonte: Carbon Dioxide Information and Analysis Center, Banca Mondiale, Global Dynamics Institute.

(deflazionati, rapportati nella figura al dollaro 1963, e in termini di equivalenti fisici e non puramente monetari). Il fatto è che per ogni unità di WIP prodotto è necessaria a parità di efficienza una ben determinata quantità di energia e quindi occorre bruciare una data quantità di combustibili fossili, con emissione di una ben determinata quantità di CO₂. L'efficienza è *finora* costantemente aumentata, e questo è il motivo per cui il tempo di raddoppiamento delle emissioni è più lento di quello del prodotto industriale, cioè della crescita economica. Detto aumento di efficienza, però, è ovviamente limitato dal Secondo Principio della Termodinamica, visto che l'efficienza di cui parliamo (energia prodotta per unità di emissioni di anidride carbonica) non è soltanto proporzionale all'efficienza economica (dollari di prodotto industriale per unità di emissioni di anidride carbonica) ma anche al rendimento termodinamico di qualsiasi macchinario che converte l'energia chimica del combustibile in energia termica e in definitiva in energia meccanica utilizzabile. In termini pratici, siamo oggi ad un'efficienza termodinamica media del 25% circa, e possiamo crescere — ottimisticamente — fino ad un valore del 75–80% al massimo.

Per concludere questa digressione sull'efficienza, con l'attuale tendenza di miglioramento tecnologico “possiamo crescere” un altro paio di decenni al massimo, prima di arrivare al limite imposto dal Secondo Principio. Dopodiché le emissioni cominceranno a salire con lo stesso tempo di raddoppiamento del WIP. Usando i dati forniti dalla Banca Mondiale e del Carbon Dioxide Information and Analysis Center (CDIAC) di Boulder, Colorado, si può vedere in figura 3 l'impressionante correlazione esistente tra la crescita economica degli ultimi 150 anni e le emissioni (coefficiente di correlazione $r \cong 0,995$). Dati analoghi di correlazione esistono per gli altri gas serra, in particolare il metano.

La conseguenza dell'aumento esponenziale delle emissioni di anidride carbonica in atmosfera è un drammatico aumento della concentrazione complessiva, come si può vedere

nelle figure 4 e 5, su due diverse scale temporali (dati del Carbon Dioxide Information and Analysis Center; dell'Intergovernmental Panel on Climate Change;⁶ del National Geophysical Data Center;⁷ e dello United Kingdom Meteorological Office).⁸ In figura 4 possiamo vedere le fluttuazioni naturali che i dati ci mostrano per i mille anni prima del 1850, e la rapida crescita esponenziale successiva. La figura 5 è il dettaglio dell'era industriale in cui stiamo vivendo.

Il valore di concentrazione *naturale* di CO₂, quello che garantiva il benefico effetto serra naturale, era di circa 280 ppmv (parti per milione in volume). In 150 anni — ma essenzialmente negli ultimi 70 — abbiamo portato la concentrazione di anidride carbonica a poco meno di 364 ppmv (fine 1998), pari ad un aumento del 30% circa. Aumentiamo con un tempo di raddoppiamento di 27 anni, che fatalmente scenderà a soli 17 anni in meno di un paio di decenni a causa della descritta saturazione dell'efficienza. Un'accelerazione tecnologica della Cina, dell'India e di altri importanti paesi in via di sviluppo⁹ diminuirà ancora il tempo in capo al quale potrà verificarsi la saturazione.

Una brevissima digressione generale: al lettore attento non sfugga il legame di tutto ciò con il problema dell'energia. A questo scopo, si ricordi che stiamo parlando di “problemi” causati dal processo di generazione di energia, che avviene al 95% bruciando combustibili fossili. Torneremo ovviamente su questo e sulle conseguenze economiche e militari. Starà al lettore stesso di trarre eventualmente quelle politiche generali.

Andiamo avanti con i dati: cos'è successo alla temperatura media superficiale dell'atmosfera del nostro pianeta in questi 150 anni? Questo si può vedere dalla figura 6 (fonte: UK Met Office e National Geophysical Data Center), che mostra l'andamento della temperatura media superficiale dal 1860 ad oggi. È evidente il *trend* in crescita, a parte oscillazioni cicliche e stocastiche. In conseguenza di tale aumento di temperatura (circa 0,6 °C in un secolo) si è riscontrato un aumento del livello medio del mare di 25 cm (nel Mediterraneo circa 11 cm, a causa della prevalenza dell'evaporazione in questo bacino chiuso).

Le figure 7 e 8 illustrano l'andamento della temperatura e della concentrazione di anidride carbonica misurato con i dati paleoclimatici, ottenuti analizzando le bollicine d'aria intrappolate nel ghiaccio del carotaggio di Vostok.¹⁰ Il grafico riporta i dati relativi ad un intervallo di 220 mila anni prima di oggi. Risulta evidente la forte correlazione tra l'andamento della CO₂ e la temperatura. Si vede inoltre che la concentrazione atmosferica di anidride carbonica ha oscillato tra circa 180 ppmv e 300 ppmv. Da dati più dettagliati per i passati 10 mila anni si vede che il valore della *concentrazione preindustriale*, 280 ppmv, era ormai stabile da molte migliaia di anni (in figura 4 le oscillazioni prima del 1800).

⁶IPCC: l'organismo scientifico — coordinato a livello accademico dall'ICSU — e fondato dall'UNEP e dalla WMO nel 1988 su mandato del Segretario Generale e dell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite. Coordina tutte le attività scientifiche sul *climate change* a livello mondiale.

⁷Il NGDC è della NOAA (National Atmospheric and Oceanic Administration, organo scientifico del governo degli Stati Uniti).

⁸Uno degli istituti scientifici leader nel *climate change science process*.

⁹Accelerazione tecnologica ed economica che sta avvenendo proprio in questi anni.

¹⁰Vostok: stazione scientifica dell'URSS prima e ora della Federazione Russa, nell'interno dell'Est Antartica, a circa 1.200 km dal mare e quasi altrettanti dal polo Sud, giacente su uno spessore di più di 3.500 metri di ghiaccio. È attualmente disponibile il *data set* dell'intero carotaggio, recentemente mostrato su *Nature*, riguardante 420 mila anni, e riportante altri 2 pseudo-cicli di circa 100 mila anni, in tutto simili ai due mostrati qui.

CO₂ concentration (last 1100 years)

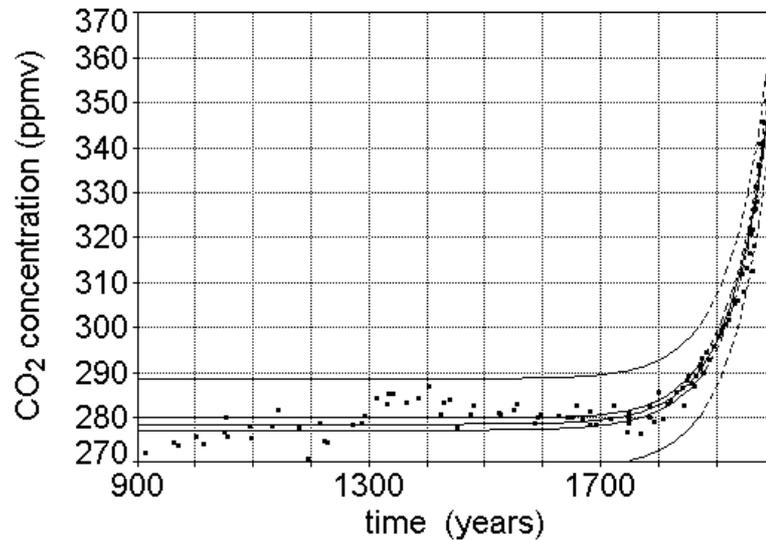


Figura 4. Le variazioni naturali della CO₂ e l'aumento di origine antropogenica dopo l'avvento della Rivoluzione Industriale nel 1880. Oltre alla curva del *best-fit* sono riportate anche quelle relative ad un livello di confidenza del 99% (linee interne) e ad un livello di previsione del 99% (linee esterne). Fonte: IPCC (1995), Carbon Dioxide Information and Analysis Center.

CO₂ concentration (from 1850)

Rank 1 Eqn 8002 [Exponential] $y=a+b\exp(-x/c)$
 $r^2=0.98154957$ DF Adj $r^2=0.9805785$ FitStdErr=2.5382178 Fstat=1542.7793
 $a=289.47292$ $b=1.4401549e-20$
 $c=-39.932603$

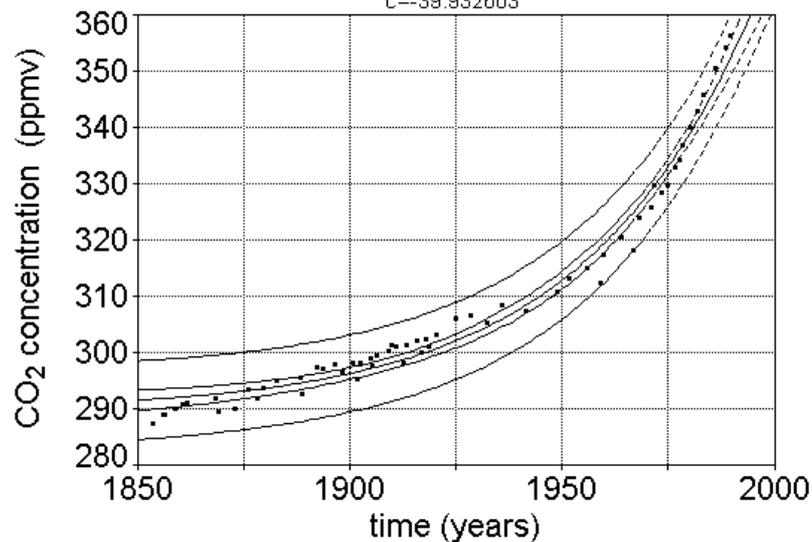


Figura 5. Ingrandimento del grafico riportato nella figura 4 per il periodo 1850–2000: crescita esponenziale dopo la Rivoluzione Industriale. Si osservi il tempo di raddoppio molto breve (27 anni). Coefficiente di correlazione: $r^2 \cong 0,98$. Fonte: IPCC, Carbon Dioxide Information and Analysis Center, Global Dynamics Institute (1997).

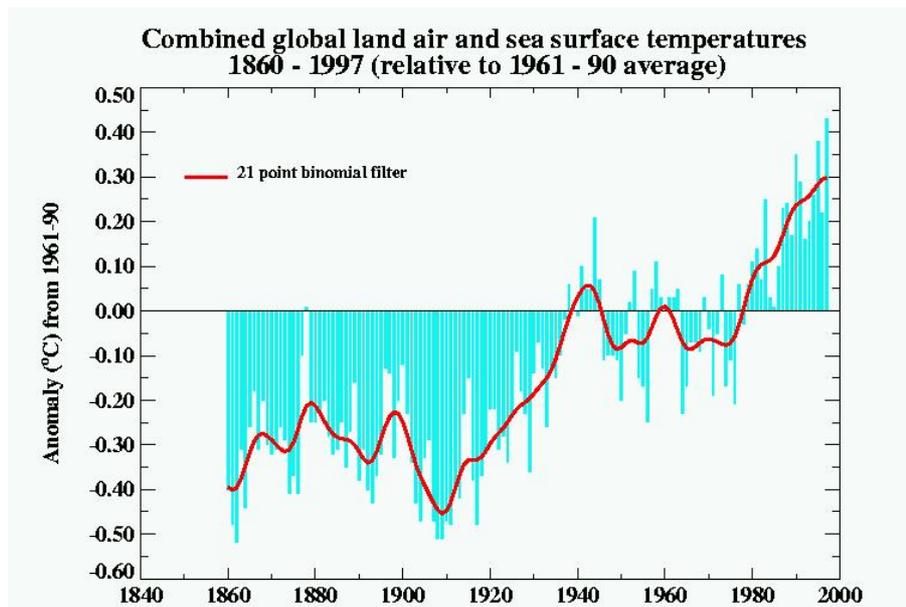


Figura 6. Anomalia della temperatura dopo il 1860. Fonte: IPCC, United Kingdom Meteorological Office.

Se riportassimo in figura 7 l'aumento antropogenico di anidride carbonica degli ultimi 100 anni, otterremmo una retta verticale fino a 363 ppmv. E la tendenza *business-as-usual*¹¹ prevede il raddoppio (560 ppmv) del valore preindustriale entro 35 anni (anzi, solo 20 se la saturazione dell'efficienza avverrà prima). Entro la fine del secolo venturo la tendenza *business-as-usual* ci farà arrivare a più di un quadruplicamento (vedi figura 9). In altre parole, in cent'anni circa avremo prodotto una variazione della concentrazione atmosferica di anidride carbonica 3 volte maggiore della massima variazione registrata in poco meno di mezzo milione di anni. Guardando la fortissima correlazione tra temperatura media e concentrazione di gas serra è impossibile non aspettarsi un effetto serra di origine antropogenica di vaste proporzioni,¹² conclusione alla quale si arriva anche senza girare pesanti modelli numerici idrodinamico-radiativi.

Ogni anno emettiamo complessivamente circa 6,3 miliardi di tonnellate di carbonio, pari a 23 miliardi di tonnellate di anidride carbonica, a cui si devono aggiungere circa 5,5 miliardi di tonnellate di CO₂ dovute alla deforestazione.¹³ Più dei tre quarti della CO₂ emessa vengono assorbiti dal biota clorofilliano nelle foreste e negli oceani.¹⁴ Il lettore ha

¹¹*Business-as-usual* significa mantenendo l'attuale *trend*, cioè senza prendere alcuna misura economico-politica atta a ridurre le emissioni e in definitiva ad arrestare la crescita economica, cosicché le variabili continuano ad evolvere sugli attuali esponenziali.

¹²*Enhanced greenhouse effect*, da contrapporre al *natural greenhouse effect*. Spesso ci si riferisce all'effetto serra antropogenico.

¹³Al tasso attuale di deforestazione, non ci saranno più foreste tropicali tra 30 anni. Se, invece di estrapolare linearmente, si tiene conto del *trend* esponenziale della deforestazione, le foreste tropicali spariranno in poco meno di 20 anni. Le foreste temperate contano molto meno: il tasso di assorbimento di CO₂ è proporzionale alla quantità di clorofilla, quantità che è di gran lunga maggiore nelle foreste tropicali (a parità di superficie).

¹⁴Gli assorbitori di gas serra sono chiamati *sinks* (anche per la caratteristica funzione di sorgente negativa nelle equazioni differenziali di continuità per i gas serra). Una frazione non trascurabile di CO₂

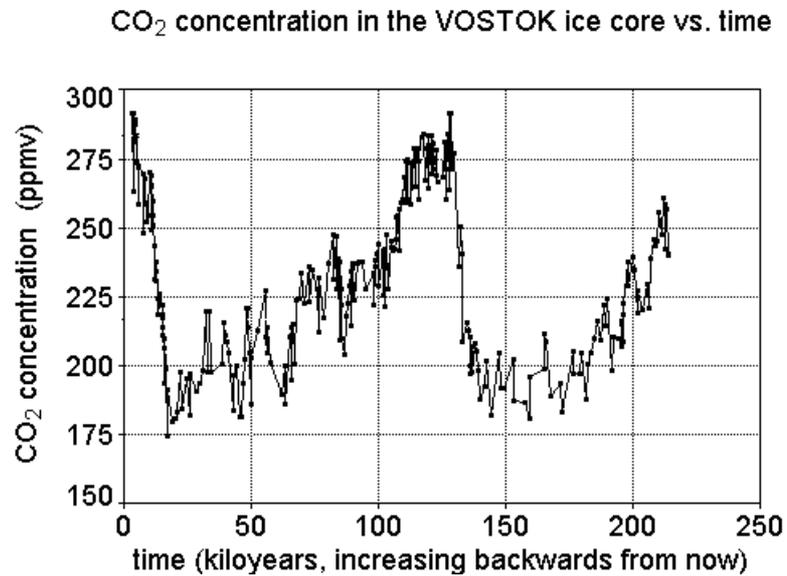


Figura 7. Concentrazione della CO₂ negli ultimi 220.000 anni, dai dati di Vostok. Fonte: National Geophysical Data Center (NOAA Palaeoclimatology Program), National Snow and Ice Data Center (USA).

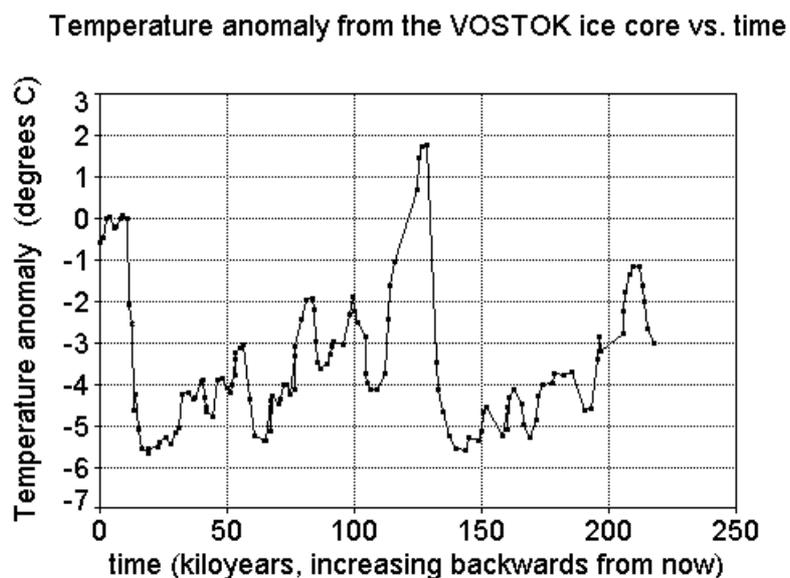


Figura 8. Come per la figura 7, ma per l'anomalia di temperatura. Fonte : come la figura 7.

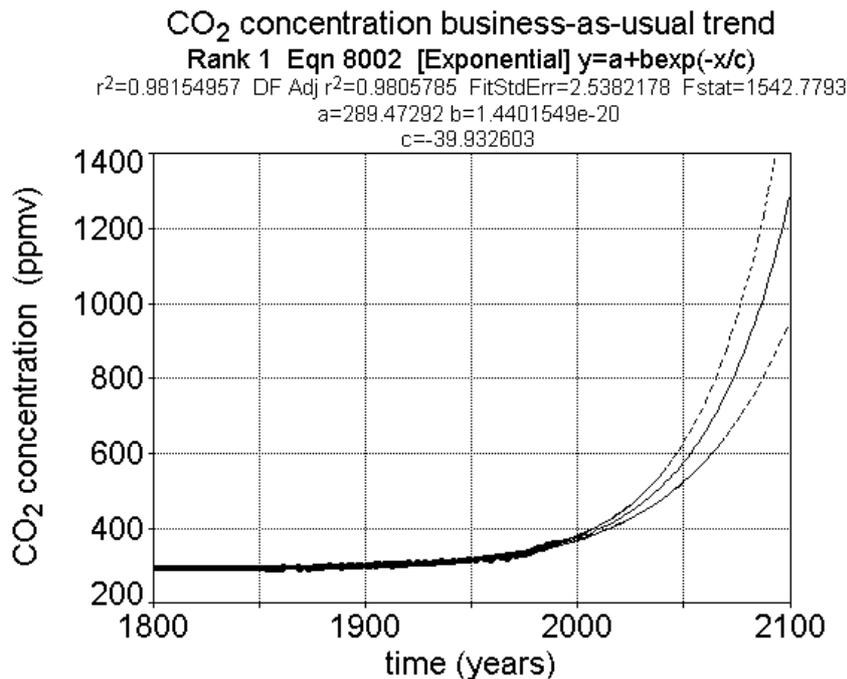


Figura 9. Evoluzione temporale della concentrazione della CO₂: i dati misurati arrivano fino al 1997, e l'estrapolazione fino al 2100 è una semplice evoluzione *business-as-usual* dei dati. Best estimate: poco meno di 1.300 ppmv, valore superiore a quello previsto implicitamente per lo scenario IPCC IS92e. Fonte: come la figura 5.

a questo punto compreso che — quando verranno meno gli assorbitori forestali e ci sarà una *sink failure* delle alghe negli oceani — l'immissione netta in atmosfera diventerà più che quadrupla, e ciò senza contare l'aumento dovuto alla crescita economica. Crescita che politici ed economisti fanno a gara a dichiarare “irrinunciabile”.¹⁵ È chiara la forte interazione fra la crisi climatica e la deforestazione.

Questi sono i dati. Il lettore si chiederà: cosa succederà all'equilibrio termoradiativo dell'atmosfera in presenza di violente alterazioni antropogeniche della concentrazione dei gas di serra? Si pensi che il Pianeta da più di 35–50 milioni di anni non vede concentrazioni di anidride carbonica grandi come quella che si prevede fra vent'anni.¹⁶

Anche altri gas di serra sono in vistosa crescita: metano, clorofluorocarburi (che sono anche responsabili della progressiva distruzione dello strato di ozono stratosferico), idrofluorocarburi (loro sostituti salva-ozono), e protossido di azoto (N₂O). I clorofluorocarburi e gli idrofluorocarburi sono un milione di volte meno abbondanti dell'anidride carbonica, ma contribuiscono all'effetto serra totale per il 20%, contro il 55% dell'anidride carbonica, il 17% del metano e l'8% del protossido d'azoto. Ciò è dovuto al fatto che la sezione d'urto dei clorofluorocarburi è dell'ordine di un milione di volte più grande di quella della CO₂.

viene assorbita per processi inorganici, essenzialmente per trasformazione in carbonato e precipitazione sul fondo.

¹⁵E che probabilmente è proprio a *fondamento* dell'attualmente vigente sistema economico.

¹⁶I *record* di dati sui sedimenti calcarei ci permettono di guardare indietro fino a circa 200–300 milioni di anni, a seconda del *data set* (fondo marino, sedimenti a terra, ecc.) anche se con minor dettaglio dei carotaggi di ghiaccio.

Per il metano, questo fattore è quasi uguale a mille. Anche il vapor d'acqua è un potente gas serra, ma **non è il vapor d'acqua a “dominare” la scena**. Bisogna osservare infatti che è l'aumento della temperatura che fa aumentare l'evaporazione dai mari, e quindi l'immissione di vapore nell'atmosfera, cosa che aumenta a sua volta l'effetto serra (retroazione positiva). Quanto al tempo di permanenza nell'atmosfera, quello della CO₂ è di circa 200 anni, a fronte di pochi giorni per il vapor d'acqua. Il metano permane per periodi da anni a decenni, e alcuni clorofluorocarburi hanno periodi di permanenza dell'ordine di decine di migliaia di anni.

Una vecchia polemica — superata da prima della metà degli anni Ottanta — era basata sul fatto che la copertura nuvolosa, in aumento per l'aumento del vapor d'acqua dovuto al riscaldamento globale,¹⁷ avrebbe “prima o poi” regolato automaticamente il problema termico, arrestando il riscaldamento con l'aumento dell'albedo (riflettività verso lo spazio esterno all'atmosfera). Quest'obiezione era molto ingenua e qualitativa: è infatti da determinare quanto “prima” e quanto “poi”. Prima ancora che i modelli potessero dimostrare anche numericamente che l'effetto in questione non fermava il riscaldamento prima di almeno 10 °C, era evidente l'erroneità dell'argomentazione: già vent'anni fa si poteva dedurre che sarebbe stato necessario un riscaldamento superiore a qualche grado. Per confutare ulteriormente questa vecchia polemica — che riporto per il lettore che la avesse eventualmente sentita, anche se scientificamente non è più in discussione da oltre 15 anni — basta valutare i dati di temperatura riportati in figura 10, ottenuti dai sedimenti per i pregressi circa 200 milioni di anni (analisi del rapporto O¹⁸/O¹⁶).

Essendo la temperatura stata per circa 100 milioni di anni più calda di oltre 7 °C rispetto ad ora (e per decine di milioni intorno a 9 °C), se ne deduce che il feed—back negativo “autoregolante” dell'albedo delle nubi non scatta in quell'intervallo di temperature. Invece la crisi climatica avviene con soltanto 1,5 °C in più dell'attuale temperatura.

Guardando le formule riportate in appendice, si vede che anche un aumento della

¹⁷ *Global warming*, altro termine per indicare l'effetto serra.

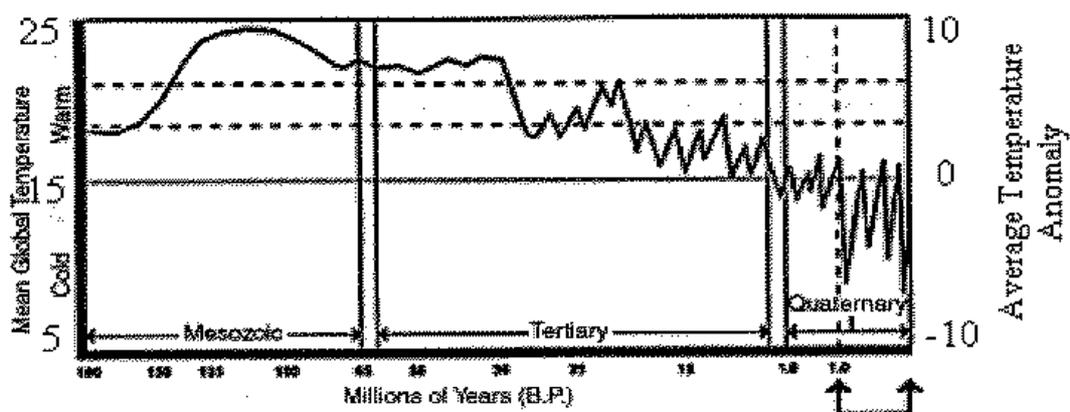


Figura 10. Temperature paleoclimatiche globali negli ultimi 180 milioni di anni, su tre diverse scale temporali. I dati di Vostok coprono approssimativamente l'ultima metà dell'intervallo di 1 milione di anni individuato dalle frecce (400.000 anni). Fonte: IUCC, Carbon Dioxide Information and Analysis Center, National Geophysical Data Center.

radianza solare potrebbe dare l'effetto di riscaldamento. Il fatto è che il Sole — la cui irradianza possiamo ricostruire con buona approssimazione fin dal 1600 — ha avuto sì variazioni di irradianza, ma al massimo tra 1.375,6 e 1.376,5 Watt/m² — meno cioè dell'1 per mille. I gas serra invece sono variati — negli ultimi cento anni — del 30% per mano umana! Per giunta, un famoso articolo su *Nature* apparso lo scorso anno (1998) ha fatto vedere i coefficienti di correlazione correnti — a finestra di 200 anni — della temperatura con la radianza solare e con la concentrazione di anidride carbonica, oltre che con l'indice di polvere in atmosfera. L'analisi ha dimostrato che la correlazione con la variazione di irradianza solare domina fino al 1800 circa, mentre dal 1850 in poi è la correlazione con l'anidride carbonica a dominare.

b) *Previsioni e modelli:*

Veniamo dunque alle previsioni sulle conseguenze delle tendenze attuali. Per fare questo, in più di 40 anni di lavoro teorico, numerico e fluidodinamico la comunità scientifica ha approntato dei programmi evolutivi complessi, basati sull'idrodinamica a tre dimensioni, sul ciclo del carbonio nella biosfera e nella geosfera, e sulla fisica radiativa. Tali modelli vengono chiamati General Circulation Models (GCM). Le versioni più recenti tengono conto anche dell'accoppiamento atmosfera-oceano. Per dare un'idea dello sforzo scientifico in atto, possiamo ricordare che il governo degli Stati Uniti eroga circa 6,5 miliardi di dollari l'anno (dato del 1998). La Germania eroga circa 3 miliardi di marchi all'anno sui *climate change studies*, e la Gran Bretagna circa un miliardo di sterline all'anno. La NASA riceve più fondi per i modelli climatici del Goddard Institute for Space Studies¹⁸ — 1,5 miliardi di dollari — che per il resto delle sue attività spaziali civili. Per il californiano Jet Propulsion Laboratory il calcolo di modelli climatici è il più importante e finanziato *key project*. Nel mondo siamo 30 mila ricercatori a lavorare sul cambiamento climatico, di cui circa 14 mila sono nordamericani (censimento 1997).

Descriviamo brevemente un GCM. Si tratta del meglio della produzione numerica oggi esistente per la fluidodinamica, accoppiata con un insieme di sottomodelli complessi, interagenti e non-lineari. Anche i computers *one-off* dei due laboratori militari statunitensi, il Lawrence Livermore Radiation Laboratory e il Los Alamos Laboratory, sono impegnati con i loro computers *top-line*. La struttura di un GCM è composta da diversi moduli contenenti centinaia di sottoprogrammi. Le equazioni differenziali da trattare sono diverse decine, a seconda del grado di approssimazione nella trattazione delle reazioni in fase gassosa e dei cicli dell'acqua e del carbonio. Essenzialmente esistono: due grossi moduli che integrano le equazioni della circolazione atmosferica e oceanica; un modulo per il calcolo della radiazione; un modulo per i *sinks* di gas serra; un modulo per il ciclo del carbonio e uno per quello dell'acqua (contenente i processi di evaporazione, e formazione delle nubi, i flussi di acqua terra→oceano, le precipitazioni, con sottomoduli per il ghiaccio flottante e a terra, per la copertura nevosa, eccetera); un modulo per le reazioni chimiche in fase gassosa; uno per la trattazione dell'accoppiamento del biota tramite i *sinks*; un modulo per le sorgenti di gas serra; uno per il particolato in aerosol, e tanti altri che qui non menzioniamo. Esistono circa una trentina di diversi GCM prodotti da diversi laboratori, università ed istituti, ma essenzialmente sono derivazioni che “degenerano” in

¹⁸GISS: istituto della NASA, autore di uno dei 4 modelli leader a livello mondiale. Il lavoro viene svolto in collaborazione con la Columbia University.

5 o 6 tipi di programma. Elenchiamo i più importanti e famosi istituti coinvolti (non sono in ordine di importanza, anche perché sarebbe difficile stabilirlo): il Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (della NOAA), il prestigioso centro di Bracknell (UK Met Office), il Goddard Institute for Space Studies (della NASA), il Bureau for Meteorological Research australiano, l'università di Pechino, il National Center for Atmospheric Research (sito a Boulder, Colorado), e lo European Centre for Medium-range Weather Forecasts sito a Reading. Altri modelli sono quello di Pasadena-JPL e quello indiano.

Daremo prima un breve cenno alle previsioni così come sono oggi, aggiornate all'ultimo Assessment Report della sessione plenaria dell'International Panel on Climate Change (IPCC), tenutasi a Roma nel dicembre del 1995. Daremo poi un cenno storico sull'IPCC, sul ruolo delle Nazioni Unite, e sulle previsioni del Club di Roma riguardanti l'effetto serra e le altre crisi globali.¹⁹ L'apparente inversione logica ha lo scopo di non distrarre il lettore dal contenuto scientifico delle proiezioni, approvato all'unanimità dalla comunità scientifica mondiale, guidata dall'ICSU, nell'XI Sessione Plenaria dell'IPCC. Il dare i cenni storici subito dopo permetterà di seguire l'impatto dell'enorme processo scientifico sul *climate change*, nonché di comprendere il ruolo di governi e poteri economici.

Nel Second Assessment Report (SAR),²⁰ l'IPCC, offre due tipi diversi di previsione: una serie di previsioni *transienti* e una previsione *all'equilibrio*, come ora spieghiamo. Nel primo caso, si presentano diversi scenari circa l'evoluzione delle emissioni nel prossimo secolo e si calcolano le previsioni, indicando una *best estimate*, un minimo e un massimo (con livello di confidenza statistica del 95%). Gli scenari sono caratterizzati dall'essere *business-as-usual*, ossia si suppone che i governi non facciano alcun intervento per combattere l'effetto serra, mentre si ipotizzano diversi scenari di crescita economica.²¹ L'IPCC sforna diverse previsioni con un clima transiente, all'evolvere delle emissioni: tutti i calcoli sono forniti come media dei diversi modelli. Da dieci anni circa è stato istituito un organismo scientifico internazionale multidisciplinare, Atmosphere Model Intercomparison Programme (AMIP), coordinato dall'ICSU e organizzato con l'IPCC. Vi fanno capo più di cento laboratori e università, ed ha il compito di paragonare, provare, controllare i diversi programmi *peer-reviewed* e ufficialmente usati dall'IPCC, e verificare che lo scarto totale non superi dei valori prefissati. Inoltre l'AMIP si occupa di paragonare i dati teorici con le osservazioni, dando come condizioni iniziali situazioni pregresse note e paragonando la previsione teorica fino ad oggi con i dati osservativi.

Un secondo tipo di previsione — più nota al pubblico non scientifico — è quella all'equilibrio. Si ipotizza che l'anidride carbonica abbia raggiunto un dato livello (per ora si usa il raddoppio rispetto al livello naturale pre-industriale) e si lasciano evolvere tutte le altre variabili (fisiche, chimiche e biologiche) fino al raggiungimento dell'equilibrio. I modelli — nello standard ufficiale dell'AMIP — per ora sono in grado di calcolare il “raddoppio” ($2 \times CO_2$ world), ma diversi istituti calcolano già le previsioni al quadruplicamento ($4 \times CO_2$). Come ipotesi del *business-as-usual*, il quadruplicamento è purtroppo molto più realistico, come possiamo leggere nel Second Assessment Report, e come abbiamo sentito

¹⁹Più avanti torneremo a parlare del Club di Roma.

²⁰Publicato da Cambridge University Press nel maggio 1996 (Climate Change 1996) sotto il patrocinio delle Nazioni Unite (WMO e UNEP) e il coordinamento dell'ICSU. Il Second Assessment Report è basato su 10.000 pubblicazioni uscite nei 2 anni precedenti, con la partecipazione di circa 30.000 ricercatori.

²¹Da crescite che in un primo tempo aumentano e che poi diminuiscono fino a diventare negative (crisi e collasso) fino a crescite che continuano esponenzialmente per tutto il secolo venturo.

in uno dei seminari mensili sul *climate change* tenuto lo scorso anno alla Casa Bianca dal Prof. Jerry Mahlman, direttore del Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (si veda anche la figura 9). Qui ci limiteremo a riportare le previsioni all'equilibrio al raddoppio del valore pre-industriale di CO₂: questa è dunque una sottostima della concentrazione verso cui andiamo nel prossimo secolo se non verranno prese drastiche misure. *Per tutti questi motivi il lettore deve prendere le previsioni al raddoppio in equilibrio che diamo qui sotto come una visione super-ottimistica di cosa ci attende sulla presente traiettoria business-as-usual delle emissioni industriali e agricole* (il che equivale a dire sulla presente traiettoria di crescita economica senza limite alcuno).

*c) Previsioni IPCC: caso del raddoppio delle concentrazioni preindustriali di gas serra da qui al 2100:*²²

- **Temperatura.** Da +1,5 °C a +3,5 °C, *best estimate*: +2,5 °C.²³ Si tratta delle temperature superficiali mediate su terre e oceani, su tutte le latitudini, e su una finestra temporale di 30 anni per eliminare le oscillazioni periodiche e stocastiche. Ciò equivale ad uno spostamento verso i poli delle fasce climatiche da 500 a 1.000 km circa. Il riscaldamento previsto è progressivamente più pronunciato a latitudini via via più grandi (come sta già avvenendo: a fronte di un riscaldamento di 0,6 °C a livello globale nel secolo pregresso fino ad ora, ai poli e nelle regioni fredde il riscaldamento è stato di quantità dai 2 °C ai 3,5 °C).
- **Livello del mare.** Aumento da 25 cm a 1 metro.²⁴
- **Eventi meteorologici estremi.** Il ciclo idrogeologico si farà più intenso. Le precipitazioni si concentreranno su periodi più brevi, dando luogo ad alternanza di siccità ed alluvioni, e comunque ad oscillazioni sempre più pronunciate delle precipitazioni. Ci sarà la tendenza a creare zone soggette a siccità e zone soggette ad alluvioni. È possibile, anche se non dimostrato, che aumenti in alcune zone la frequenza ed intensità di eventi come uragani, temporali intensi e tornado. Si prevede l'aumento di frequenza ed intensità delle ondate di calore.²⁵ Sono previsti in numero sempre crescente incendi regionali di vasta estensione ed intensità.²⁶
- **Malattie tropicali.** In conseguenza dello spostamento delle fasce climatiche, una serie di insetti, abitatori abituali delle attuali fasce tropicali e vettori di malattie tropicali, si sposteranno verso i poli, causando nelle attuali zone temperate epidemie di malaria, dengue, oncocercosi, febbre gialla, malattia del sonno, ed altre. Sono

²²CO₂ equivalenti a 560 ppmv contro le attuali 363 ppmv e le preindustriali 280 ppmv. In massa, circa 1.160 miliardi di tonnellate di CO₂ in atmosfera contro le attuali 750.

²³I nuovi calcoli effettuati quest'inverno danno valori maggiori di 1°C.

²⁴I valori ricalcolati sono più pessimisti: da 40 cm a 1,5 m.

²⁵*Heat waves*, come per esempio quella di Chicago del 1997, la quale causò circa 1.000 morti, e quella di quest'anno in Texas e Florida, con più di 700 morti.

²⁶Come, per esempio, quelli dell'anno 1997 — durati fin nel 1998 — nel Borneo, nelle Amazzoni, in Siberia, in Florida, e in Cina, o di quest'anno in Florida e Texas, e nella Foresta Amazzonica. Gli incendi dello scorso anno hanno aggiunto 1,1 miliardi di tonnellate di anidride carbonica in atmosfera, a fronte di emissioni industriali pari a 22,4 miliardi di tonnellate di CO₂.

previste fino a diverse centinaia di milioni di vittime delle malattie tropicali nel secolo in arrivo.

- **Infiltrazione delle falde acquifere costiere.** In conseguenza dell'aumento del livello del mare, praticamente tutte le falde acquifere delle zone limitrofe con il mare saranno infiltrate da acqua salata, con danni per l'agricoltura.
- **Contrazione del manto forestale tropicale.** Masse molto rilevanti di foreste verranno meno, con conseguente addizione diretta di CO₂ (dovuta agli incendi e alla putrefazione) e indiretta (dovuta alla conseguente riduzione del tasso di assorbimento clorofilliano).
- **Desertificazione.** Le zone desertiche diventeranno più estese, più estreme, e più numerose.
- **Produzione agricola.** La produzione agricola sarà soggetta a variazioni (diminuzione nelle attuali fasce temperate e tropicali, e potenziale aumento nelle fasce fredde).²⁷ L'aumento potenziale della produzione nelle fasce fredde, però, richiederebbe interventi come il dissodamento della Siberia: il SAR non ha stimato né il costo, né la quantità di energia occorrente, né ha indicato chi sarebbe in grado di pagarlo.
- **Scioglimento progressivo dei ghiacciai.** L'aumento della temperatura sta già progressivamente sciogliendo i ghiacciai, che si ritirano a velocità compresa fra 15 e 50 metri l'anno. L'ulteriore aumento porterà alla progressiva scomparsa dei ghiacci permanenti sui rilievi montuosi, e quindi al calo della portata dei fiumi e dei ruscelli pedemontani, e addirittura all'inaridimento di alcuni di essi, producendo un vistoso calo delle acque da irrigazione.
- **Profughi del clima.** In conseguenza della fame per crollo agricolo e dell'innalzamento del livello del mare, e tenuto conto che quasi tutti gli insediamenti umani si trovano sul mare, si prevede che fino a 800 milioni di profughi si sposteranno in cerca di zone in cui poter vivere.
- **Variazione delle riserve idriche.** A seguito dell'intensificarsi del ciclo idrogeologico il terreno non riuscirà a trattenere ed accumulare le stesse quantità d'acqua attuali.²⁸

²⁷I modelli del Geophysical Fluid Dynamics Laboratory e dell'UK Met Office prevedono la diminuzione fino al 65% della produzione agricola a stelo nei prossimi 20 anni (grano, granturco, altri cereali, fieno, eccetera) nelle zone che adesso fanno il 95% della produzione agricola statunitense, e un aumento fino all'80% nelle zone desertiche. I modelli del Goddard Institute for Space Studies, dell'UK Met Office e del Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, usati dalla Columbia University in una collaborazione — tutt'ora in atto — col Ministero italiano dell'Ambiente, prevedono un analogo calo del 50–55% nella Pianura Padana, e la desertificazione nel Tavoliere delle Puglie, nel Sud e nelle Isole.

²⁸Questa caratteristica della crisi climatica interagisce ed è concausa della crisi idrica, menzionata nel nostro elenco all'inizio dell'articolo, della crisi agricola e della desertificazione. Ciò non ha a che fare con gli ammanchi considerevoli come quello del Fiume Giallo in Cina, che lo scorso anno non è praticamente arrivato al mare per 220 giorni su 365, con foce quasi in secca, dovuto invece al prelievo (industriale, agricolo, e metropolitano) superiore alla portata. Tali eventi hanno invece a che fare con la crisi delle risorse a fronte di una crescita economica esponenziale.

Con l'attuale concentrazione di anidride carbonica ed altri gas serra, se si spegnessero tutte le fabbriche, i veicoli termici e ogni generatore di energia a combustibili fossili, avremmo ugualmente una crisi climatica, ma non è chiaro *quanto* più lieve. La situazione naturale pre-industriale verrebbe ripristinata soltanto dopo *200 anni*. La caratteristica di questi fenomeni è quella di essere a *forte ritardo temporale* rispetto alle cause: circa 50–80 anni. Il Second Assessment Report mostra che **le variazioni climatiche che stiamo subendo adesso sono dovute alla CO₂ che abbiamo emesso fino ad 80 anni fa, e quella che stiamo emettendo adesso produrrà i suoi effetti tra 50–80 anni**. La caratteristica del *delay* temporale nell'effetto serra e conseguente *global warming* è veramente pernicioso, se consideriamo l'attitudine dei politici e dei governi a prendere in considerazione i problemi da risolvere solo *dopo* che sono accaduti. Praticamente tutti gli economisti, il Fondo Monetario Internazionale, le borse e in generale l'industria tendono a sostenere che, siccome ridurre la crisi climatica costa e fermerà la crescita e il Mercato (la "M" maiuscola non è un errore tipografico), è assolutamente necessario che i governi non facciano assolutamente nulla.²⁹ Secondo loro, i problemi si risolveranno da soli se si confida nel Mercato, nella magica Tecnologia e nell'ancor più magica Scienza. Dovrebbero, per esempio, trovare il modo di violare il Secondo Principio della Termodinamica ! Il lettore ha capito che quest'ultimo capoverso **non** è imputabile al Second Assessment Report dell'IPCC, viste le procedure diplomatiche delle Nazioni Unite. Devo dire però che tutti i colleghi con cui ho parlato nei congressi e meetings IPCC e nei *summit* negoziali nutrono la stessa convinzione circa l'attitudine di politici e governi a non combattere l'effetto serra prima che sia del tutto fuori controllo. Lo stesso vale per il modo in cui i giornalisti scrivono e pubblicano sul *global warming* e sulle misure necessarie: specie in Italia e nel resto del Sud europeo (ma non soltanto).

d) Prescrizioni e dati IPCC necessari a mitigare l'effetto serra:

Si tenga conto che l'IPCC è un organo prettamente scientifico istituito dalla Nazioni Unite con il coordinamento dell'ICSU, e che gli scienziati membri con diritto di voto sono di nomina governativa. Non spetta all'IPCC dire cosa i governi debbono fare, anche se l'IPCC indica le possibili strade per combattere l'effetto serra, in accordo con l'articolo 2 della Convenzione Climatica (la UNFCCC di cui parleremo in seguito).

- **Stabilizzazione della concentrazione dei gas serra, tramite la riduzione delle emissioni industriali.** La riduzione delle emissioni necessaria a stabilizzare la concentrazione dei gas serra al valore del 1990, se messa in atto nel 1990 e in maniera immediata, avrebbe dovuto essere fra **–60%** e **–80%**. Questo significa che al massimo il 20–40% delle emissioni del 1990 era assorbibile dai *sinks* naturali. Tale misura, ovviamente non realizzabile brutalmente da un giorno all'altro, avrebbe permesso di avere una concentrazione costante nel tempo e pari ai circa 357 ppmv del 1990. Ogni ritardo, invece, implica un aumento della percentuale di riduzione, per ottenere lo stesso risultato. Ancora oggi non abbiamo ridotto nulla, ed anzi siamo passati da 5,9 a 6,3 miliardi di tonnellate di carbonio all'anno).

²⁹Ovviamente, non tenendo conto di quanto costa in termini economici, agricoli, e di vite umane il lasciar andare tutto senza intervento alcuno. Non tengono conto neanche della "qualità" della vita dei sopravvissuti in un mondo sotto effetto serra fuori controllo. L'effetto serra deve essere libero, come il Mercato.

- **Scenari (curve di emissione) necessari ad ottenere la stabilizzazione della concentrazione a valori prefissati.** Vengono fornite le traiettorie di emissione globale che portano alla stabilizzazione della concentrazione a dati valori: 350, 450, 550, 650, o 1.000 ppmv. C'è stata una battaglia tra scienziati ed economisti per omettere o no i valori più grandi: questi ultimi sono stati pretesi dagli economisti.
- **Riforestazione.** Si consiglia la riforestazione massiccia, per aumentare la capacità di sequestrazione di gas serra da parte dei *sinks*, e di fermare al più presto ogni pratica agricola e industriale di deforestazione. Si mette però in guardia che una volta prodotta, l'anidride carbonica sequestrata nei tessuti delle piante può ritornare in atmosfera nel giro di pochi giorni, tramite gli incendi (come quelli a cui abbiamo assistito nel Borneo, in California, in Florida, in Siberia e nelle Amazzoni nell'ultimo anno). Il dato allarmante è che invece, nei paesi in cui la deforestazione è il principale input economico essa procede ad un tasso tale che le foreste tropicali dovrebbero sparire in soli 30 anni. Per esempio, la copertura forestale del Nicaragua è diminuita del 70% negli ultimi 20 anni; quella delle Amazzoni del 10–15%.
- **Difese e dighe costiere.** Si raccomanda la progettazione e l'approntamento di barriere e dighe per proteggere le coste basse e sabbiose dall'innalzamento del livello del mare.
- **Energie rinnovabili.**
 - *energia solare:* pannelli fotovoltaici (energia elettrica) e termici (calore);
 - *energia eolica* (energia elettrica);
 - *combustione delle biomasse* (energia elettrica e calore per riscaldamento);
 - *moto ondoso* (energia elettrica).

Solo **al massimo il 30–40% del fabbisogno attuale è così ottenibile.**³⁰ E, come il lettore avrà ormai intuito, tale percentuale diminuisce inesorabilmente se la crescita economica e il fabbisogno di energia, continuano a crescere. L'aumento dell'efficienza può al più lievemente rallentare le emissioni di CO₂, fintanto che il rendimento termodinamico massimo realizzabile non viene raggiunto. Per il lettore che non sia esperto, precisiamo che questo è un limite fisico intrinseco, che non può essere superato con il progresso tecnologico.

- **Uso di colture adattabili alle avverse condizioni climatiche.**

L'IPCC mette inoltre in guardia sulla durata estremamente lunga degli effetti del cambiamento climatico e sulla loro caratteristica ritardata. Per sommi capi, queste sono le previsioni e le “prescrizioni” dell'IPCC per i governi. *Nessun governo e nessun cittadino* possono permettersi di ignorare tali risultati. Da qui a prendere i provvedimenti ce ne passa !

³⁰E la fissione nucleare ? Basti pensare che per risolvere con la fissione il solo problema della produzione dell'energia elettrica consumata nel mondo (corrispondente a un terzo dell'effetto serra) sarebbe necessario costruire più di 5.000 centrali da un gigawatt entro i prossimi 25 anni. Volendo fare ciò mantenendo standard minimi di sicurezza, la spesa sarebbe superiore a due volte e mezzo il Prodotto Nazionale Lordo degli Stati Uniti. E ciò a prescindere dal rischio di inquinamento !

Diamo ora al lettore un breve quadro storico dell'attività scientifica, politica, e negoziale per tentare di gestire le crisi ambientali. Le connessioni militari saranno invece trattate nelle conclusioni.

2.2 Le crisi ambientali globali e la risposta internazionale

Già nella prima decade di questo secolo il fisico Arrhenius aveva inquadrato il problema dell'effetto serra. Egli aveva notato che da circa cent'anni, dopo lo sviluppo della termodinamica e l'inizio della rivoluzione industriale, il consumo di combustibili fossili era aumentato esponenzialmente, a causa dell'aumento del fabbisogno di energia. Da fisico, si pose subito il problema termodinamico–radiativo dell'equilibrio dell'atmosfera con una quantità sempre crescente di gas serra, e calcolò approssimativamente il riscaldamento medio globale. Ottenne una stima non molto lontana dalla verità. Considerando i mezzi dell'epoca e le scarse conoscenze di tutti i fenomeni complessi implicati, questo è da considerarsi un risultato notevole.

All'avvento degli anni Sessanta molti gruppi si occupavano già di problemi come: *l'inquinamento crescente* (qual è il limite naturale di assorbimento per ogni sostanza tra le più pericolose); *l'effetto serra*; *la disponibilità delle risorse*; *la crescita demografica* (imponente, esponenziale, e il problema degli alimenti implicato); *l'erosione delle terre arabili* (dovuta allo sfruttamento sempre più intensivo); *il calo della popolazione ittica* (dovuto all'attività peschiera divenuta ormai industriale); ed altri ancora. Molti istituti prestigiosi, come la Smithsonian Institution, il Tata Institute e l'Istituto Landau, dedicarono intere squadre di personale allo studio di questi problemi. All'epoca il confronto Est–Ovest appariva più pericoloso di queste crisi, nonostante l'apparente insondabilità di alcune di esse. Pesava una grave minaccia: veniva posta la questione se lo sviluppo industriale *in quanto tale* (capitalistico o del socialismo reale) si ponesse in conflitto con l'ambiente naturale, oppure se fossero possibili soluzioni tecnologiche.

Molti indicatori divennero così minacciosi che un nutrito gruppo di scienziati ed economisti di diverse nazionalità (tedeschi, statunitensi, norvegesi, indiani, turchi ed italiani) decise di costituirsi in organismo internazionale per tentare di fare delle proiezioni su base scientifica. Si costituirono nel 1968 a Via della Lungara, presso l'Accademia dei Lincei, e per questo assunsero il nome di **Club di Roma**. Con il finanziamento del gruppo Volkswagen e con il supporto numerico del Massachusetts Institute of Technology (MIT), diedero il via al progetto di approntare un modello complesso con molti fenomeni interagenti. Esso era basato su un sistema di equazioni differenziali che richiedeva notevole sforzo di calcolo, per lo studio dell'evoluzione di circa 225 variabili. Le grandezze più rilevanti ai fini descrittivi dei risultati erano: *il prodotto industriale mondiale*, *il prodotto agricolo*, *la popolazione*, *le risorse naturali* e *l'inquinamento*. Il modello si avvaleva di un famoso modulo del General Dynamics Group del MIT, mediante il quale praticamente tutti gli organismi finanziari, le holdings, le imprese multinazionali e le grandi banche tuttora prevedono con notevole approssimazione lo sviluppo industriale–economico. Diversi istituti statunitensi avevano inoltre sviluppato separatamente un complesso sistema di equazioni differenziali e di relativi codici informatici per la previsione e lo studio dell'evoluzione dell'inquinamento da pesticidi nell'agricoltura e da metalli pesanti e sali basici nei grandi laghi del Mid–West. Il modello funzionava notevolmente bene, e si aggiunsero al gruppo demografi e geofisici per lo studio dell'evoluzione della popolazione e delle ri-

sorse. Il Club di Roma commissionò un rapporto scientifico entro 3 anni: rapporto che fu redatto dal MIT nel 1971, subito tradotto in più di 30 lingue³¹ e sottoposto all'attenzione dei governi dei paesi più influenti.

Il rapporto mostrava che il sistema economico–industriale–agricolo, la popolazione e il sistema ambientale andavano incontro a una crisi, ineliminabile con mezzi puramente tecnologici, dovuta essenzialmente a due esponenziali: la crescita del prodotto industriale — ossia la crescita economica — e la crescita demografica. La crisi era prevista dal modello, in diverse varianti, nell'intervallo temporale che va dal 2010 al 2040. Come condizioni iniziali erano stati presi i valori noti del 1900, permettendo di confrontare i risultati teorici con i dati noti osservati fino al 1971. Le integrazioni proseguivano poi in quella che era una sia pur approssimata proiezione: il modello non aveva la pretesa di fare una previsione realistica, ma di sondare diverse ipotesi più che ottimistiche per vedere se i diversi tipi di crisi fossero eliminabili con provvedimenti puramente economico–tecnologici (senza rallentare la crescita economica e demografica). Le ipotesi super–migliorative sondate furono: (1) il raddoppio, e poi il quadruplicamento delle rese agricole; (2) l'introduzione, sin dal 1975, della fusione nucleare come mezzo di generazione dell'energia;³² (3) l'introduzione di tecnologie atte a combattere l'erosione dei territori arabili; (4) la riduzione da 20 a 5 anni del tempo di risposta del sistema politico–economico–tecnologico nell'introdurre innovazioni tecnologiche nel sistema mondiale;³³ (5) l'ipotesi che le stime di risorse naturali fossero sottostimate di un fattore 2; (6) l'ipotesi che la società umana riuscisse ad adottare entro il 1975 misure efficaci per il controllo della popolazione nei paesi in via di sviluppo. Il modello è stato fatto girare con diverse miscele di queste ipotesi super–migliorative, fino a far girare il modello con tutte queste ipotesi contemporaneamente. La crisi si spostava — a seconda dei casi — al più di 20 anni (e in molti casi solo di pochi anni). Ma rimaneva: una o più variabili superavano un valore critico e poi collassavano, trascinando con sé le altre. Al contrario di quanto sembra oggi essere nell'accezione di molti circa il lavoro del MIT, **le risorse naturali non sono il motivo scatenante delle crisi**. Sull'orizzonte del 2000 (che per il lavoro del MIT era una proiezione di 29 anni) tutti i casi prevedevano riduzioni di appena il 20% o al massimo del 40% delle risorse naturali. Il sistema *sarebbe* collassato — se tutte le altre variabili avessero “retto” — nel momento in cui le risorse si fossero esaurite: questo è logico. Il fatto è, tuttavia, che tutte le ipotesi sfociavano in un collasso del sistema *prima* che le risorse naturali collassassero. È importante che il lettore ricordi questa caratteristica delle crisi del modello del MIT. Le crisi previste dal modello si manifestavano a volte nel collasso del prodotto industriale, seguito dall'inquinamento e dalla popolazione, che piccava per ultima.³⁴ Ipotesi diverse portavano il modello al

³¹In italiano: “I Limiti dello Sviluppo” ed. EST Mondadori, 1972, di Meadows *et al.* In inglese: “The limits of Growth” Productivity Press. Il testo non–divulgativo, con tutte le equazioni differenziali e il programma, con i grafici dei comportamenti dei parametri, con la descrizione delle subroutines e con tutta l'analisi differenziale e numerica necessaria è stato anch'esso pubblicato nel 1972 ed è ancora disponibile sotto il titolo “Dynamics of Growth in a Finite World”, stessi autori, Productivity Press.

³²Oggi giorno, i ricercatori sulla fusione chiedono altri cinquant'anni di tempo. . .

³³Tale tempo di risposta o *delay* tecnologico, calcolato per la diffusione *in tutto il mondo* delle innovazioni tecnologiche, è addirittura superiore ai 25 anni oggi (1999).

³⁴Nel gergo scientifico–matematico, si dice che una variabile “ha un picco” o “picca” quando raggiunge un punto di massimo, per poi cominciare a diminuire. Il “picco” corrisponde quindi al punto in cui inizia il declino della grandezza considerata. Ad esempio dire che la popolazione “piccherà” nell'anno 2020 vuol dire semplicemente che fino al 2020 la popolazione aumenterà, e successivamente tenderà a ridursi.

collasso prima del prodotto agricolo (alimenti), e poi di quello industriale, dopo che il sistema aveva tentato di allocare sempre più capitali per arrestare il collasso agricolo. Nel caso della “energia a costo trascurabile”, con la fusione nucleare controllata, i capitali — liberati dal fardello del finanziamento dell’energia — permettevano una crescita economica ancor più rapida, con conseguente esplosione dell’inquinamento, collasso del prodotto agricolo, e collasso finale della popolazione, che piccava tra il 2010 e il 2030 con un massimo compreso fra gli 8 e gli 11 miliardi di individui per poi ridursi a meno di un miliardo sull’orizzonte del 2100. Il rapporto dimostrava che la causa delle crisi erano le due variabili a crescita esponenziale, come *driving forces*: la crescita industriale e la crescita demografica. Veniva dimostrato che queste ultime non potevano continuare oltre il periodo 2020–2050; insomma, la crescita economica non poteva continuare per sempre in un mondo non infinito come il nostro. Si dimostrava che il ventaglio di soluzioni passava per una graduale frenata della crescita industriale e della popolazione, accompagnata da miglioramenti tecnologici e *shifts* economici significativi.

La reazione dei governi, dei politici e della maggioranza degli economisti nel mondo fu un putiferio. Il mondo industrializzato occidentale–capitalistico sosteneva che non si erano sondate abbastanza le virtù del mercato e della tecnologia, cioè che nel modello non erano state inserite le capacità di risposta relative. Questa opposizione non aveva alcun fondamento, e il modulo del General Dynamics Group è tuttora usato per ogni previsione di sviluppo industriale ed economico in tutto l’occidente e nel mondo. I meccanismi di risposta in World3³⁵ erano ben presenti, e riproducevano numericamente ciò che fanno tutte le multinazionali *hi-tech* in borsa e nella produzione. Semmai, i meccanismi previsti dal modello erano *troppo efficaci e rapidi*.

Da parte sua, il mondo del blocco orientale (paesi alleati dell’URSS, Cina e altri paesi socialisti) gridò che a queste conclusioni si arrivava soltanto perché il modello funzionava con i meccanismi capitalistici, senza i meccanismi regolanti del mondo socialista. Sbagliava anche il blocco orientale: *in nessuna parte* nel modello era incluso un meccanismo politicamente capitalistico: il sistema allocava risorse all’agricoltura, all’industria, o a combattere l’inquinamento senza distinzione alcuna delle classi sociali a favore delle quali ciò veniva fatto. La popolazione era approssimata come un tutto unico, e i provvedimenti tecnologico–economici potevano benissimo essere presi dalla Casa Bianca come dal Politburo, dal Gosplan, da Downing Street governata dai Tories o dall’esecutivo della Cina Popolare.

Anche i paesi in via di sviluppo non–allineati diedero addosso al lavoro scientifico del MIT, sostenendo che l’arresto della crescita avrebbe implicato che la loro condizione di sottosviluppo sarebbe stata cristallizzata per legge. Sbagliavano anch’essi, perché il rapporto del MIT parlava chiaramente ed estesamente di una *redistribuzione* di risorse tra Nord e Sud del mondo, energia e prodotto industriale, come *conditio sine qua non* per poter arrestare la crescita su valori sostenibili da tutta l’Umanità (altrimenti guerre e conflitti sarebbero stati inevitabili).

Alcuni governi di paesi occidentali, come gli Stati Uniti e la Gran Bretagna, furono

³⁵World3 è il nome dato al maxiprogramma dal Prof. Dennis Meadows. Meadows era allora leader del pool di scienziati del MIT e oggi è decano nell’University of New Haven, a capo del programma GAIM (Global Analysis Interpretation and Modelling) dell’IGBP (International Geosphere Biosphere Program). L’IGBP è uno dei pilastri dei lavori dell’IPCC, ed è direttamente istituito e controllato dall’ICSU.

spaventati dalla minaccia del messaggio portato dagli scienziati del Club di Roma.³⁶ Istituirono addirittura delle *task-force* interministeriali per screditare il Club di Roma, nonché per *diffondere false accezioni ed interpretazioni sul lavoro scientifico del MIT*. Questo sforzo propagandistico fu appoggiato abbondantemente dai mezzi di informazione, similmente a quello odierno di gran parte dell'industria pesante per tentare di screditare l'IPCC agli occhi del Congresso degli Stati Uniti, e fu molto efficace. Furono spesi milioni di dollari e diversi professori di economia furono assoldati, come il prof. Nordhaus, che scrisse un libro di risposta al lavoro degli scienziati del MIT intitolato "*Models of Doom*".³⁷ Il libro conteneva diverse volgarità grossolane dal punto di vista scientifico, come l'asserzione che il Secondo Principio della Termodinamica non c'entrerebbe nulla con la catena produttiva del processo industriale-economico, e sorvolava (o ignorava) che alla base di ogni produzione (capitalistica o no) *c'è sempre la necessità di energia*. L'energia meccanica ed elettrica viene prodotta dai combustibili fossili bruciandoli ed ottenendo calore, e succede che — con o senza l'assenso di Nordhaus e di altri esimi economisti — la fisica c'entra per forza. Inoltre, Nordhaus tentò (con successo, purtroppo) di vendere ai *media* una distorsione fondamentale delle crisi previste dal rapporto del MIT, e cioè che esse sarebbero dipese dal fatto che i modelli arrivavano al collasso per l'esaurimento delle risorse. Falso ! Leggere per verificare.³⁸

Per disgrazia dell'*establishment* economico occidentale di allora, lo shock sollevato dal lavoro del MIT si aggiunse a quello provocato dai lavori di diversi geofisici e geologi americani, guidati dal geofisico prof. King Hubbert. Un decennio prima essi avevano previsto il picco del tasso di estrazione del petrolio dal territorio statunitense, poi raggiunto nel 1970. Hubbert faceva vedere che, a causa della complessa geometria dei pozzi, non è possibile estrarre il 100% del petrolio presente in un giacimento: per estrarre è necessario pompare dentro vapore ad alta pressione per spremere fuori il residuo, e quando la giacenza è ridotta al 50–60% l'energia necessaria per fare ciò supera quella ottenibile bruciando il petrolio stesso. A quel punto esatto — fece notare il prof. Hubbert — l'estrazione finisce semplicemente perché *non ha più senso* estrarre il petrolio. Il pozzo diventa non più una sorgente di energia, ma un assorbitore: a prescindere dal prezzo, con buona pace di certi economisti. Così, Hubbert aveva previsto anche che su scala mondiale il tasso del petrolio avrebbe piccato intorno al 2020, per poi scendere per sempre. Anche in questo caso fu sollevato un polverone, cercando di accreditare presso i *media* la versione secondo la quale i geofisici americani si erano sbagliati e che la diminuzione del tasso di estrazione dai pozzi USA (realmente avvenuta nel 1970) era in realtà una decisione politica del governo statunitense "che aveva deciso di sfruttare prima il petrolio del Medio Oriente per preservare le scorte americane". Questa balla resiste tutt'oggi nei mezzi di informazione e nell'opinione pubblica, anche se non ha mai preso piede negli ambienti geologici e geofisici connessi al problema.

Il petrolio doveva essere percepito come una risorsa "che durerà ancora centinaia di

³⁶Quasi tutti scienziati occidentali e delle migliori università americane, e non già pericolosi politici rivoluzionari.

³⁷"Modelli di Sventura"

³⁸Ancora oggi molti di coloro che hanno sentito parlare del rapporto del MIT credono che le crisi in esso previste venivano causate dallo scarseggiamento delle risorse, cosa a cui i modelli invece non arrivavano, in quanto tutte le crisi avvengono ben prima, quando il livello di risorse disponibile è ancora alto. Il motivo delle crisi è invariabilmente la crescita esponenziale del prodotto industriale e della popolazione, in varie varianti ed interazioni con il prodotto agricolo e l'inquinamento.

anni". Ciononostante, i dati reali erano conosciuti anche da coloro che cercavano di tacerli o di falsificarli. Altri dati sull'inquinamento, sull'effetto serra, sulla produzione agricola che (pur aumentando) non teneva il passo con la popolazione, sulla desertificazione e sull'erosione dei territori arabili,³⁹ continuavano ad affluire. Fino all'inizio degli anni Ottanta, aumentava il grado di preoccupazione latente nei governi. Il primo *summit* sul clima — sia pur con il mondo scientifico su posizioni non ancora univoche — gettò una luce niente affatto rassicurante su uno dei principali effetti della crescita industriale e del fabbisogno annuo di energia: l'effetto serra.

La misura era colma. Nonostante i tentativi di ignorare e di sminuire, nel 1987 l'Assemblea Generale, stabilì l'istituzione della Commissione Bruntland sullo *sviluppo sostenibile*.⁴⁰ Il celebre rapporto della Commissione ("Our Common Future")⁴¹ stabiliva finalmente, con l'ufficialità delle Nazioni Unite e dei delegati governativi dei paesi membri, che i lavori scientifici dei 20 anni pregressi non erano poi così sballati come si era sostenuto. Si stabiliva con criteri scientifici che lo sviluppo — termine usato in realtà come diplomatico sostitutivo di *crescita* — non era necessariamente sostenibile, ma che dovevano addirittura essere soddisfatti dei criteri generali perché lo diventasse (non consumare risorse a tassi maggiori di quelli a cui possono essere ripristinate, ecc.). I ricercatori hanno sorriso per tanta ufficialità nello stabilire criteri così ovvi. I risultati della Bruntland hanno costituito una vittoria fondamentale per la continuazione del processo scientifico di indagine su quei temi, per il suo finanziamento da parte dei governi, e in generale per l'opera di sensibilizzazione sui temi delle crisi ambientali globali. I governi non stabilirono in pratica assolutamente nulla, sebbene all'interno nacquero in silenzio interi maxi-progetti, come lo United States Global Change Research Program, istituito dalla presidenza Reagan con un budget iniziale di 2,5 miliardi di dollari all'anno.

Per l'infuriare delle polemiche che l'industria pesante e la maggioranza degli economisti avevano scatenato contro il processo scientifico sull'effetto serra, per scongiurare di nuovo il pericolo di dover adottare misure che avrebbero minacciato la Crescita Economica e il Mercato, un anno dopo l'Assemblea Generale affidò all'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO) e al Programma Ambiente, con il coordinamento del mondo scientifico guidato dall'ICSU, il compito di fondare un organismo internazionale ed intergovernativo di scienziati di ogni disciplina. L'obiettivo era di seguire permanentemente il problema dell'effetto serra, degli impatti e delle risposte, e di fornire periodicamente ai governi di tutto il mondo rapporti ufficiali. L'organismo era l'IPCC, l'Intergovernmental Panel on Climate Change.

Il primo rapporto fu uno shock per tutti, ma soprattutto per chi aveva sostenuto che le preoccupazioni sull'ambiente globale e le sue interazioni con la crescita erano esagerate e fuori di luogo. La struttura e le procedure IPCC sono tali che ogni governo rappresentato alle Nazioni Unite nomina due scienziati delegati con diritto di voto, ma i *lead authors*, che guidano i settori scientifici operativi dell'IPCC, sono di nomina strettamente accademica e vengono nominati dalle comunità scientifiche sotto guida ICSU. Il rapporto del 1990 non ottenne l'unanimità degli scienziati, anche se approvato con una maggioranza schiacciante.

³⁹Si tratta della progressiva diminuzione dello strato di *humus* ricco di sali minerali dovuto allo sfruttamento agricolo che sottrae i sali più rapidamente di quanto possano venire ripristinati.

⁴⁰Guidata dalla Signora Gro Bruntland, ex primo ministro norvegese, e candidata a Segretario Generale dell'ONU nel 1997, quando venne invece nominato il Signor Kofi Annan.

⁴¹In italiano è uscito con il titolo "Il Futuro di Noi Tutti", ed. Bompiani.

Si opposero i delegati del Kuwait, dell'Arabia Saudita, degli Stati Uniti e di altri paesi produttori di petrolio. Curiosamente, i due scienziati delegati governativi statunitensi votarono contro tutta una serie di paragrafi, che erano stati redatti soprattutto con il lavoro scientifico di più di 4.000 ricercatori delle massime istituzioni scientifiche americane, pubbliche e private, governative e militari.⁴²

Nel 1991 uscì un nuovo lavoro di Meadows *et al.*, "Beyond the Limits".⁴³ Il gruppo che 20 anni prima aveva fatto scoppiare la problematica dell'insostenibilità della crescita rinnovò i calcoli, aggiornando i coefficienti e ottenendo sostanzialmente gli stessi risultati. Significativo era il *confronto con i dati osservati dei passati vent'anni con le loro proiezioni del 1971: gli scarti massimi riscontrati erano appena del 1,8%*. Una bella soddisfazione, per il prof. Meadows e il suo gruppo, che rende loro giustizia di tutte le sciocchezze allora propinate dagli organi di informazione e dalle campagne di opinione organizzate dai governi americano e inglese per discreditarli. Come ho potuto verificare personalmente, purtroppo, la disinformazione e la falsificazione principale reggono ancora ("le crisi del Club di Roma dipendevano dalla previsione dell'esaurimento delle risorse non verificatosi"). Anche nel nostro seminario del 21 giugno qualche collega ha mostrato di avere questa lettura del lavoro del Club di Roma, e anche molti giornalisti ambientali mostrano di avere questa falsa lettura del famoso rapporto del MIT, ignorando che il lavoro di Meadows del 1991 conferma autorevolmente quello del 1971, e stavolta lo fa con la potenza dei dati.⁴⁴

Gli eventi precipitarono. All'inizio del 1992 l'IPCC pubblicò il celebre Supplementary Report,⁴⁵ con il calcolo degli scenari *business-as-usual* delle emissioni e delle concentrazioni di gas serra. A tamburo battente venne convocato ed organizzato per il 1992 a Rio de Janeiro il primo *summit* intergovernativo sul clima, dove venne firmata la Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC).⁴⁶ Si costituì il primo schieramento intergovernativo, l'Alliance of Small Island States (AOSIS),⁴⁷ e la Cina cominciò a formare uno schieramento, il cosiddetto G77&China, inizialmente di 77 paesi (oggi circa 140) che prese la guida degli interessi dei paesi in via di sviluppo, e raggruppava uno schieramento molto più vasto del vecchio movimento dei Non Allineati del tempo dei due blocchi.

La Convenzione fu caratterizzata per un testo molto avanzato. L'articolo 2 recita che l'obiettivo dei paesi aderenti è quello di riportare la concentrazione dei gas serra "*ad un livello tale da non essere pericoloso per il sistema climatico*". Si afferma chiaramente che i paesi industrializzati sono quelli che hanno tratto il maggior beneficio dalla crescita delle emissioni di gas serra fin qui avvenuta ed in atto, traendone come vantaggio la crescita

⁴²Su 8.500 ricercatori di tutto il mondo che in totale contribuirono al rapporto.

⁴³In Italia è stato pubblicato dal Saggiatore (Mondadori) con il titolo "Oltre i Limiti dello Sviluppo".

⁴⁴Tra l'altro, la concentrazione di anidride carbonica del 1991 prevista nel lavoro del 1971 era sbagliata di appena 0,5% !

⁴⁵Sia il FAR, First Assessment Report del 1990, che il Supplementary Report del 1992, possono essere ordinati da Cambridge University Press. Versioni in sommario si possono scaricare gratuitamente dal sito proprietario dell'IPCC (<http://www.ipcc.ch>) o dal sito della WMO (<http://www.wmo.org>). Altri siti e documenti, grafici e dati si possono ottenere cercando con motori di ricerca le parole chiave UNFCCC, UKMO, IPCC, UNEP, CLIMATE CHANGE.

⁴⁶United Nations Framework Convention on Climate Change: in Italia è la legge n.65/94.

⁴⁷Trattasi di un'alleanza tra piccoli stati isola, come le Marshall Islands, le Maldive, le Comore, le Solomon, le Tonga, unite dalla caratteristica di essere paesi con elevazione sul livello del mare di poche decine di centimetri, e di essere perciò le prime vittime designate dell'innalzamento del livello del mare da effetto serra.

economica, e si continua concludendo che “il maggiore sforzo economico deve gravare sui paesi industrializzati, così come l’onere dell’avvio delle misure”.

Mentre dal podio il presidente Bush si lamentò che “non si può fermare l’economia statunitense per una crisi climatica su cui il mondo scientifico non sa indicare con esattezza tempi e intensità”, in altra sede firmava l’articolo sul **principio di precauzionalità**, che afferma che “ove sia presente il pericolo di vaste distruzioni irreversibili, la mancanza di certezza matematica sull’entità della crisi non può essere addotto come motivo per non prendere alcuna misura”. Contemporaneamente alla firma del primo trattato della Storia sul clima, Bush faceva approvare un aumento da 2,5 a 4 miliardi di dollari all’anno del *budget* destinato al pacchetto di programmi scientifici dello United States Global Change Research Program. Da quell’anno, la NASA cominciò a ricevere più soldi per le sue attività di modellistica ed osservazione climatica che per tutto il resto delle sue attività spaziali civili.

I paesi firmatari cominciarono il processo di ratifica: il Parlamento Italiano convertì la UNFCCC in legge nel gennaio 1994.⁴⁸ All’inizio del 1998, la Convenzione era stata ratificata da 165 parlamenti su 180. La Convenzione istituiva un organismo negoziale per prendere le future decisioni sul clima *con valore di legge*: l’International Negotiating Committee. Esso ebbe il compito di istruire i meccanismi, i regolamenti e le sottostrutture della Conferenza delle Parti (COP), che si sarebbe riunita a Berlino nel marzo 1995 per la prima volta, per poi essere convocata annualmente. La Convenzione era piena di buoni principi, ma senza il potere forzante di legge, e l’unica cosa concreta che fu stabilita a Rio de Janeiro era proprio la Conferenza delle Parti, organo supremo sul clima che sta alla UNFCCC come un parlamento nazionale sta alla propria Costituzione.

Nel frattempo, sintomi come l’aumento della frequenza degli uragani nelle zone tropicali degli oceani e l’aumento della frequenza dei tornado negli Stati Uniti, così come l’aumento della frequenza delle siccità e delle alluvioni (in termini di *trend* a lungo termine, al di là cioè delle oscillazioni periodiche o stocastiche) spingevano ancora sui governi e sull’industria delle grandi riassicurazioni, provocando un’ulteriore accelerazione negoziale. I modelli e l’analisi teorica facevano ormai grandi passi, e fu sconfitta l’ultima obiezione di una parte di ricercatori dei paesi petroliferi e dei delegati governativi americani. Essi si aggrappavano ad una discordanza di qualche decimo di grado (0,3–0,4 °C) tra la riproduzione teorica ed il riscaldamento globale osservato in questo secolo. Il problema fu risolto inserendo nei calcoli il — sia pur lieve — raffreddamento indotto dal particolato in aerosol da SO₂ e SO₃. L’anidride solforosa (SO₂) e l’anidride solforica (SO₃) si producono infatti in massicce quantità nel processo di bruciamento nelle centrali elettriche a carbone: la nube di particolato ha breve raggio di azione (poche centinaia di chilometri) e breve durata (qualche giorno). Per questo non influenza sostanzialmente il clima globale, tranne per quell’effetto di lieve raffreddamento. I modelli del Second Assessment Report (SAR) ottennero per la prima volta l’unanimità.

A Berlino nel marzo 1995 la prima Conferenza delle Parti stabiliva che gli oneri e gli impegni addebitati ai paesi industrializzati nel testo della Convenzione *non erano adeguati al compito di combattere l’effetto serra senza danneggiare gli interessi dei paesi in via di sviluppo*, non responsabili del vistoso aumento della concentrazione di anidride carbonica

⁴⁸ Consiglio vivamente al lettore di procurarsi il testo della legge, fedele traduzione dell’originale inglese, e di leggerlo attentamente. Ho personalmente verificato che la maggior parte dei deputati e senatori che l’hanno ratificata... non la hanno neanche letta: “era roba delle Nazioni Unite” !!

finora registrato (30%). Il *summit* di Berlino fu sul punto di fallire completamente quando gli Stati Uniti, il Canada, l'Australia e la Nuova Zelanda pretesero che anche i paesi poveri se ne facessero in qualche modo carico. La sollevazione della Cina, dell'India, del Brasile, dell'intero African Group appena costituito, di tutti i paesi asiatici (tranne la Corea del Sud) e di tutta l'America Latina impedì il fattaccio. Gli USA capitolarono, non riuscendo a trovare una ragione pronunciabile per sostenere che, dopo avere essi stessi e l'Europa creato il problema, dovessero essere anche i paesi poveri a spartirsene l'onere. Fu decisivo il fatto che la Cina e l'India minacciarono velatamente di passare a produrre tutto il loro fabbisogno di energia a carbone.⁴⁹

La COP istituì l'Ad-hoc Group on the Berlin Mandate, con il compito di individuare adeguati inasprimenti degli oneri di riduzione delle emissioni a carico dei soli paesi industrializzati ("Annex I countries"), da fare entrare in vigore entro la COP3, tenutasi poi a Kyoto nel dicembre 1997, tramite un *trattato con forza di legge*. Era già un risultato storico per il mondo scientifico: a seguito di calcoli e lunghi studi per salvare l'Umanità dai peggiori scenari, per la prima volta si forzavano decisioni governative in direzione potenzialmente minacciosa per la Crescita e il Mercato.

A Roma, nel dicembre 1995 l'XI Assemblea Plenaria dell'IPCC ratificava all'unanimità il Second Assessment Report, dopo una battaglia accanita — articolo per articolo⁵⁰ — dei due delegati USA con diritto di voto, insieme ai delegati di Kuwait e Arabia Saudita, peraltro contro la stessa delegazione scientifica americana che contava più di cento membri, per tentare di redigere il sommario per i governi in forma edulcorata rispetto al documento scientifico già approvato all'unanimità. Per 10 giorni, ogni 3–5 minuti questi delegati hanno tentato di far inserire in ogni articolo del documento-sintesi per i governi delle espressioni come "potrebbe", "forse", "probabilmente". Il lettore deve immaginare la scena del *chairman*, lo svedese prof. Bolin, che bocciava uno dopo l'altro i tentativi di "mitigazione" del documento riassuntivo per i governi, con osservazioni tipo: "*ma perché mai lei vuole dire che questa affermazione deve essere riportata in forma dubitativa, quando nel documento scientifico integrale lei stesso l'ha già approvata in forma di certezza, e soprattutto quando proprio l'intera sua vasta delegazione scientifica è stata responsabile della dimostrazione che andava usata l'espressione di certezza? Perché vuole che il suo governo legga qualcosa di diverso nel documento che lo riassume rispetto al documento scientifico integrale?*". Per finire la descrizione dello scontro, bisogna dire che il documento ha rischiato di non essere approvato, perché a metà percorso gli Stati Uniti hanno preteso di cambiare l'unità di misura della produzione nazionale di anidride carbonica: volevano che nel rapporto per i governi fossero usate non le unità del rapporto integrale scientifico (tonnellate di CO₂ pro capite) da cui risultava che un cinese produce 20 volte meno CO₂ di uno statunitense, ma bensì tonnellate di CO₂ per unità di prodotto nazionale lordo in dollari USA, da cui sarebbe risultato che gli americani "fanno fruttare bene l'inquinamento". La battaglia con i delegati cinesi si è risolta mantenendo le unità del rapporto integrale, ma menzionando che "potrebbero essere usate anche altre unità riferite al prodotto economico". La Cina ha fatto registrare in nota il suo disaccordo.

Il lettore ha così compreso come il rapporto-riassunto "Synthesis for Policy Makers" sia

⁴⁹Bruciare carbone per produrre un'unità di energia produce circa il 33% in più di anidride carbonica rispetto a bruciare miscele di idrocarburi liquidi (nafta o benzina, kerosene, ecc.). Ciò è dovuto al fatto che il legame chimico C–C possiede meno energia del legame C–H.

⁵⁰Alla quale ho assistito personalmente, accreditato come scienziato osservatore.

stato combattuto fino all'ultimo, per fare arrivare ai governi il messaggio meno allarmante possibile. Tutto sommato il tentativo statunitense è fallito. Nella COP2 di luglio 1996 a Ginevra tutti i governi facevano ufficialmente proprio — sentiti i loro staff scientifici — il SAR dell'IPCC.

A dicembre 1997 a Kyoto, durante la COP3 gli Stati Uniti — per bocca della Nuova Zelanda a nome del JUSCANNZ — proposero di porre come condizione che anche i paesi in via di sviluppo accettassero riduzioni e limitazioni: la conferenza stava nuovamente per fallire. Vi fu una sollevazione di praticamente tutto il mondo (UE+G77&China). È rimasto famoso lo sferzante ed ironico intervento del delegato cinese: *“le vostre sono emissioni di lusso, mentre quelle dei paesi in via di sviluppo sono di sopravvivenza: una riduzione del 50%, per esempio, per voi americani equivale ad avere un'automobile ogni due cittadini adulti invece che una ciascuno, mentre per i cinesi significherebbe andare in autobus in 60 persone invece che in 30 ! Questo non è solo ridicolo, è impossibile.”*

Finalmente, la COP3 approva il Protocollo di Kyoto, primo trattato sul clima *con forza di legge*, che prevede entro il 2012 una riduzione delle emissioni di anidride carbonica dei paesi industrializzati del 5,2% rispetto al livello del 1990. Molto poco rispetto alla riduzione necessaria del 60–80% (del *totale* delle emissioni, non solo di quelle del Nord del mondo).⁵¹ Dal punto di vista quantitativo, il trattato è praticamente nullo per combattere l'effetto serra, ma è comunque il primo esempio e costituisce una riduzione del 24% in media rispetto al livello di emissioni di gas serra che si sarebbe raggiunto nel 2012 senza trattato. Inoltre, costituisce una sconfitta per quella parte (la maggioranza) del mondo industriale ed economico che ha combattuto per non far approvare nulla. Per esempio, era presente una delegazione di 100 tra senatori e rappresentanti del Congresso per convincere la delegazione governativa a mandare a monte il trattato. La posizione della delegazione americana era di inserire una *riduzione entro il 2010 dello 0% rispetto al 1990*, quella dell'UE era di ridurre del 15% entro il 2005, quella dell'AOSIS del 25% entro il 2005, e quella del Giappone di ridurre del 5% entro il 2010 (con un subdolo meccanismo di sconto per chi produceva più PIL, per cui la vera riduzione sarebbe stata, per USA e Giappone, inferiore al 2% secondo il protocollo proposto dal governo giapponese). L'industria pesante aveva organizzato un cartello con circa 130 aderenti che ha finanziato spot radio–televisivi per circa 50 milioni di dollari all'anno per spaventare l'elettore americano. La campagna pubblicitaria diceva che *“l'economia americana perderà colpi e competitività con il trattato contro l'effetto serra”*, che *“si perderanno milioni di posti di lavoro”*,⁵² che *“il cittadino americano perderà la sua tradizionale libertà”*, che *“la benzina rincarerà di 20 volte”*, eccetera.

Il Trattato di Kyoto da vittoria potrebbe anche tramutarsi in sconfitta per il mondo scientifico e l'Umanità, se rimarrà impantanato e inapplicato, e soprattutto se non sarà seguito da altre, sostanziali misure di riduzione... prima che sia troppo tardi. Il protocollo prevede la prima riduzione di emissioni dei paesi industrializzati per quote differenziate:

- –8% per l'Unione Europea (–6% l'Italia, +30% il Portogallo, +40% l'Irlanda, –25% la Germania, ecc.);

⁵¹Queste sono percentuali di riduzione calcolate e rapportate al 1990: oggi, essendo le emissioni più alte che allora, mentre la capacità di assorbimento dei *sinks* è rimasta sostanzialmente la stessa, le percentuali di riduzione necessarie sono ovviamente più alte. Più tardi si riduce, più bisogna ridurre !

⁵²...ma come si interessano ai posti di lavoro, a volte, gli industriali !

- -7% per gli USA, che hanno ottenuto “lo sconto”, nonostante il fatto che emettono molto di più dell’Europa;
- -5% per il Giappone;
- 0% per la Federazione Russa e l’Ucraina;
- +10% per l’Australia, che ha ottenuto questo *bonus* minacciando la non adesione, in barba all’articolo UNFCCC sull’equità.

I gas da ridurre, con coefficienti di equivalenza in base al *global warming potential* di ogni gas, sono: l’anidride carbonica (CO₂), il metano (CH₄), i clorofluorocarburi (CFC), il protossido di azoto (N₂O), l’esafluoruro di zolfo (SF₆), i perfluorocarburi (PFC), gli idrofluorocarburi (HFC).⁵³

L’Unione Europea si è battuta abbastanza seriamente per ottenere un trattato il più vicino possibile all’impegno preso a Ginevra. L’UE proponeva -15% per mediare tra la proposta AOSIS e quella USA. Purtroppo, il prezzo da pagare per ottenere la firma di Stati Uniti e Giappone non è stato soltanto di accordare un misero -7% agli USA, appena un -5% al Giappone e addirittura un +10% all’Australia: si è dovuta accettare una clausola — fortemente osteggiata dall’Europa e dal G77&China — che **permette il commercio dei diritti di inquinare**, il cosiddetto *emission trading*. In sostanza, gli USA e il Giappone, avendo ben presente il recente collasso economico della Russia e dell’Ucraina, con la possibilità dell’*emission trading* ottengono adesso di non ridurre nulla, anzi di poter crescere le loro emissioni **semplicemente acquistandone i diritti dai russi e dagli ucraini** ! Niente male, vero ? Chissà se il clima — e i processi radiativi di assorbimento nell’infrarosso — faranno distinzioni tra le molecole di CO₂ emesse dagli americani e dai giapponesi da quelle emesse dai russi... Ci vorrebbero dei processi fisici che avvengono o non avvengono a seconda delle convenienze del Libero Mercato...

In totale, essendo la riduzione complessiva pari a -5%, praticamente solo l’Unione Europea dovrà farsi carico della riduzione. Altro cedimento è stata la clausola che permette il calcolo *netto* delle emissioni, cioè *le emissioni industriali meno le quantità assorbite dai sinks forestali nazionali*, in modo che i paesi con molte foreste debbano ridurre di meno...

Nella COP4 a Buenos Aires (novembre 1998), si è tentato di completare il Trattato con i meccanismi di controllo e sanzione, senza riuscirvi. Il fallimento è stato causato dal tentativo della delegazione del governo americano di introdurre il commercio dei diritti di emissione anche con i paesi in via di sviluppo. Questi ultimi ovviamente hanno rifiutato per i seguenti motivi:

- gli Stati Uniti, il Giappone, il Canada e diversi altri importanti paesi non hanno ancora ratificato il trattato di Kyoto, e dunque i paesi in via di sviluppo vedono violato lo spirito della Convenzione (“*se non avete ridotto ancora nulla voi che emettete il 90% delle emissioni e che avete messo in atmosfera il 98% della CO₂, perché dovremmo vendere nostre quote che non ci sono state assegnate, accettando così il principio di limitarci prima ancora che voi abbiate neanche cominciato ?*”);

⁵³È proprio paradossale che gli HFC, che sono stati messi in produzione a seguito del Protocollo di Montreal — per salvare l’ozono stratosferico — che bandiva la produzione di CFC, si sono rivelati come potentissimi gas di serra (più dei CFC). Meccanismi del Mercato...

- non ci sono assegnazioni di emissioni per i paesi in via di sviluppo, quindi non si sa quanto potrebbero “vendere”.

Il 25 ottobre 1999 a Bonn la COP5 sarà l'occasione di una battaglia decisiva tra USA e G77&China, con l'Unione Europea sostanzialmente ostile a Stati Uniti e Giappone, e con un crescente protagonismo dell'African Group all'interno del G77&China. Dal 1996, un gruppo britannico di ambientalisti e ricercatori del Global Commons Institute porta avanti una proposta nuova e dirompente sulla crisi climatica, capace di coniugare la riduzione delle emissioni con il principio di equità. Questo è importante non solo perché così è stabilito nella UNFCCC, ma perché è la condizione necessaria affinché si arrivi ad un trattato in cui anche i paesi in via di sviluppo possano progredire, in maniera però da non danneggiare il sistema climatico. La proposta del Global Commons Institute — oggi già approvata dal Parlamento Europeo e già applicata alle riduzioni di emissioni interne all'Unione — si chiama **Contraction and Convergence**. Essa prevede che, ipotizzata una determinata traiettoria delle emissioni globali totali fissata dall'IPCC, nei primi 30 anni ogni paese abbia una quota di emissioni pro capite variabile nel tempo, che parte dal valore attuale fino a convergere ad un valore pro capite uguale per tutti appunto 30 anni dopo l'inizio del periodo di convergenza. Dopo quel momento, ogni paese continua ad avere lo stesso valore pro capite, ma riducendo le proprie emissioni nazionali proporzionalmente all'inviluppo totale. Questo darebbe un sia pur parziale compenso per quello che negli ambienti negoziali viene chiamato *il debito storico* (rimanendo però sempre in credito, da colmare con tecnologia). Questo debito è quello che abbiamo contratto noi, paesi industrializzati, con i paesi in via di sviluppo, per aver pompato in atmosfera grosse quantità di anidride carbonica nel corso del secolo.

Il G77&China ha già mostrato di gradire la proposta del Global Commons Institute, con l'esplicito assenso dell'African Group. L'Unione Europea la sta già applicando al proprio interno. Infatti, l'UE ha accettato una contrazione totale dell'8% rispetto al 1990 entro il 2012, ma all'interno di questa contrazione ha anche trovato lo spazio per la crescita del 30% del Portogallo e del 40% dell'Irlanda, mentre la Germania dovrà ridurre del 25%, la Gran Bretagna del 20%, l'Italia solo del 6%, ecc.

Ma possiamo ora a valutare gli elementi disponibili sulle altre crisi globali.

2.3 Crisi energetica

Già nel 1997, il problema del picco del tasso di estrazione del petrolio, in arrivo nella prossima decade, era uscito dalle ristrette cerchia dei geofisici e geologi, con un famoso articolo apparso su *Nature* (aprile 1997) con il titolo “Oil Back on the Global Agenda”, nel quale si spiegava che le riserve erano state sovrastimate dall'OPEC e dall'ex-URSS a scopi puramente di vendita e di prezzo del barile. Nel 1998 la Petroconsultants di Ginevra — un istituto che fornisce le consulenze geologiche e geofisiche petrolifere a tutte le multinazionali del petrolio — mostrava che nei passati 50–60 anni il tasso di scoperta di nuove riserve (espresse in miliardi di barili all'anno) era sceso costantemente, e da più di 40 anni era ormai diventato trascurabile rispetto al tasso di produzione e di consumo (figura 11). Dal 1997 ogni G7/G8 ha in agenda un rapporto dell'International Energy Agency sulla proiezione del tasso di estrazione di petrolio e gas naturale. Nel G8 di Mosca di marzo 1998, i grafici e dati complessivi che furono mostrati, ritoccando in basso le

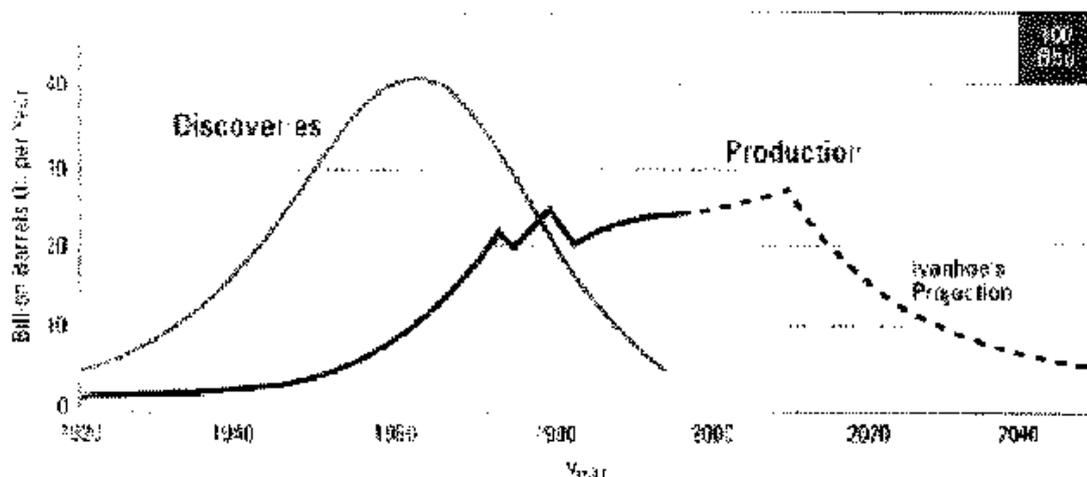


Figura 11. Tasso di scoperta dei giacimenti petroliferi a livello mondiale, e tasso complessivo di estrazione del petrolio. Entrambe le grandezze sono espresse in miliardi di barili all'anno. L'area sottesa ad entrambe le curve deve essere la stessa, il che esprime il concetto che tutto il petrolio consumato deve prima essere stato scoperto.

riserve pretese dall'OPEC di fattori 4–5, prevedevano il picco del tasso di estrazione nel periodo 2010–2015 circa a livello mondiale (cioè il picco della somma dei tassi di estrazione *massimi possibili* di ogni pozzo o regione petrolifera, includendo ovviamente anche tutto il Medio oriente, l'Iran e il Caucaso). A marzo 1998 la questione venne pubblicata persino sulla rivista divulgativa *Scientific American*, con riferimenti, oltre che al picco in arrivo e ai dati che lo avvalorano, anche alla previsione di King Hubbert, fatta 30 anni prima con sorprendente buona approssimazione. Sui *media* britannici e USA la questione fece rumore. Sui mezzi di informazione italiani, *nulla*. Nel maggio del 1998, l'allora capo esecutivo dell'Eni, il Dr. Bernabè, rilasciò un'intervista alla rivista di economia ed alta finanza *Forbes*, nella quale diceva che il picco (geologico, non temporaneo) della produzione di petrolio e gas naturale a livello mondiale sarebbe stato raggiunto nel 2005 \pm 5 anni, e prevedeva un potente shock economico causato dall'esplosione del prezzo del barile. Sui giornali italiani, come sempre, *niente*. Cosa avviene sul fronte negoziale circa la crisi energetica e le sue micidiali interazioni con la crisi climatica? *Nulla*. L'unica sede in cui, sommessamente, si discute sono i meetings del G8; ma su questo aspetto l'eco, di nuovo, è pari a *zero*.

Cosa ci si deve aspettare allora? Come ci spiega in parte Bernabè, ed in parte possiamo prevedere noi, alcuni elementi possono essere delineati:

- I militari diranno che la loro quota di carburante non si tocca, in quanto “strategica”;
- Le quote per alimentare il grande trasporto marittimo non si potranno toccare, in quanto non c'è proprio altro modo di trasportare i grandi carichi di fertilizzanti, acciaio, e cemento, e il petrolio stesso là dove l'oleodotto non può arrivare, se non via cargo;
- il trasporto aereo civile crollerà per motivi tariffari e di disponibilità di kerosene;

- la quota di petrolio disponibile per il trasporto su gomma crollerà di una frazione superiore allo *shortage* totale, a causa dei primi due punti;
- l'industria dell'auto e il suo indotto crollerà di conseguenza;
- i prezzi di ogni trasporto, e in particolare dei prodotti alimentari, saliranno cospicuamente.

A questo punto, senza altre variazioni, le emissioni di anidride carbonica diminuirebbero apprezzabilmente. Una "soluzione" per la crisi climatica? Purtroppo, no, e per due motivi:

1. Tranne per i trasporti aerei, in cui l'energia elettrica non è di aiuto, il sistema risponderà spostando l'uso di combustibile dal petrolio e gas naturale al carbone. Tenendo conto del *trend* attuale di consumo, quest'ultimo si esaurirà tra 40 anni circa. Se si tiene conto della prossima crisi del petrolio e della sua graduale sostituzione con il carbone nel produrre energia, il periodo di disponibilità del carbone potrebbe ridursi a 20–30 anni dopo l'inizio della crisi del petrolio. Ciò porterà il sistema a produrre circa 33–35% in più di CO₂ per unità di energia, rispetto al petrolio a causa della minor resa energetica del carbone. Si stima che questo fatto *compenserà approssimativamente la diminuzione delle emissioni causata dal minor uso di petrolio*. Il conto esatto dipenderà dall'entità della crisi economica indotta e dalla relativa contrazione dei consumi.
2. Il picco del tasso di produzione del petrolio, e perciò l'approssimativo inizio del calo potenziale delle emissioni avverrà tra 10–15 anni. In capo a questo periodo, la concentrazione di anidride carbonica — anche se il trattato di Kyoto venisse applicato scrupolosamente — aumenterà molto probabilmente oltre le 400 ppmv, e nel periodo trentennale successivo — dominato dal carbone — supererà anche le 700 ppmv. Ciò è sufficiente per avere una crisi climatica ben più forte di quella descritta dall'IPCC relativamente al raddoppio della concentrazione (560 ppmv).

Cosa ci si può aspettare, a livello di schieramenti e a livello militare? È complicato a dirsi, ma alcune strutture e tendenze si delineano all'orizzonte. Se, come è probabile e prevedibile, gli Stati Uniti dichiareranno il Medio Oriente "strategico" per il loro fabbisogno energetico, finirà con ogni probabilità la lunga "amicizia" con l'Europa: anche quest'ultima riterrà il petrolio Mediorientale essere "strategico". Visto che la Cina e la Federazione Russa hanno un trattato militare per la mutua difesa nel secolo venturo, e che a questo trattato si è agganciata anche l'India, è lecito chiedersi se queste potenze lasceranno che l'ultimo petrolio sia monopolizzato dagli Stati Uniti. È inoltre interessante chiedersi che fine faranno le "amicizie" degli USA con Cina e Russia.

E l'Islam? Come si collocheranno i tanti paesi a popolazione islamica? Nei negoziati sul clima i paesi Islamici sono schierati con la Cina... Per lo schieramento dei paesi islamici sulla contesa del petrolio, bisogna sapere un fatto *fondamentale* circa la prossima crisi energetica: *tra 5–6 anni il tasso di estrazione dei paesi OPEC supererà il tasso di estrazione dei paesi non-OPEC*. Questo dato può essere visto sul sito internet della Petroconsultants o su quello del King Hubbert Center, ed è al centro delle preoccupazioni

di ogni G8. Tutti sanno che l'OPEC è controllato dal mondo islamico: ciò sarà probabilmente il dato principale per la decisione dello schieramento concreto del mondo islamico nella prossima crisi del petrolio.

Un serbatoio quasi intatto, anche se perturbativo rispetto al giacimento Mediorientale, è quello intorno al Mar Caspio, e una linea prioritaria di alimentazione di petrolio per l'Europa è quella che passa per i Balcani. Questa circostanza, unita all'ancor più importante fattore costituito dalla strategia della *dominance* totale, è senza dubbio alla base del conflitto nei Balcani. Altro che guerra "umanitaria".

2.4 Le altre crisi

Non ci dilungheremo sulle altre crisi globali che minacciano il Pianeta (elencate nell'introduzione). Purtroppo i dati non sono confortanti e, come per la crisi energetica, per molte di esse la Comunità Internazionale non è ancora arrivata a una convenzione-quadro: pensiamo alla crisi idrica, alla crisi demografica, al calo delle riserve ittiche, e alla crisi agricola. Esistono invece già delle convenzioni relativamente alla deforestazione e alla desertificazione, ma non è ancora stato messo in piedi il processo negoziale e non è stato istituito l'organo decisionale. Va menzionato, infine, il recente insediamento della Conferenza delle Parti relativa alla convenzione sulla biodiversità. Va ricordato, naturalmente, che tutte le crisi globali di cui stiamo parlando non devono essere considerate separatamente, ed anzi sono fortemente interconnesse.

Qualche parola in più la merita senz'altro la crisi demografica: come previsto dal Club di Roma nel 1971, infatti, la popolazione è una delle variabili a crescita esponenziale che si renderanno responsabili del collasso del sistema mondiale. Secondo il World Watch Institute di Washington, se gli attuali abitanti del Pianeta dovessero vivere allo standard degli Stati Uniti, dovremmo avere altri tre pianeti come il nostro per poter fornire terre arabili, energia, cibo e materie prime a sufficienza: non di crescita abbiamo quindi bisogno, che è insostenibile già per i soli paesi industrializzati, ma di **redistribuzione**. . . ⁵⁴ Senza interventi, la popolazione continuerebbe a crescere fino a piccare intorno agli 8-10 miliardi di individui; al picco seguirà necessariamente un forte collasso. Il modello del MIT prevedeva un picco verso il 2020-2035, mentre i demografi delle Nazioni Unite lo prevedono per il 2040. Non ci sono convenzioni né negoziati sulla popolazione: forse questi potranno essere imposti dagli sviluppi futuri delle trattative sulla crisi climatica (se lo schema al quale si arriverà sarà quello di una quota *pro capite* di energia) per evitare che alcuni paesi possano tentare di ottenere quote maggiori facendo aumentare la popolazione.

3 Conclusioni

Lo scopo principale di questo scritto è quello di fornire al tempo stesso una visione più profonda delle motivazioni dei conflitti in atto e di quelli che si profilano all'orizzonte, e di dare una valutazione complessiva della più formidabile minaccia per l'Umanità: la miscela esplosiva delle grandi crisi ambientali globali e dei conflitti per garantirsi l'energia, il cibo e la dominanza per imporre tali "garanzie": in definitiva, per sopravvivere. Aggiungere conflitti potenzialmente grandi a crisi ambientali già di per sé distruttive è folle, *ma come*

⁵⁴ *Redistribuzione*. . . dove avrò mai già sentito questo concetto ?

fare per arrestarli ? Sono necessarie l'informazione e la partecipazione pubblica. Ma prima di questo, è necessario che nasca un movimento di scienziati impegnati che dedichi le proprie competenze e la propria autorevolezza scientifica all'obiettivo della corretta informazione e della pressione sui governi. Nel caso del clima, quest'attività è persino protetta per legge.

Posso ora concludere con l'esortazione a vedere, nel caso di conflitti regionali, più in là di quanto suggeriscano i soli eventi locali. La guerra dei Balcani è stata breve ma violenta e il precedente creatosi è pericoloso per tutti, in quanto stabilisce che **la decisione di cosa è legittimo nei conflitti non lo stabiliscono più le Nazioni Unite ma gli Stati Uniti d'America**. I motivi del conflitto possono essere letti nelle seguenti chiavi di lettura: (i) dimostrazione della dominanza occidentale (mostrata ora, ma da intendersi anche per il futuro, rivolta ai paesi slavi che non intendono "omologarsi", ma anche al mondo islamico mediorientale); (ii) controllo del petrolio del Caucaso, per il cui trasporto sono strategici i Balcani; (iii) affermazione che l'unico modello economico tollerabile in Europa è quello del liberismo nell'economia di mercato.

Il nemico-Satana pubblicamente indicato in Milosevic sta a simboleggiare ogni altro governo che nel prossimo futuro tenterà di opporsi: l'aggressione della NATO alla Jugoslavia è stata al tempo stesso un avvertimento alla Cina, alla Russia, e all'India, e una prova generale per i prossimi conflitti. La gravità delle crisi ambientali globali, soprattutto quella energetica e quella climatica, così intimamente connesse — e connesse alle altre —, deve far riflettere sugli scenari di conflitto che diventeranno via via più probabili e che potranno portare prima o poi al confronto con il blocco asiatico e con l'Islam. È probabile che l'Europa non abbia in realtà questo obiettivo, ma in tal caso il distacco dagli Stati Uniti deve avvenire *per tempo*.

È dovere di noi ricercatori rendere chiari al pubblico questi scenari, per smascherarli e combatterli. I governi avranno via via bisogno di fornire motivazioni sempre diverse per i conflitti, e mai conformi a quelle reali, davvero inconfessabili. Avendo dedicato in 25 anni una parte non trascurabile del mio tempo di lavoro allo studio scientifico dell'effetto serra e delle altre crisi ambientali, collaborando con le Nazioni Unite al processo scientifico sul *climate change*, mi rendo conto che è vitale che almeno i ricercatori abbiano il termometro esatto della situazione, che conoscano i fatti e possibilmente diano la loro partecipazione attiva ognuno secondo le proprie competenze. Come scienziato ho sentito il dovere di scrivere questo contributo a una lettura del conflitto nei Balcani diversa da quelle che si trovano in circolazione.

Concludo con l'appello ai colleghi per un'azione concreta: concertiamo azioni per rendere nota la Convenzione sul Clima (che è legge dello Stato), la problematica del *climate change* e i pericoli che ci aspettano, così come prevede d'altronde l'articolo 6 della stessa Convenzione (*public awareness*). Possiamo corredare quest'attività con conferenze stampa, proposte al governo sui temi negoziali aperti, e infine con seminari ed azioni di sensibilizzazione sull'attuazione della Convenzione nelle università e nelle scuole.

Appendice

Per il lettore fisico, diamo qui di seguito le espressioni per la potenza radiante assorbita per unità di superficie e per il contributo dell'effetto serra alla derivata della tempera-

tura media al livello del mare. Esse si ottengono mediando sulle frequenze infrarosse rilevanti l'equazione differenziale del trasporto radiativo, e manipolando opportunamente l'espressione ottenuta:

$$\frac{dU}{dt} = \int_{\Delta\nu_{IR}} d\nu \sum_i \sigma_i(\nu) \int_{V_{atm}} n_i I(\nu) dV, \quad (1)$$

dove la sommatoria è estesa a tutte le specie molecolari rilevanti, n_i è la densità numerica delle molecole considerate, $\sigma_i(\nu)$ è la sezione d'urto relativa alla specie molecolare i alla frequenza ν e $I(\nu)$ è la radianza riemessa dalla superficie terrestre nell'infrarosso. Quest'equazione descrive ovviamente la media spaziale su tutta la superficie del Pianeta. Tenendo conto della distribuzione statistica di energia interna in moti browniani e in moti turbolenti, e considerando che la parte traslazionale dell'energia interna è quella che maggiormente si distribuisce per collisioni, il corrispondente contributo alla derivata della temperatura media $\langle T \rangle$ è:

$$\frac{d\langle T \rangle}{dt} = \frac{2\mu m_H}{3k} \times \frac{\int_{\Delta\nu_{IR}} \sum_i \sigma_i(\nu) \int_{V_{atm}} n_i I(\nu) dV}{\int_{V_{atm}} \rho dV}, \quad (2)$$

dove ρ è la densità dell'atmosfera (più precisamente della parte in cui avviene l'assorbimento) k è la costante di Boltzman, m_H la massa dell'atomo di idrogeno, e μ è il peso molecolare medio dell'aria. Ci sono molti altri termini nell'equazione differenziale per la temperatura: la (2) fornisce quello riguardante l'effetto serra.

Esaminando la (2), il lettore può rendersi conto facilmente della veridicità dell'affermazione fatta, secondo cui le variazioni climatiche si verificano con un forte ritardo temporale rispetto alle emissioni di anidride carbonica. Derivando la (2) rispetto al tempo e trascurando la variazione di radianza rispetto a quella della concentrazione di gas serra, otteniamo che la variabile su cui l'uomo può agire (le emissioni, spegnendo o riducendo il regime delle macchine termiche — e cioè la derivata delle concentrazioni, $\frac{dn_i}{dt}$) è proporzionale alla derivata seconda della temperatura media, $\frac{d^2\langle T \rangle}{dt^2}$. Da qui discende lo sfasamento temporale.

