

# Globethics Repository

The logo for Globethics, featuring the word "Globethics" in white sans-serif font on a blue rectangular background.

Lo sviluppo umano rapporto 2007/2008 - Lo sviluppo umano rapporto 2007/2008 Lotta ai cambiamenti climatici: solidarietà umana in un mondo diviso [Capitolo 1 - La sfida del clima nel xxi secolo]

This page was generated automatically upon download from the Globethics Repository. More information on Globethics see <https://www.globethics.net>. Data and content policy of Globethics Repository see <https://repository.globethics.net/pages/policy>.

Item Type	Article
Authors	Watkins, Kevin
Publisher	UNDP
Rights	With permission of the license/copyright holder
Download date	2026-07-11 02:32:20
Link to Item	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12424/176076">http://hdl.handle.net/20.500.12424/176076</a>



1

**La sfida del clima  
nel XXI secolo**

**«Una generazione pianta un albero;  
la generazione successiva  
si gode l'ombra»**

**Proverbio cinese**



**«Ne sai già abbastanza. Io pure.  
Le conoscenze non ci mancano.  
Ciò che manca è il coraggio  
di comprendere quello che sappiamo  
e di trarne le conclusioni»**

**Sven Lindqvist**

La realtà suprema della nostra epoca è lo spettro dei mutamenti pericolosi del clima

L'isola di Pasqua, nell'oceano Pacifico, è uno dei luoghi più remoti della Terra. Le gigantesche statue di pietra situate nel cratere del vulcano Ranu Raraku sono tutto ciò che rimane di una civiltà complessa, scomparsa a causa dello sfruttamento eccessivo delle risorse ambientali. I conflitti tra clan rivali provocarono una rapida deforestazione, l'erosione del suolo e la distruzione delle popolazioni di uccelli, a danno dei sistemi alimentari e agricoli che sostenevano la vita umana<sup>1</sup>. I segnali d'allarme della distruzione imminente furono avvertiti troppo tardi per poter evitare il crollo.

La storia dell'isola di Pasqua illustra le conseguenze derivanti dall'incapacità di gestire le risorse ecologiche comuni. I cambiamenti climatici si presentano come una variante del XXI secolo, a livello planetario, della storia dell'isola. Esiste tuttavia una differenza importante. La popolazione dell'isola di Pasqua fu sopraffatta da una crisi che non era in grado di prevedere e sulla quale aveva scarso controllo. Oggigiorno, l'ignoranza non è una giustificazione. Abbiamo le prove, abbiamo le risorse per evitare la crisi e conosciamo le conseguenze dell'inazione.

Il presidente John F. Kennedy osservò una volta che «la realtà suprema della nostra epoca è che siamo indivisibili e ugualmente vulnerabili sul nostro pianeta»<sup>2</sup>. Lo disse nel 1963, subito dopo la crisi missilistica cubana, al culmine della Guerra fredda. Il mondo viveva con lo spettro dell'olocausto nucleare. Quattro decenni dopo, la realtà suprema della nostra epoca è lo spettro dei mutamenti pericolosi del clima.

Questo spettro ci pone di fronte alla minaccia di una duplice catastrofe. La prima è una minaccia immediata per lo sviluppo umano. I cambiamenti climatici colpiscono tutte le persone in tutti i paesi, ma le persone più povere del mondo sono in prima linea, in quanto sono direttamente esposte ai pericoli e hanno minori risorse per farvi fronte. La prima catastrofe non

fa parte di un futuro lontano: si manifesta già oggi, rallentando i progressi verso la realizzazione degli Obiettivi di sviluppo del millennio (OSM) ed esacerbando le disuguaglianze tra i paesi e al loro interno. Se trascurata, essa provocherà inversioni di tendenza dello sviluppo umano durante tutto il XXI secolo.

La seconda catastrofe si prospetta nel futuro. Come la minaccia del conflitto nucleare durante la Guerra fredda, i cambiamenti climatici generano rischi non solo per i poveri del mondo, ma per l'intero pianeta e per le generazioni future. La direzione che abbiamo imboccato è una via a senso unico verso la catastrofe ecologica. Vi sono incertezze legate alla velocità del riscaldamento, ai tempi e alle forme precise delle ripercussioni. Tuttavia, i rischi associati alla rapida disintegrazione delle grandi calotte di ghiaccio presenti sulla Terra, il surriscaldamento degli oceani, il crollo dei sistemi delle foreste pluviali e altre possibili conseguenze sono reali. Hanno le potenzialità per mettere in moto processi tali da ridisegnare la geografia fisica e umana del nostro pianeta.

La nostra generazione ha i mezzi – oltre alla responsabilità – per evitare tale esito. A correre più rischi nell'immediato sono, in larghissima parte i paesi più poveri del mondo e i loro cittadini più vulnerabili, ma non esistono isole felici,

La capacità della Terra di assorbire anidride carbonica e altri gas a effetto serra sta per venire meno

esenti da rischi, nel lungo periodo. I paesi ricchi e le persone che ora non sono in prima linea saranno infine colpiti dalla catastrofe in atto. Per questo motivo, una mitigazione preventiva dei cambiamenti climatici è un'assicurazione essenziale contro la catastrofe futura per l'umanità nel suo insieme, comprese le generazioni future nel mondo industrializzato.

Il nocciolo del problema dei cambiamenti climatici è che la capacità della Terra di assorbire anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) e altri gas a effetto serra sta per venire meno. L'umanità vive al di sopra dei propri mezzi ambientali e accumula debiti ecologici che le generazioni future non saranno in grado di pagare.

I cambiamenti climatici ci stimolano a pensare in modo profondamente diverso all'interdipendenza umana. A prescindere da ciò che ci divide, è certo che l'umanità condivide un unico pianeta, così come gli abitanti dell'isola di Pasqua condividevano un'unica isola. I legami che uniscono la comunità umana sulla Terra si estendono attraverso i paesi e le generazioni. Nessuna nazione, grande o piccola che sia, può rimanere indifferente al destino delle altre, né può ignorare le conseguenze delle azioni di oggi per le persone che vivranno in futuro.

Le generazioni future interpreteranno la nostra risposta ai cambiamenti climatici come misura dei nostri valori etici. Tale risposta fornirà una testimonianza del modo in cui i leader politici agiscono oggi per adempiere i loro impegni tesi a combattere la povertà e costruire un mondo più inclusivo. Lasciare sempre più ai margini larghe fasce dell'umanità significherebbe ignorare la giustizia sociale e l'uguaglianza tra i diversi paesi. I cambiamenti climatici sollevano anche questioni difficili riguardo al modo in cui concepire i nostri legami con le persone nel futuro. Le nostre azioni saranno il barometro del nostro impegno a favore della giustizia sociale e dell'equità intergenerazionale, nonché il criterio in base al quale le generazioni future giudicheranno il nostro operato.

Vi sono segnali incoraggianti. Cinque anni fa, lo scetticismo sui cambiamenti climatici era un'industria fiorente. Generosamente

finanziati dalle grandi imprese, ampiamente citati dai media e premurosamente ascoltati da alcuni governi, gli scettici esercitavano un'indebita influenza sull'informazione pubblica. Oggi, ogni climatologo credibile è convinto che i cambiamenti climatici siano un fenomeno reale, grave e legato alle emissioni di CO<sub>2</sub>. I governi in tutto il mondo condividono questo parere. Il consenso scientifico non significa che le discussioni sulle cause e sulle conseguenze del riscaldamento globale siano terminate: la scienza dei cambiamenti climatici si occupa di probabilità, non di certezze, ma adesso, almeno, il dibattito politico è fondato sull'evidenza scientifica.

Il problema è che esiste un enorme divario tra evidenza scientifica e azione politica. Finora, la maggioranza dei governi ha fallito la prova della mitigazione dei cambiamenti climatici. In gran parte, hanno risposto al quarto rapporto di valutazione del Gruppo intergovernativo di esperti sui cambiamenti climatici (IPCC), di recente pubblicazione, riconoscendo che l'evidenza dei cambiamenti climatici è «inequivocabile» e che è necessario un intervento urgente. Le riunioni successive del gruppo degli otto maggiori paesi industrializzati (G8) hanno confermato la necessità di adottare provvedimenti concreti, riconoscendo che la nave è in rotta di collisione con un ostacolo che assomiglia paurosamente a un iceberg. Purtroppo, non hanno ancora intrapreso manovre evasive risolutive, al fine di tracciare una nuova rotta per le emissioni di gas serra.

Vi è la sensazione palpabile che il tempo si stia esaurendo. I cambiamenti climatici rappresentano una sfida da affrontare durante tutto il XXI secolo. Non esistono rimedi tecnologici rapidi, ma il lungo orizzonte temporale non dev'essere una giustificazione per tergiversare e mostrarsi indecisi. Nell'elaborare una soluzione, i governi devono affrontare problemi di depositi e di flussi nel bilancio globale del carbonio. I depositi di gas serra crescono, trainati dall'aumento delle emissioni. Tuttavia, anche se ponessimo fine a tutte le emissioni domani, i depositi diminuirebbero solo molto lentamente. Il motivo: una volta emessa, la CO<sub>2</sub> rimane nell'atmosfera a lungo e la risposta dei

sistemi climatici è lenta. Questa inerzia insita nel sistema fa sì che vi sia un lungo intervallo di tempo tra la riduzione delle emissioni di oggi e l'effettivo impatto sul clima di domani.

La finestra di tempo utile per una mitigazione efficace si sta chiudendo. Esiste un limite alla quantità di CO<sub>2</sub> che i pozzi presenti sulla Terra sono in grado di assorbire senza provocare pericolosi effetti di alterazione del clima, e ci stiamo avvicinando a tale limite. Abbiamo meno di dieci anni per assicurare che la finestra di tempo utile rimanga aperta. Ciò non significa che abbiamo un decennio a disposizione per decidere se intervenire ed elaborare un piano, ma un decennio entro cui cominciare la transizione verso sistemi energetici a basse

emissioni. In un settore caratterizzato da alti livelli di incertezza, una certezza c'è: se il prossimo decennio sarà uguale a quello passato, il mondo farà inesorabilmente rotta verso l'evitabile scenario della «duplice catastrofe»: inversioni di tendenza dello sviluppo umano a breve termine e rischio di catastrofe ecologica per le generazioni future.

Come la catastrofe che colpì l'isola di Pasqua, un simile esito si può prevenire. La scadenza dell'attuale periodo di adempimento del Protocollo di Kyoto, nel 2012, offre un'occasione per sviluppare una strategia multilaterale, che potrebbe ridefinire il modo in cui gestiamo l'interdipendenza ecologica globale. Nei negoziati tra i governi del mondo relativi

Contributo speciale

**Cambiamenti climatici: insieme possiamo vincere la battaglia**

Il *Rapporto sullo sviluppo umano 2007-2008* esce in un momento in cui i cambiamenti climatici – da tempo presenti nell'agenda internazionale – cominciano a ricevere, come meritano, la massima attenzione. Le recenti conclusioni dell'ipcc hanno suonato il campanello di allarme; gli esperti hanno affermato in modo inequivocabile che il nostro sistema climatico si sta riscaldando e hanno collegato tale riscaldamento direttamente all'attività umana.

Gli effetti di queste alterazioni sono già gravi, e sono in aumento. Il Rapporto di quest'anno offre un formidabile promemoria su tutto ciò che è a rischio: i cambiamenti climatici minacciano di provocare una «duplice catastrofe», con iniziali regressi nello sviluppo umano per i poveri del mondo seguiti da pericoli a più lungo termine per l'intera umanità.

Si cominciano già a vedere i primi segni di queste catastrofi. Con l'innalzamento del livello dei mari e l'intensificazione delle tempeste tropicali, milioni di persone sono a rischio di migrazione. Gli abitanti delle zone aride, tra i più vulnerabili sul nostro pianeta, devono far fronte a siccità più frequenti e prolungate e il ritiro dei ghiacciai mette a rischio le riserve idriche.

Questi primi frutti del riscaldamento globale esercitano un impatto sproporzionato sui poveri del mondo e ostacolano anche gli sforzi volti a conseguire gli osm. Tuttavia, a lungo andare, nessuno – ricco o povero che sia – può rimanere immune dai pericoli che i cambiamenti climatici comportano.

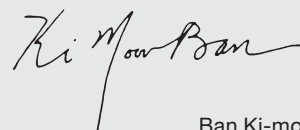
Sono convinto che il modo in cui affronteremo questa sfida definirà l'era in cui viviamo tanto quanto definirà noi stessi. Sono altresì convinto che le Nazioni Unite siano l'organismo più idoneo ad affrontare il tipo di sfida globale rappresentata dai cambiamenti

climatici. Per questo motivo, ho incluso la cooperazione con gli stati membri tra le mie priorità personali, al fine di garantire che le Nazioni Unite svolgano appieno il loro ruolo.

Per affrontare i cambiamenti climatici è necessario agire su due fronti. In primo luogo, il mondo deve intensificare con urgenza l'azione volta a ridurre le emissioni di gas serra. I paesi industrializzati devono realizzare le riduzioni più incisive. È necessario un maggiore impegno da parte dei paesi in via di sviluppo, ai quali si devono offrire incentivi affinché limitino le loro emissioni, salvaguardando al tempo stesso la crescita economica e gli sforzi di eradicazione della povertà.

La seconda necessità globale è l'adattamento. Molti paesi, soprattutto le nazioni più vulnerabili in via di sviluppo, hanno bisogno di assistenza per migliorare la loro capacità di adattamento. È altresì necessario un forte impulso per favorire l'introduzione di nuove tecnologie atte a contrastare i cambiamenti climatici, rendere economicamente sostenibili le tecnologie rinnovabili esistenti e promuovere una rapida diffusione della tecnologia.

I cambiamenti climatici minacciano l'intera famiglia umana, ma offrono anche un'opportunità per unirsi e adottare una risposta collettiva a un problema globale. Mi auguro che raccoglieremo tutti insieme questa sfida e lasceremo un mondo migliore alle generazioni future.



Ban Ki-moon

Segretario generale delle Nazioni Unite

I cambiamenti climatici saranno uno degli elementi determinanti per definire le prospettive dello sviluppo umano nel XXI secolo

a tale accordo, la priorità è definire un bilancio del carbonio sostenibile per il XXI secolo e mettere a punto una strategia di esecuzione del bilancio che tenga conto delle responsabilità «comuni ma differenziate» dei diversi paesi.

Perché tale strategia abbia successo, i paesi più ricchi del mondo devono dare prova di leadership: sono questi paesi che lasciano l'impronta ecologica più profonda e sono questi paesi che hanno le capacità tecnologiche e finanziarie per ottenere riduzioni incisive e precoci delle emissioni. Tuttavia, un quadro multilaterale efficace richiederà la partecipazione attiva di tutti i principali responsabili delle emissioni, compresi quelli che fanno parte dei paesi in via di sviluppo.

Definire un quadro per l'azione collettiva, che garantisca l'equilibrio tra urgenza ed equità, è il punto di partenza per evitare mutamenti pericolosi del clima.

Il presente capitolo illustra la portata della sfida che ci attende. Nella sezione 1.1, esamineremo le interazioni tra cambiamenti climatici e sviluppo umano. Nella sezione 1.2, saranno esposti i dati forniti dalla scienza del clima e gli scenari relativi alle variazioni della temperatura. Nella sezione 1.3, illustreremo la ripartizione dell'impronta ecologica mondiale. Nella sezione 1.4, confronteremo quindi le tendenze delle emissioni attuali con un percorso sostenibile per le emissioni nel XXI secolo, traendo spunto dal lavoro di modellazione del clima, ed esamineremo il costo della transizione verso un futuro più sostenibile. Nella sezione 1.5, confronteremo il nostro percorso sostenibile con l'alternativa dello status quo. Il capitolo si concluderà con un'esposizione dei motivi etici ed economici a favore di un'azione urgente di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici.

## 1.1 Cambiamenti climatici e sviluppo umano

Lo sviluppo umano riguarda le persone. Consiste nell'ampliare le scelte reali degli individui e le libertà effettive – le capacità – che permettono loro di condurre una vita cui diano valore. Scelta e libertà nello sviluppo umano non significano solo assenza di costrizioni<sup>3</sup>. Le persone che vivono afflitte dalla povertà, dalle malattie o dall'analfabetismo non sono assolutamente libere di condurre una vita cui diano valore, né lo sono le persone che si vedono negare i diritti civili e politici necessari per influenzare le decisioni che incidono sulla loro vita.

I cambiamenti climatici saranno uno degli elementi determinanti per definire le prospettive dello sviluppo umano nel XXI secolo. Attraverso l'impatto sull'ecologia, sulle precipitazioni, sulla temperatura e sui sistemi climatici, il riscaldamento globale colpirà direttamente tutti i paesi. Nessuno sarà risparmiato dalle sue conseguenze. Tuttavia, alcuni paesi e alcune popolazioni sono più vulnerabili di altre. A lungo andare, l'intera umanità sarà a rischio, ma, nell'immediato, sono le persone più povere

del mondo a essere più vulnerabili e a correre i rischi maggiori.

I cambiamenti climatici andranno a colpire un mondo già caratterizzato da enormi carenze di sviluppo umano. Esistono molte incertezze in merito ai tempi, alla natura e all'entità degli effetti futuri, ma è lecito attendersi che le forze scatenate dal riscaldamento globale ingigantiranno gli svantaggi esistenti. La collocazione geografica e le strutture di sostentamento emergeranno come importanti indicatori di svantaggio. Concentrati in aree ecologiche fragili, zone aride e soggette a siccità, zone costiere a rischio di inondazione e baraccopoli urbane precarie, i poveri sono estremamente esposti ai rischi legati ai cambiamenti climatici, e non hanno le risorse per gestirli.

### Il contesto

La correlazione tra i cambiamenti climatici e le conseguenze per lo sviluppo umano sarà determinata dalle differenze tra gli effetti climatici

localizzati e tra le capacità sociali ed economiche di farvi fronte, e dalle scelte di politica pubblica, oltre che da altri fattori. Il punto di partenza per qualsiasi riflessione sul modo in cui gli scenari relativi ai cambiamenti climatici potrebbero evolversi è il contesto dello sviluppo umano.

In tale contesto, emergono alcune notizie positive, che sono spesso trascurate. Dal primo *Rapporto sullo sviluppo umano*, pubblicato nel 1990, si sono compiuti progressi spettacolari – pur se spettacolarmente disomogenei – nello sviluppo umano. La quota della popolazione che vive nei paesi in via di sviluppo con meno di 1 dollaro al giorno è scesa dal 29 per cento nel 1990 al 18 per cento nel 2004. Nello stesso periodo, i tassi di mortalità infantile sono diminuiti da 106 a 83 decessi su mille nati vivi e l'aspettativa di vita è aumentata di 3 anni. I progressi nell'istruzione si sono intensificati. Nel complesso, il tasso di completamento dell'istruzione primaria è salito dall'83 all'88 per cento tra il 1999 e il 2005<sup>4</sup>.

La crescita economica, condizione indispensabile per compiere progressi duraturi nella riduzione della povertà, ha registrato un'accelerazione in un vasto gruppo di paesi. Sulla base di questa crescita robusta, il numero di persone che vivono in condizioni di povertà estrema è sceso di 135 milioni tra il 1999 e il 2004. Questi progressi sono in gran parte trainati dall'Asia orientale in generale e dalla Cina in particolare. Più di recente, l'emergere dell'India quale economia a crescita elevata, con un aumento medio dei redditi pro capite del 4-5 per cento dalla metà degli anni Novanta, ha creato enormi opportunità per un'accelerazione dello sviluppo umano. L'Africa subsahariana rimane indietro su molti aspetti dello sviluppo umano, ma anche in questa regione si colgono segni di progresso. La crescita economica è in ripresa dal 2000 e la percentuale di persone che vivono in condizioni di povertà estrema ha finalmente cominciato a ridursi, anche se il numero assoluto di poveri non è diminuito<sup>5</sup>.

La brutta notizia è che le forze generate dai cambiamenti climatici si sovrapporranno a un mondo caratterizzato da lacune diffuse e profonde nello sviluppo umano e da disparità che separano chi ha da chi non ha. Se la globaliz-

zazione ha creato opportunità senza precedenti per alcuni, altri sono rimasti indietro. In alcuni paesi – l'India, per esempio – la crescita economica accelerata ha prodotto progressi modesti in termini di riduzione della povertà e di alimentazione. In altri – tra cui gran parte dell'Africa subsahariana – la crescita economica è troppo lenta e disomogenea per poter sostenere rapidi progressi nella riduzione della povertà. Nonostante la crescita elevata in gran parte dell'Asia, secondo le tendenze attuali, la maggioranza dei paesi è in ritardo sulla tabella di marcia per quanto riguarda il conseguimento dei traguardi degli OSM relativi alla riduzione della povertà estrema e delle privazioni in altri ambiti entro il 2015.

Lo stato dello sviluppo umano è esaminato in modo più approfondito in un'altra parte del Rapporto. Ciò che conta nel contesto dei cambiamenti climatici è che i rischi emergenti interesseranno in misura sproporzionata paesi già caratterizzati da livelli elevati di povertà e vulnerabilità:

- *Povertà di reddito.* Circa un miliardo di persone vivono ancora ai margini della sopravvivenza con meno di un dollaro al giorno e 2,6 miliardi – il 40 per cento della popolazione mondiale – vivono con meno di due dollari al giorno. Al di fuori dell'Asia orientale, nella maggioranza delle regioni in via di sviluppo, il ritmo a cui si riduce la povertà è lento, troppo lento per conseguire il traguardo dell'OSM di dimezzare la povertà estrema entro il 2015. In assenza di un'accelerazione della riduzione della povertà dal 2008 in avanti, è verosimile che il traguardo sarà mancato per circa 380 milioni di persone<sup>6</sup>.
- *Alimentazione.* Si stima che circa il 28 per cento dei bambini nei paesi in via di sviluppo sia sottopeso o affetto da nanismo nutrizionale. Le due regioni che rappresentano il grosso del deficit sono l'Asia meridionale e l'Africa subsahariana, ed entrambe sono lontane dal conseguire il traguardo dell'OSM di dimezzare la malnutrizione entro il 2015. Se la crescita economica elevata dell'India è senza dubbio una buona notizia, quella cattiva è che tale crescita non si traduce in

Se la globalizzazione ha creato opportunità senza precedenti per alcuni, altri sono rimasti indietro

La distribuzione del reddito influenza il ritmo al quale la crescita economica si traduce in riduzione della povertà

progressi accelerati verso la riduzione della denutrizione. La metà dei bambini nelle aree rurali è sottopeso rispetto all'età, più o meno la stessa percentuale rilevata nel 1992<sup>7</sup>.

- *Mortalità infantile.* I progressi relativi alla mortalità infantile sono più lenti rispetto a quelli in altri ambiti. Circa 10 milioni di bambini muoiono ogni anno prima di compiere 5 anni, in gran parte a causa di povertà e malnutrizione. Solo circa 32 paesi, dei 147 monitorati dalla Banca mondiale, sono in linea con la tabella di marcia per conseguire l'OSM relativo alla riduzione della mortalità infantile di due terzi entro il 2015<sup>8</sup>. L'Asia meridionale e l'Africa subsahariana sono in assoluto ritardo. Sulla base delle tendenze attuali, il traguardo dell'OSM sarà mancato con un margine che si tradurrà in 4,4 milioni di decessi supplementari nel 2015<sup>9</sup>.
- *Salute.* Le malattie infettive continuano ad affliggere i poveri in tutto il mondo. Secondo le stime, 40 milioni di persone sono affette da HIV/AIDS, con tre milioni di decessi nel 2004. Ogni anno si registrano 350-500 milioni di casi di malaria, con 1,2 milioni di morti: il 90 per cento dei decessi per malaria si ascrive all'Africa e i bambini africani rappresentano l'80 per cento delle vittime della malaria a livello mondiale<sup>10</sup>.

Queste carenze nello sviluppo umano richiamano l'attenzione sulle profonde disuguaglianze presenti nel mondo. Il 40 per cento della popolazione mondiale che vive con meno di due dollari al giorno rappresenta il 5 per cento del reddito globale. Il 20 per cento più ricco rappresenta tre quarti del reddito mondiale. Nel caso dell'Africa subsahariana, un'intera regione è rimasta indietro: nel 1990 rappresentava un quinto della povertà mondiale, nel 2015 ne rappresenterà quasi un terzo.

La disparità di reddito è in aumento anche all'interno dei paesi. La distribuzione del reddito influenza il ritmo al quale la crescita economica si traduce in riduzione della povertà. Oltre l'80 per cento della popolazione mondiale vive in paesi in cui i differenziali di reddito si ampliano. Una conseguenza è la necessità di una crescita maggiore per conseguire un

risultato equivalente in termini di riduzione della povertà. Secondo un'analisi, il tasso di crescita dei paesi in via di sviluppo deve essere pari a più di tre volte quello precedente al 1990 per avere la stessa incidenza sulla riduzione della povertà<sup>11</sup>.

La sperequazione nella distribuzione del reddito si interseca con disparità più ampie. Nei paesi in via di sviluppo, tra il quinto più ricco della popolazione, la mortalità infantile diminuisce a un ritmo doppio rispetto al quinto più povero, il che riflette le profonde disuguaglianze nell'alimentazione e nell'accesso alle cure sanitarie<sup>12</sup>. In un mondo sempre più urbanizzato, le disparità tra popolazione rurale e urbana rimangono considerevoli. I tre quarti delle persone che vivono con meno di un dollaro al giorno e una quota analoga della popolazione mondiale che soffre di malnutrizione abitano in aree rurali<sup>13</sup>. Tuttavia, l'urbanizzazione non è sinonimo di progresso umano. L'espansione delle baraccopoli urbane supera con ampio margine l'espansione urbana.

Lo stato dell'ambiente nel mondo rappresenta un legame fondamentale tra cambiamenti climatici e sviluppo umano. Nel 2005, con il rapporto *Millennium Ecosystem Assessment*, le Nazioni Unite hanno richiamato l'attenzione sul deterioramento globale di ecosistemi vitali, tra cui le paludi di mangrovie, le zone umide e le foreste. Questi ecosistemi sono estremamente vulnerabili ai cambiamenti climatici, così come le persone che dipendono dai loro servizi.

In un momento in cui le preoccupazioni per i cambiamenti climatici si moltiplicano in tutto il mondo, è importante esaminare scenari futuri complessi nel contesto delle condizioni iniziali di sviluppo umano. I cambiamenti climatici sono un fenomeno globale, ma gli effetti sullo sviluppo umano non si possono desumere automaticamente da scenari globali, o da variazioni previste delle temperature medie globali. La capacità di resistenza e recupero delle persone (e dei paesi) e la loro capacità di gestire i rischi aggiuntivi associati ai cambiamenti climatici varia. Varia la loro capacità di adattamento.

Le disuguaglianze nella capacità di far fronte a questi rischi alimenteranno disuguaglianze ancora più ampie nel campo delle opportunità.

Poiché si intensificano con il tempo, i rischi addizionali creati dai cambiamenti climatici andranno a interagire con le strutture di svantaggio già esistenti. Le prospettive di sviluppo umano duraturo negli anni e decenni successivi alla scadenza del 2015 per gli OSM sono direttamente minacciate.

### **Mutamenti pericolosi del clima: cinque «punti di svolta» per lo sviluppo umano**

La temperatura media globale è diventata una misura comune per lo stato del clima globale<sup>14</sup>, e fornisce indicazioni importanti. Sappiamo che il mondo si sta riscaldando e che la temperatura media globale è aumentata di circa 0,7°C dall'avvento dell'era industriale. Sappiamo anche che la tendenza è in fase di accelerazione: la temperatura media globale aumenta di 0,2°C a decennio. L'aumento globale della temperatura provoca alterazioni nei regimi delle precipitazioni locali, mutamenti nelle aree ecologiche, surriscaldamento dei mari e scioglimento delle calotte di ghiaccio. Un adattamento forzato ai cambiamenti climatici si sta già verificando in tutto il mondo. Nel Corno d'Africa, l'adattamento significa che le donne devono percorrere una distanza ancora maggiore per procurarsi l'acqua nella stagione secca. In Bangladesh e in Vietnam, significa che i piccoli agricoltori devono sostenere perdite causate da tempeste, inondazioni e mareggiate più violente.

Sono ormai trascorsi 15 anni da quando la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC) fissò gli obiettivi generali per l'azione multilaterale. Tali obiettivi prevedono la stabilizzazione delle concentrazioni di gas a effetto serra nell'atmosfera a «un livello tale che escluda qualsiasi pericolosa interferenza delle attività umane sul sistema climatico». Le indicazioni relative alla prevenzione di eventi pericolosi comprendono la stabilizzazione entro un periodo di tempo sufficiente per permettere agli ecosistemi di adattarsi naturalmente e garantire che la produzione alimentare non sia minacciata e lo sviluppo economico possa continuare a un ritmo sostenibile.

### **Definizione di «pericoloso»**

Qual è il punto in cui i cambiamenti climatici diventano pericolosi? Il quesito ne solleva un altro: pericolosi per chi<sup>15</sup>? Ciò che è pericoloso per un piccolo agricoltore che vive in Malawi potrebbe non sembrare così pericoloso per una grande azienda agricola meccanizzata nel Midwest degli Stati Uniti. Scenari di cambiamenti climatici relativi all'innalzamento del livello dei mari, che possono essere esaminati con serenità al riparo dei sistemi di difesa dalle inondazioni di Londra o di Lower Manhattan, potrebbero essere ragionevolmente considerati allarmanti in Bangladesh, o nel delta del Mekong in Vietnam.

Simili considerazioni dissuadono dall'operare distinzioni troppo rigide tra cambiamenti climatici «sicuri» e «pericolosi». I mutamenti pericolosi del clima non si possono inferire solo da una serie di osservazioni scientifiche. La soglia di pericolosità dipende da giudizi di valore su quale sia un costo inaccettabile in termini sociali, economici ed ecologici a un dato livello di riscaldamento. Per milioni di persone e per numerosi ecosistemi, il mondo ha già superato la soglia di pericolosità. La definizione di un limite massimo accettabile per i futuri aumenti della temperatura globale solleva questioni fondamentali di potere e responsabilità. Fino a che punto le persone esposte ai rischi maggiori sono in grado di esprimere le loro preoccupazioni, e quanto peso è dato alla loro voce? Questi sono fattori della massima importanza.

Eppure, nonostante tutti questi ammonimenti, qualsiasi sforzo di mitigazione dei cambiamenti climatici, per avere successo, deve partire dalla definizione di un obiettivo. Il nostro punto di partenza è il crescente consenso tra i climatologi sul livello di soglia per i mutamenti pericolosi del clima, individuato in 2°C come limite massimo ragionevole<sup>16</sup>.

Oltre questo punto, i rischi futuri di cambiamenti climatici catastrofici aumentano drasticamente. Lo scioglimento accelerato delle calotte di ghiaccio in Groenlandia e nell'Antartide occidentale potrebbe mettere in moto processi irreversibili e sfociare in un innalzamento del livello dei mari di diversi metri, esito che determinerebbe un reinsediamento

L'aumento globale della temperatura provoca alterazioni nei regimi delle precipitazioni locali, mutamenti nelle aree ecologiche, surriscaldamento dei mari e scioglimento delle calotte di ghiaccio

In che modo lo sviluppo umano si lega alle nostre preoccupazioni per l'ambiente in generale e ai cambiamenti climatici in particolare? Nelle discussioni politiche, le abitudini consolidate ci inducono a considerare le esigenze di sviluppo e la conservazione dell'ambiente in termini più o meno antagonisti. L'attenzione spesso si concentra sul fatto che molte dinamiche che aggravano la situazione dell'ambiente nel mondo, tra cui il riscaldamento globale e altri indizi allarmanti di cambiamenti climatici, sono legate all'intensificazione dell'attività economica, come la crescita industriale, l'aumento dei consumi energetici e dell'irrigazione intensiva, l'abbattimento di alberi a fini commerciali e altre attività tendenzialmente collegate all'espansione economica. A livello superficiale, il processo di sviluppo può apparire responsabile dei danni ambientali.

D'altro canto, gli ambientalisti sono spesso accusati dagli entusiasti dello sviluppo di essere «antisviluppo», in quanto il loro attivismo sovente assume la forma di una certa opposizione nei confronti di processi che possono aumentare i redditi e ridurre la povertà, a causa del loro presunto impatto negativo sull'ambiente. Le linee dello scontro possono essere più o meno nette, ma è difficile sfuggire al senso di tensione presente, a vari livelli, tra i promotori della riduzione della povertà e dello sviluppo, da un lato, e i sostenitori dell'ecologia e della conservazione dell'ambiente, dall'altro.

L'approccio basato sullo sviluppo umano offre qualche argomento che ci permetta di comprendere se questo conflitto apparente tra sviluppo e sostenibilità ambientale sia reale o immaginario? La logica dello sviluppo umano può offrire un contributo enorme, adottando la prospettiva centrale che considera lo sviluppo come espansione della libertà umana effettiva, che di fatto è il punto di partenza di tale logica. In questa prospettiva più generale, la valutazione dello sviluppo non può prescindere dal prendere in considerazione la vita che le persone possono condurre e le libertà reali di cui possono godere. Lo sviluppo non può essere esaminato soltanto in termini di miglioramento di oggetti utili inanimati, come un incremento del reddito nazionale lordo (o dei redditi personali). Questo è l'elemento fondamentale che la logica dello sviluppo umano ha introdotto nella letteratura sullo sviluppo sin dai suoi esordi, e questa intuizione riveste importanza critica oggi per fare chiarezza riguardo alla sostenibilità ambientale.

Una volta che si riconosce la necessità di considerare il mondo nella prospettiva più ampia delle libertà effettive degli esseri umani, diventa immediatamente chiaro che lo sviluppo non si può separare dalle preoccupazioni ecologiche e ambientali. Infatti, componenti importanti delle libertà umane – e ingredienti fondamentali della qualità della vita – dipendono totalmente dall'integrità dell'ambiente, tra cui l'aria che respiriamo, l'acqua che beviamo, il contesto epidemiologico in cui viviamo, eccetera. Lo sviluppo deve comprendere l'ambiente, e la convinzione che lo sviluppo e l'ambiente debbano essere in contraddizione tra loro non è compatibile con i principi fondamentali della logica dello sviluppo umano.

L'ambiente talvolta è erroneamente considerato come lo stato della «natura», rispecchiato da misure quali l'estensione della superficie forestale, la profondità della falda freatica, eccetera. Questa interpretazione, tuttavia, è assai deficitaria per due importanti motivi.

In primo luogo, il valore dell'ambiente non può essere inteso solo in termini di ciò che esiste: si devono prendere in considerazione anche le opportunità che di fatto offre. L'impatto dell'ambiente sulla vita umana deve figurare, tra l'altro, tra le considerazioni rilevanti per la valutazione della ricchezza dell'ambiente. Infatti, il lungimirante rapporto della Commissione mondiale per l'ambiente e lo sviluppo, presieduta da Gro Brundtland, *Il futuro di noi tutti* (1987), chiarì questo concetto, concentrandosi sul sostegno volto a soddisfare i «bisogni» umani. In realtà, possiamo andare oltre l'accento posto dal rapporto Brundtland sui bisogni umani e introdurre la sfera più ampia delle libertà umane, in quanto la logica dello sviluppo umano impone di considerare le persone non solo come «bisognose», ma anche come individui che devono vedersi garantita (e se possibile estesa) la libertà di fare ciò che hanno motivo di fare.

Ogni persona ha ovviamente motivo di soddisfare i propri bisogni, e le applicazioni basilari della logica dello sviluppo umano (per esempio, ciò che si ricava dal semplice indice di sviluppo umano, l'isu) si concentrano infatti proprio su questo. Tuttavia, la sfera delle libertà può spingersi ben oltre e una prospettiva più completa dello sviluppo umano può tenere conto della libertà delle persone di fare cose che non sono determinate esclusivamente dai loro bisogni. Per esempio, gli allocchi maculati possono non rappresentare, in alcuna forma evidente, un «bisogno» per gli esseri umani, eppure, se questi ultimi hanno motivo di opporsi all'estinzione di tale specie, il valore della loro libertà di conseguire questo obiettivo ponderato può essere la base di un giudizio ragionato. La prevenzione dell'estinzione di specie animali che noi esseri

forzato su larga scala degli esseri umani. Vaste aree di foresta pluviale potrebbero trasformarsi in savana. I ghiacciai della Terra, già in fase di ritiro, si avvierebbero verso un rapido declino.

Al di sopra della soglia di 2°C, si intensificherebbero le pressioni su ecosistemi quali le barriere coralline e sulla biodiversità. Complessi effetti di retroazione del carbonio legati al ri-

umani vogliamo preservare (non tanto perché abbiamo «bisogno» di questi animali in un senso specifico, ma perché riteniamo che sia una cattiva idea permettere la scomparsa definitiva delle specie esistenti) può essere parte integrante della logica dello sviluppo umano. Infatti, la salvaguardia della biodiversità verosimilmente emerge come preoccupazione nelle riflessioni responsabili sui cambiamenti climatici.

In secondo luogo, l'ambiente non è solo una questione di conservazione passiva, è anche un obiettivo da perseguire attivamente. Non dobbiamo pensare all'ambiente solo in termini di condizioni naturali preesistenti, in quanto l'ambiente può comprendere anche i risultati della creazione umana. Per esempio, la depurazione dell'acqua fa parte del miglioramento dell'ambiente in cui viviamo. L'eradicazione delle epidemie, come il vaiolo (che è già avvenuta) e la malaria (che dovrebbe avvenire molto presto, se riusciremo a rompere gli indugi), è un buon esempio di miglioramento ambientale che possiamo realizzare.

Questo riconoscimento esplicito ovviamente non cambia il fatto significativo che il processo di sviluppo economico e sociale, in molte circostanze, può anche avere conseguenze devastanti. Questi effetti sfavorevoli devono essere individuati in modo chiaro e contrastati con fermezza, parallelamente al rafforzamento dei contributi positivi e costruttivi dello sviluppo. Anche se molte attività umane che accompagnano il processo di sviluppo possono avere conseguenze negative, rientra nelle facoltà umane contrastare e prevenire un gran numero di tali conseguenze adottando provvedimenti tempestivi.

Nel riflettere sulle misure che si possono adottare per arrestare la distruzione dell'ambiente, dobbiamo individuare interventi umani costruttivi. Per esempio, livelli più elevati di istruzione e di occupazione femminile possono contribuire a ridurre i tassi di fertilità, il che a lungo andare può attenuare le pressioni sul riscaldamento globale e la crescente distruzione degli habitat naturali. Analogamente, l'espansione dell'istruzione scolastica e il miglioramento della sua qualità possono renderci più sensibili all'ambiente. Una migliore comunicazione e mezzi di informazione più fecondi possono renderci maggiormente consapevoli della necessità di una riflessione improntata all'ambiente.

Infatti, la necessità della partecipazione pubblica riveste importanza cruciale per garantire la sostenibilità ambientale. Altrettanto essenziale è evitare di ridurre importanti questioni di valutazione umana, che esigono riflessioni e considerazioni sociali deliberative, a questioni strettamente tecnocratiche basate su calcoli stereotipati. Per esempio, esaminiamo il dibattito in corso sul «tasso di sconto» da applicare per bilanciare i sacrifici attuali e la sicurezza futura. Un aspetto essenziale di tale sconto è la valutazione sociale dei vantaggi e delle perdite nel tempo. In definitiva, si tratta di una questione che richiede una profonda riflessione e che deve essere oggetto di discussione pubblica, più che di un esercizio inteso a trovare una soluzione meccanica sulla base di una semplice formula.

Forse la preoccupazione più significativa deriva dall'incertezza inevitabilmente associata a qualsiasi previsione futura. Un motivo per essere prudenti in merito all'«ipotesi migliore» riguardo al futuro è la possibilità che, se imboccassimo la direzione sbagliata, il mondo che finiremmo per avere potrebbe essere estremamente precario. Vi è persino il timore che ciò che si può impedire ora possa diventare praticamente irreversibile in assenza di misure preventive immediate, a prescindere da quanto le generazioni future possano essere disposte a spendere per rimediare alla catastrofe. Alcuni di questi eventi nefasti potrebbero rivelarsi particolarmente perniciosi per i paesi in via di sviluppo (per esempio, parti del Bangladesh o l'intero arcipelago delle Maldive potrebbero essere sommersi a causa dell'innalzamento del livello dei mari).

Sono questioni di importanza fondamentale per l'analisi e la discussione pubblica, e lo svolgimento di un dialogo pubblico costituisce un elemento significativo dell'approccio basato sullo sviluppo umano. La necessità di tali discussioni pubbliche è tanto importante per affrontare i cambiamenti climatici e i pericoli per l'ambiente quanto lo è per affrontare i più classici problemi della privazione e del persistere della povertà. Ciò che caratterizza gli esseri umani – forse più di qualunque altra cosa – è la nostra capacità di pensare e di parlare gli uni con gli altri e di decidere che cosa fare e poi farlo. Dobbiamo fare buon uso di questa capacità umana per eccellenza, sia per un sostegno ragionato a favore dell'ambiente sia per l'eradicazione coordinata della povertà e delle privazioni vecchio stile. Lo sviluppo umano entra in gioco in entrambi i casi.



Amartya Sen

scaldamento degli oceani, la perdita di foreste pluviali e lo scioglimento delle calotte di ghiaccio accelereranno il ritmo dei cambiamenti climatici.

Superare la soglia dei 2°C equivale a varcare il confine che ci separa dal rischio significativo di esiti catastrofici per le generazioni future. Più nell'immediato, si verificherebbero regressi

Entro il 2080, i cambiamenti climatici potrebbero incrementare di 1,8 miliardi il numero di persone in condizioni di carenza idrica nel mondo

nello sviluppo umano. I paesi in via di sviluppo sono in una posizione di duplice svantaggio in questo ambito: sono situati in aree tropicali destinate a subire alcuni tra gli effetti più gravi e precoci dei cambiamenti climatici, e l'agricoltura – il settore più immediatamente colpito – svolge un ruolo sociale ed economico di gran lunga maggiore. Soprattutto, tali paesi sono caratterizzati da elevati livelli di povertà, malnutrizione e svantaggi in termini di salute. La concomitanza di gravi privazioni da un lato, e insufficiente protezione sociale e limitata capacità infrastrutturale per contenere i rischi legati ai cambiamenti climatici dall'altro, evidenzia alte probabilità di inversioni di tendenza dello sviluppo umano.

#### Dai cambiamenti climatici allo stallo del progresso umano: i meccanismi di trasmissione

I cambiamenti climatici sono globali, ma gli effetti saranno locali. Gli effetti fisici saranno determinati dalla collocazione geografica e dalle interazioni di microlivello tra riscaldamento globale e regimi climatici esistenti. L'immensa portata di tali effetti rende difficile la generalizzazione: le zone soggette a siccità nell'Africa subsahariana dovranno affrontare problemi diversi rispetto a quelle soggette a inondazioni nell'Asia meridionale. L'impatto sullo sviluppo umano varierà anche in funzione dell'interazione tra mutamenti dei regimi climatici e vulnerabilità sociali ed economiche preesistenti. Tuttavia, si possono individuare cinque moltiplicatori specifici del rischio di inversione di tendenza dello sviluppo umano:

- *Produttività agricola ridotta.* Circa tre quarti della popolazione mondiale che vive con meno di un dollaro al giorno dipendono direttamente dall'agricoltura. Gli scenari relativi ai cambiamenti climatici indicano ingenti perdite di produttività per gli alimenti di base, legate a siccità e variazioni delle precipitazioni in parte dell'Africa subsahariana e dell'Asia meridionale e orientale. Per le zone aride dell'Africa subsahariana, si prevede un calo delle entrate del 25 cento entro il 2060, con perdite totali per 26 miliardi di dollari (in

prezzi costanti 2003), una cifra superiore a quella degli attuali aiuti bilaterali alla regione. Attraverso l'impatto sull'agricoltura e sulla sicurezza alimentare, i cambiamenti climatici potrebbero costringere, entro gli anni Ottanta di questo secolo, 600 milioni di persone in più in condizioni di malnutrizione acuta, rispetto allo scenario privo di cambiamenti climatici<sup>17</sup>.

- *Maggiore insicurezza idrica.* Il superamento della soglia dei 2°C modificherà in modo fondamentale la distribuzione delle risorse idriche mondiali. Lo scioglimento accelerato dei ghiacciai himalayani esacerberà problemi ecologici già gravi in tutta la Cina settentrionale, l'India e il Pakistan, aumentando in un primo tempo le inondazioni per poi ridurre la portata di importanti bacini fluviali, indispensabili per l'irrigazione. In America Latina, lo scioglimento accelerato dei ghiacciai tropicali comprometterà l'approvvigionamento idrico delle popolazioni urbane, l'agricoltura e l'energia idroelettrica, soprattutto nella regione andina. Entro il 2080, i cambiamenti climatici potrebbero incrementare di 1,8 miliardi il numero di persone in condizioni di carenza idrica nel mondo<sup>18</sup>.
- *Maggiore esposizione alle inondazioni costiere e a eventi meteorologici estremi.* L'IPCC prevede un aumento degli eventi meteorologici estremi<sup>19</sup>. Siccità e inondazioni sono già i principali fattori trainanti di un aumento costante delle catastrofi legate al clima. In media, tra il 2000 e il 2004, ogni anno tali eventi hanno colpito circa 262 milioni di persone, oltre il 98 per cento delle quali nei paesi in via di sviluppo. Con un aumento della temperatura superiore a 2°C, il riscaldamento dei mari alimenterà cicloni tropicali più violenti. Le zone colpite da siccità si estenderanno, mettendo a repentaglio i mezzi di sussistenza e compromettendo i progressi nel campo della salute e dell'alimentazione. Il mondo è già destinato a registrare un innalzamento del livello dei mari nel XXI secolo, a causa delle emissioni pregresse. Un aumento della temperatura superiore a

2°C accelererebbe tale innalzamento, provocando un esodo di massa in paesi come il Bangladesh, l'Egitto e il Vietnam, oltre a sommergere diversi piccoli stati insulari. L'innalzamento del livello dei mari e l'intensificarsi delle tempeste tropicali potrebbero determinare un aumento del numero di persone colpite da inondazioni costiere compreso tra 180 e 230 milioni<sup>20</sup>.

- *Crollo degli ecosistemi.* Tutti i tassi di estinzione delle specie previsti aumentano al di sopra della soglia dei 2°C, e 3°C segna il punto in cui il 20-30 per cento delle specie sarebbe ad «alto rischio» di estinzione<sup>21</sup>. Gli insediamenti coralliferi, già in declino, subirebbero un vasto processo di sbiancamento («*bleaching*»), che a sua volta innescerebbe una trasformazione dell'ecologia marina, con enormi perdite di biodiversità e di servizi ecosistemici. Ciò si ripercuoterebbe negativamente su centinaia di milioni di persone che dipendono dalla pesca per il sostentamento e l'alimentazione.
- *Maggiori rischi per la salute.* I cambiamenti climatici inciderebbero sulla salute umana in vari modi. In termini globali, 220-400 milioni di persone in più potrebbero trovarsi esposte a maggiori rischi di contrarre la malaria. Secondo le proiezioni di uno studio<sup>22</sup>, i tassi di esposizione nell'Africa subsahariana, che rappresenta circa il 90 per cento dei decessi, aumenterebbero del 16-28 per cento.

Questi cinque fattori di inversione di tendenza dello sviluppo umano non possono essere considerati separatamente l'uno dall'altro: sono destinati a interagire tra loro e con i problemi di sviluppo umano preesistenti, dando vita a formidabili spirali discendenti. Se i processi sono già evidenti in molti paesi, il superamento della soglia dei 2°C segnerebbe un salto qualitativo: una transizione verso danni ecologici, sociali ed economici di gran lunga maggiori.

Tale transizione avrà importanti conseguenze per le prospettive di sviluppo umano a lungo termine. Gli scenari relativi ai cambia-

menti climatici forniscono una fotografia di un futuro plausibile. Ci permettono non già di prevedere quando o dove si potrebbe verificare un evento specifico legato ai cambiamenti climatici, ma le probabilità medie associate ai regimi climatici emergenti.

Dal punto di vista dello sviluppo umano, sono esiti che possono mettere in moto processi dinamici e cumulativi di svantaggio. Nel capitolo 2, è descritto un modello che coglie questo processo, tramite un'analisi dettagliata dei dati provenienti da indagini condotte sulle famiglie. I risultati illustrano con grande efficacia una dimensione occulta dei costi umani associati ai cambiamenti climatici. Per esempio, i bambini etiopi nati in un anno di siccità nella loro provincia hanno il 41 per cento di probabilità in più di quelli non nati in un anno di siccità di essere affetti da nanismo nutrizionale 5 anni dopo. Per 2 milioni di bambini etiopi, ciò si traduce in minori opportunità di sviluppo di capacità umane. Un'implicazione significativa è che persino un modesto rischio addizionale di siccità può determinare notevoli regressi nello sviluppo umano. I cambiamenti climatici creeranno rischi addizionali enormi.

Non tutti i costi per lo sviluppo umano associati ai cambiamenti climatici possono essere misurati in termini di risultati quantitativi. A un livello fondamentale, sviluppo umano significa anche avere voce in capitolo nelle decisioni che influenzano la propria vita. Nell'articolare un'idea di sviluppo inteso come libertà, il premio Nobel Amartya Sen richiama l'attenzione sul ruolo degli esseri umani quali agenti di cambiamento sociale, evidenziando sia «i processi che permettono libertà di azione e di decisione, sia le opportunità reali di cui le persone dispongono, alla luce delle circostanze personali e sociali»<sup>23</sup>. I cambiamenti climatici inibiscono sensibilmente la libertà di azione e sottraggono potere agli individui. Una parte dell'umanità – in generale, i 2,6 miliardi più poveri – dovrà rispondere alle forze di cambiamenti climatici sui quali non ha alcun controllo, prodotti da scelte politiche effettuate in paesi nei quali non ha alcuna voce.

I cambiamenti climatici inibiscono sensibilmente la libertà di azione e sottraggono potere agli individui

Il mondo ha raggiunto o è vicino al livello più caldo registrato nell'attuale periodo interglaciale, cominciato circa 12 000 anni fa

## 1.2 Scienze climatiche e bilancio globale del carbonio

Comprendere i dati scientifici relativi ai cambiamenti climatici è un punto di partenza per comprendere le sfide per lo sviluppo umano nel XXI secolo. Esiste un'ampia letteratura scientifica in materia. In questa sede, ci concentreremo sul consenso esposto dall'IPCC, richiamando l'attenzione sulle vaste aree di incertezza riguardo agli esiti futuri. L'esame del futuro alla luce dei cambiamenti climatici presenta numerose «incognite note»: eventi che si possono prevedere, ma senza alcuna certezza in merito alla loro entità e distribuzione nel tempo. Non dovrebbe stupire che gli scienziati non possano essere certi di come reagiranno esattamente gli ecosistemi terrestri alle emissioni di gas serra indotte dagli esseri umani: stiamo vivendo un esperimento mai condotto prima.

Uno degli aspetti noti è che seguiamo una rotta che, se non sarà modificata, porterà molto probabilmente a cambiamenti climatici dagli esiti pericolosi. Tali esiti daranno continuità al susseguirsi di regressi nello sviluppo umano a breve termine e catastrofi ecologiche a lungo termine.

### Cambiamenti climatici indotti dall'uomo

Nell'arco della sua storia, la Terra ha visto alternarsi periodi caldi e periodi freddi. Questi mutamenti del clima sono stati ricondotti a un'ampia varietà di «forzature climatiche», tra cui le oscillazioni dell'orbita terrestre, le variazioni solari, l'attività vulcanica, il vapore acqueo e la concentrazione atmosferica di gas serra, come la CO<sub>2</sub>. I cambiamenti cui assistiamo oggi si verificano a un ritmo più accelerato, con ordini di grandezza maggiori e modelli che non possono essere spiegati dai cicli naturali.

La temperatura terrestre media globale è la misura più fondamentale dei cambiamenti climatici. Le temperature registrate nell'ultimo mezzo secolo sono probabilmente le più elevate che si siano osservate in qualsiasi periodo di 50 anni negli ultimi 1300 anni. Il mondo ha rag-

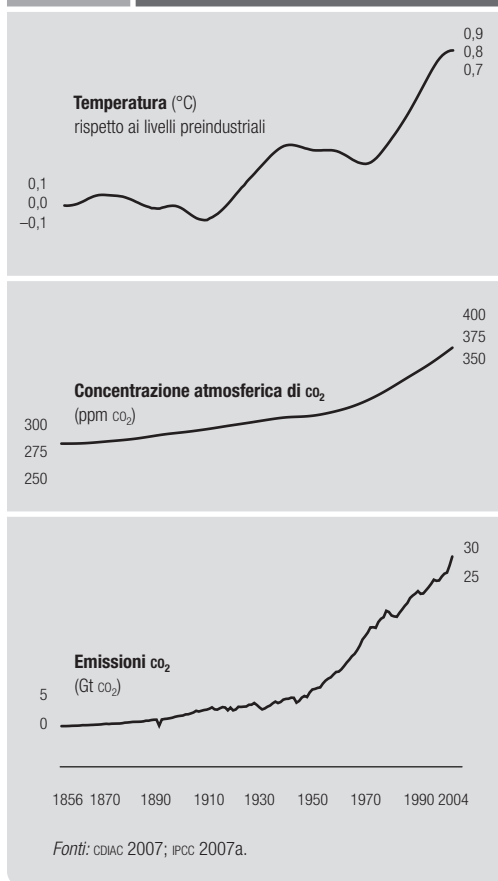
giunto o è vicino al livello più caldo registrato nell'attuale periodo interglaciale, cominciato circa 12 000 anni fa. Tutto lascia supporre che il processo sia in fase di accelerazione. Undici dei dodici anni più caldi dal 1850 a oggi si collocano tra il 1995 e il 2006. Negli ultimi 100 anni, la temperatura media globale è aumentata di 0,7°C. Si osservano ampie variazioni interannuali. Tuttavia, su base decennale, la tendenza lineare al riscaldamento degli ultimi 50 anni è quasi il doppio di quella degli ultimi 100 anni (figura 1.1)<sup>24</sup>.

Esiste un'immensa raccolta di dati scientifici che collegano l'aumento della temperatura alle maggiori concentrazioni atmosferiche di CO<sub>2</sub> e di altri gas serra. Questi gas presenti nell'atmosfera hanno l'effetto di trattenere parte della radiazione solare riflessa, aumentando così la temperatura terrestre. Questo «effetto serra» naturale è ciò che garantisce l'abitabilità del nostro pianeta: senza di esso, la Terra sarebbe 30°C più fredda. In tutti i precedenti quattro cicli di glaciazione e riscaldamento della Terra si osserva una stretta correlazione tra concentrazioni atmosferiche di CO<sub>2</sub> e temperatura<sup>25</sup>.

Ciò che distingue l'attuale ciclo di riscaldamento è la rapidità del ritmo di incremento delle concentrazioni di CO<sub>2</sub>. Dall'era preindustriale, i depositi di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera sono aumentati di un terzo, un tasso di incremento senza precedenti durante gli ultimi 20 000 anni almeno. I carotaggi effettuati nel ghiaccio dimostrano che le concentrazioni atmosferiche attuali superano l'intervallo naturale degli ultimi 650 000 anni. L'aumento dei depositi di CO<sub>2</sub> è stato accompagnato da crescenti concentrazioni di altri gas serra.

Pur non essendo unico in termini di variazione della temperatura, l'attuale ciclo di riscaldamento lo è sotto un aspetto importante: è la prima volta che gli esseri umani riescono ad alterare significativamente un ciclo. L'umanità, da oltre 500 000 anni, emette CO<sub>2</sub> nell'atmosfera in due modi: con la combustione e modificando la destinazione d'uso dei suoli. Tuttavia,

**Figura 1.1** Le crescenti emissioni di CO<sub>2</sub> fanno lievitare i depositi e aumentare le temperature



i cambiamenti climatici si possono far risalire a due grandi trasformazioni nell'uso dell'energia. Nella prima, l'energia idrica è stata sostituita dal carbone, una fonte di energia condensata dalla natura in milioni di anni. È stato il carbone, associato alle nuove tecnologie, ad alimentare la rivoluzione industriale, generando incrementi di produttività senza precedenti.

La seconda grande trasformazione si è verificata 150 anni dopo. Il petrolio era una fonte di energia umana da millenni: la Cina aveva pozzi di petrolio già nel IV secolo. Tuttavia, l'associazione del petrolio al motore a combustione interna all'inizio del XX secolo segnò l'inizio di una rivoluzione nei trasporti. La combustione del carbone e del petrolio, integrati dal gas naturale, ha trasformato le società umane, fornendo l'energia che ha dato impulso a enormi aumenti di ricchezza e produttività, e che ha anche alimentato i cambiamenti climatici.

Si discute ormai da anni se le variazioni della temperatura globale siano o meno da attribuirsi alle attività umane. Alcuni scienziati attribuiscono maggiore importanza ai cicli naturali e ad altre forze. Tuttavia, se fattori naturali come l'attività vulcanica e l'intensità solare possono spiegare in gran parte l'andamento della temperatura globale all'inizio del XIX secolo, essi non spiegano l'aumento successivo. Anche altre ipotesi delle cause del riscaldamento globale sono state scartate. Per esempio, è stato affermato che le recenti variazioni della temperatura si possono ascrivere a un aumento della radiazione solare e dei raggi cosmici, e non ai gas serra. Ricerche approfondite in materia hanno dimostrato che, negli ultimi due decenni, la radiazione solare in realtà è diminuita, mentre le temperature sulla Terra sono aumentate<sup>26</sup>.

I dibattiti sull'attribuzione possono continuare, ma la giuria scientifica ha pronunciato il verdetto sugli aspetti fondamentali tempo fa, un verdetto confermato dall'ultima valutazione dell'IPCC, che ha concluso che è «estremamente improbabile che i cambiamenti climatici possano essere spiegati senza una forzatura esterna»<sup>27</sup>. In altre parole, la probabilità che il riscaldamento osservato sia dovuto a gas serra di origine antropica è superiore al 90 per cento.

Contabilità globale del carbonio: depositi, flussi e pozzi

I cambiamenti climatici hanno richiamato alla memoria un fatto a volte dimenticato. Le attività umane si svolgono in ecosistemi che non sono delimitati da confini nazionali. Una gestione insostenibile di tali sistemi ha conseguenze per l'ambiente e per il benessere delle persone nel presente e nel futuro. Ridotta all'essenziale, la minaccia di mutamenti pericolosi del clima è un sintomo di gestione insostenibile delle risorse ecologiche a livello planetario.

I sistemi energetici umani interagiscono con gli ecosistemi globali in modi complessi. La combustione di combustibili fossili, i cambiamenti di destinazione d'uso dei suoli e altre attività producono gas serra, i quali sono continuamente riciclati tra l'atmosfera, gli oceani e la biosfera terrestre. Le attuali concentrazioni di gas serra sono il risultato netto delle emissioni pregresse, compensate da processi chimici

Le concentrazioni atmosferiche di CO<sub>2</sub> tendono ad aumentare drasticamente

e fisici di eliminazione. I suoli, la vegetazione e gli oceani della Terra agiscono come enormi «pozzi» di assorbimento del carbonio. Le emissioni di CO<sub>2</sub> sono la fonte primaria di aumento delle concentrazioni. Altri gas serra duraturi, come il metano e il biossido di azoto generati dalle attività agricole e industriali, si mescolano alla CO<sub>2</sub> nell'atmosfera. L'effetto totale di riscaldamento, o «forzatura radiativa», è misurato in termini di CO<sub>2</sub> equivalente, o CO<sub>2</sub>e<sup>28</sup>. Il ritmo sostenuto al quale la forzatura radiativa dovuta a gas serra è cresciuta negli ultimi quattro decenni è almeno sei volte più rapido rispetto a qualsiasi periodo precedente la rivoluzione industriale.

Il ciclo globale del carbonio può essere espresso in termini di un semplice sistema di flussi positivi e negativi. Tra il 2000 e il 2005, in media sono state emesse nell'atmosfera 26 gigatonnellate di CO<sub>2</sub> (GtCO<sub>2</sub>) all'anno. Di questo flusso, circa 8 GtCO<sub>2</sub> sono state assorbite dagli oceani e altre 3 GtCO<sub>2</sub> sono state eliminate dagli oceani, dai suoli e dalla vegetazione. L'effetto netto è un incremento annuo di 15 GtCO<sub>2</sub> dei depositi di gas serra nell'atmosfera terrestre.

La concentrazione media globale di CO<sub>2</sub> nel 2005 era intorno a 379 parti per milione (ppm). Altri gas serra duraturi aggiungono circa 75 ppm a questo deposito, misurato in termini di effetti di forzatura radiativa. Tuttavia, l'effetto netto di tutte le emissioni di gas serra di origine antropica è ridotto dall'effetto di raffreddamento degli aerosol<sup>29</sup>. Vi sono ampi margini di incertezza riguardo a questi effetti di raffreddamento. Secondo l'IPCC, grosso modo equivalgono al riscaldamento generato dai gas serra diversi dalla CO<sub>2</sub><sup>30</sup>.

Le concentrazioni atmosferiche di CO<sub>2</sub> tendono ad aumentare drasticamente<sup>31</sup>, attualmente di circa 1,9 ppm all'anno. Per la sola CO<sub>2</sub>, il tasso di crescita annuo delle concentrazioni negli ultimi 10 anni è stato di circa il 30 per cento più alto della media degli ultimi 40 anni<sup>32</sup>. In realtà, negli 8000 anni precedenti l'industrializzazione, la CO<sub>2</sub> presente nell'atmosfera è aumentata di soli 20 ppm.

Gli attuali tassi di assorbimento dei pozzi sono a volte confusi con il tasso «naturale». In realtà, la capacità di assorbimento dei pozzi è più che saturata. Prendiamo il pozzo più grande del

mondo, gli oceani, che assorbono naturalmente ogni anno solo 0,1 GtCO<sub>2</sub> in più di quelle che rilasciano, ma ora ne assorbono 2 Gt supplementari all'anno, più di 20 volte il tasso naturale<sup>33</sup>. Il risultato è un grave danno ecologico. Gli oceani si surriscaldano e si acidificano. La crescente acidità attacca il carbonato, un elemento essenziale per il corallo e i piccoli organismi all'inizio della catena alimentare marina. Sulla base delle tendenze attuali, le future emissioni di CO<sub>2</sub> potrebbero produrre condizioni chimiche negli oceani mai osservate negli ultimi 300 milioni di anni, se non durante eventi catastrofici di breve durata<sup>34</sup>.

Il futuro tasso di accumulo nei depositi di gas serra sarà determinato dalla relazione tra emissioni e pozzi di assorbimento. Vi sono cattive notizie su entrambi i fronti. Le emissioni di gas serra sono destinate ad aumentare, entro il 2030, tra il 50 e il 100 per cento rispetto ai livelli del 2000<sup>35</sup>. Nel frattempo, la capacità degli ecosistemi terrestri di assorbire tali emissioni potrebbe diminuire. Ciò è dovuto al fatto che le retroazioni tra il clima e il ciclo del carbonio potrebbero indebolire la capacità di assorbimento degli oceani e delle foreste del pianeta. Per esempio, gli oceani più caldi assorbono meno CO<sub>2</sub> e le foreste pluviali potrebbero ridursi in caso di temperature più elevate e minori precipitazioni.

Anche senza tenere conto delle incertezze riguardanti i livelli futuri di assorbimento di carbonio, siamo diretti verso un rapido incremento dell'accumulo di gas serra. Stiamo aprendo i rubinetti per aumentare il flusso d'acqua in una vasca già straripante. Il flusso in eccesso si riflette nel tasso al quale la CO<sub>2</sub> entra e rimane catturata nell'atmosfera terrestre.

### Scenari relativi ai cambiamenti climatici: fenomeni noti, incognite note e incertezze

Il mondo è già destinato a subire cambiamenti climatici in futuro. I depositi atmosferici di gas serra aumentano con l'aumentare delle emissioni. Le emissioni totali di tutti i gas serra ammontavano a circa 48 GtCO<sub>2</sub>e nel 2004, un incremento di un quinto rispetto al 1990. Le

crescenti concentrazioni di gas serra significano che le temperature globali continueranno ad alzarsi nel corso del tempo. Il tasso di incremento e il livello finale di variazione della temperatura saranno determinati dalle concentrazioni di CO<sub>2</sub> e di altri gas serra.

I modelli climatici non possono prevedere eventi specifici associati al riscaldamento globale. Ciò che possono fare è simulare intervalli di probabilità per la variazione media della temperatura. Gli esercizi di modellazione di per sé sono estremamente complessi, ma la conclusione che ne emerge è semplice: secondo le tendenze attuali, le concentrazioni di gas serra possono proiettare il mondo verso cambiamenti climatici a livelli di gran lunga superiori alla soglia dei 2°C.

### Il mondo si riscalda

Un pioniere delle scienze climatiche, il fisico svedese Svante Arrhenius, riuscì a prevedere con sorprendente precisione che un raddoppio dei depositi di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera terrestre avrebbe provocato un aumento delle temperature medie globali compreso tra 4 e 5°C, una sovrastima marginale secondo i recenti modelli dell'IPCC<sup>36</sup>. Con minore precisione, Arrhenius ipotizzò che ci sarebbero voluti circa 3000 anni perché le concentrazioni atmosferiche raddoppiassero rispetto ai livelli preindustriali. Secondo le tendenze attuali, tale punto, circa 550 ppm, potrebbe essere raggiunto entro la metà degli anni Trenta di questo secolo.

I futuri aumenti di temperatura dipenderanno dal punto di stabilizzazione dei depositi di gas serra. Per giungere alla stabilizzazione, a qualsiasi livello, è necessario ridurre le emissioni al punto in cui risultano equivalenti al tasso di assorbimento della CO<sub>2</sub> tramite processi naturali, senza danni a carico degli ecosistemi dei pozzi. Quanto più a lungo le emissioni rimangono al di sopra di questo livello, tanto più alto sarà il punto al quale i depositi accumulati si stabilizzeranno. A lungo termine, la capacità naturale della Terra di eliminare i gas serra, senza danni a carico degli ecosistemi dei pozzi, è probabilmente compresa tra 1 e 5 GtCO<sub>2</sub>e. Con le emissioni attuali intorno a 48 GtCO<sub>2</sub>e, stiamo sovraccaricando

la capacità utile della Terra di un fattore compreso tra 10 e 50.

Se le emissioni continuano ad aumentare secondo le tendenze attuali, entro il 2035 i depositi aumenteranno di 4-5 ppm all'anno, quasi il doppio del tasso attuale, e raggiungeranno 550 ppm. Anche senza ulteriori aumenti del tasso di emissione, i depositi di gas serra supereranno 600 ppm entro il 2050 e 800 ppm entro la fine del XXI secolo<sup>37</sup>.

L'IPCC ha elaborato sei scenari, che individuano i percorsi plausibili per le emissioni nel XXI secolo. Tali scenari si differenziano sulla base di ipotesi relative al cambiamento demografico, alla crescita economica, ai modelli di impiego energetico e alla mitigazione. Nessuno scenario evidenzia una stabilizzazione al di sotto di 600 ppm e tre sono associati a concentrazioni di gas serra di 850 ppm o superiori.

La relazione tra il punto di stabilizzazione e la variazione della temperatura è incerta. Gli scenari dell'IPCC sono stati usati per individuare una serie di intervalli plausibili per la variazione della temperatura nel XXI secolo, con un indicatore di «stima migliore» all'interno di ogni intervallo (tabella 1.1 e figura 1.2). Tale stima migliore è compresa tra 2,3°C e 4,5°C (tenendo conto dell'aumento di 0,5°C dall'inizio dell'era industriale al 1990)<sup>38</sup>. Con il raddoppio delle concentrazioni atmosferiche, l'IPCC prevede un aumento della temperatura di 3°C come esito

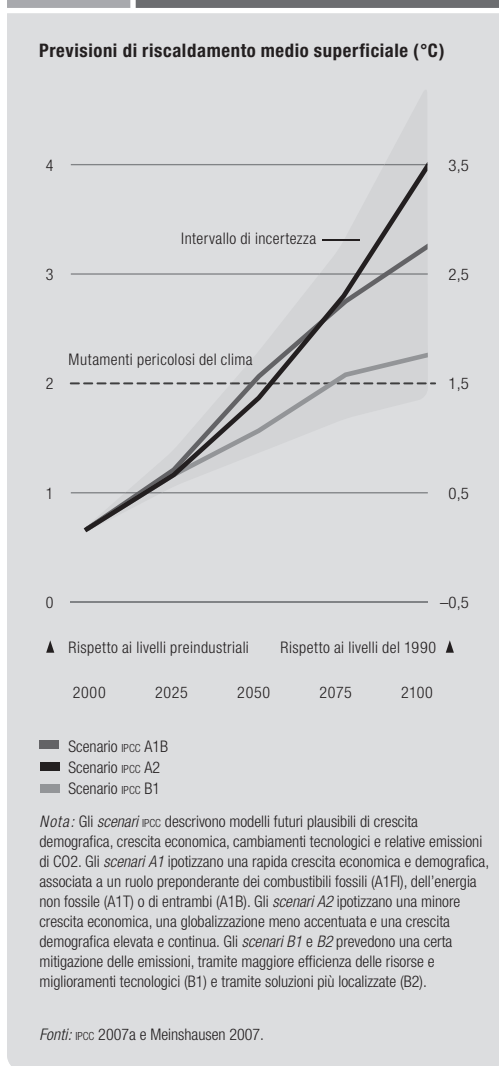
**Tabella 1.1** Le temperature aumentano assieme ai depositi di CO<sub>2</sub> previsioni per il 2080

Scenario IPCC	Rispetto alla temperatura media (C°) periodo 1980-1999	Rispetto alla temperatura preindustriale (C°)
Concentrazioni costanti nel 2000	0,6 (0,3-0,9)	1,1
Scenario B1	1,8 (1,1-2,9)	2,3
Scenario A1T	2,4 (1,4-3,8)	2,9
Scenario B2	2,4 (1,4-3,8)	2,9
Scenario A1B	2,8 (1,7-4,4)	3,3
Scenario A2	3,4 (2,0-5,4)	3,9
Scenario A1FI	4,0 (2,4-6,4)	4,5

*Nota:* Gli scenari IPCC descrivono modelli futuri plausibili di crescita demografica, crescita economica, cambiamenti tecnologici e relative emissioni di CO<sub>2</sub>. Gli scenari A1 ipotizzano una rapida crescita economica e demografica, associata a un ruolo preponderante dei combustibili fossili (A1FI), dell'energia non fossile (A1T) o di entrambi (A1B). Gli scenari A2 ipotizzano una minore crescita economica, una globalizzazione meno accentratrice e una crescita demografica elevata e continua. Gli scenari B1 e B2 prevedono una certa mitigazione delle emissioni, tramite maggiore efficienza delle risorse e miglioramenti tecnologici (B1) e tramite soluzioni più localizzate (B2).

*Fonte:* IPCC 2007a.

**Figura 1.2** Previsioni della temperatura globale: tre scenari dell'IPCC



più probabile, con la postilla che «non si possono escludere valori sostanzialmente più alti di 4,5°C»<sup>39</sup>. In altre parole, nessuno scenario dell'IPCC evidenzia un futuro al di sotto della soglia dei 2°C relativa ai mutamenti pericolosi del clima.

### In rotta verso pericolosi mutamenti del clima

Sotto due importanti aspetti, l'intervallo indicato dalla stima migliore dell'IPCC per il XXI secolo potrebbe sminuire il problema. In primo luogo, i cambiamenti climatici non sono solo un fenomeno del XXI secolo. L'adeguamento della temperatura alle crescenti concentrazioni di CO<sub>2</sub> e di altri gas serra proseguirà nel XXII secolo. In secondo luogo, le stime migliori del-

l'IPCC non escludono la possibilità di livelli più elevati di cambiamenti climatici. A qualsiasi livello di stabilizzazione considerato, esiste un intervallo di probabilità di superare una temperatura specificata. Gli intervalli di probabilità esemplificativi individuati nel lavoro di modellazione comprendono:

- la stabilizzazione a 550 ppm, che è inferiore al punto minimo degli scenari IPCC, comporta una probabilità dell'80 per cento di superare la soglia di 2°C relativa ai mutamenti pericolosi del clima<sup>40</sup>;
- la stabilizzazione a 650 ppm comporta una probabilità compresa tra il 60 e il 95 per cento di superare 3°C. Alcuni studi prevedono una probabilità del 35-68 per cento di superare 4°C<sup>41</sup>;
- intorno a 883 ppm, ben all'interno dell'intervallo previsto dagli scenari IPCC di non mitigazione, si avrebbe una probabilità del 50 per cento di un aumento della temperatura superiore a 5°C<sup>42</sup>.

Gli intervalli di probabilità sono uno strumento complesso, che permette di cogliere un aspetto di grande importanza per il futuro del nostro pianeta. Un aumento della temperatura media globale superiore a 2-3°C comporterebbe impatti ecologici, sociali ed economici estremamente pregiudizievole. Creerebbe anche un rischio maggiore di impatti catastrofici, agendo da catalizzatore di potenti effetti di retroazione della variazione della temperatura sul ciclo del carbonio. Aumenti della temperatura superiori a 4-5°C amplificherebbero gli effetti, rafforzando notevolmente la probabilità di esiti catastrofici. In almeno tre scenari dell'IPCC, la probabilità di superare un aumento di 5°C è superiore al 50 per cento. In altre parole, secondo gli scenari attuali, è molto più probabile che il mondo superi la soglia di 5°C, anziché rimanere al di sotto della soglia di 2°C.

Un modo di comprendere questi rischi è riflettere sul significato che possono avere nella vita delle persone. Tutti viviamo esposti a rischi. Chiunque guidi un'automobile o passeggi per strada corre un rischio molto modesto di avere un incidente e subire lesioni gravi. Se tale rischio di incidente superasse il 10 per cento, la maggior parte delle persone ci penserebbe due

volte prima di guidare o fare una passeggiata: una probabilità su dieci di subire lesioni gravi non è un rischio trascurabile. Se la probabilità di avere un incidente grave raggiungesse il 50 per cento, i motivi per adottare serie misure di riduzione del rischio sarebbero schiacciati. Eppure, le emissioni di gas serra sono proiettate in una direzione che rende i mutamenti pericolosi del clima praticamente una certezza, con un rischio molto elevato di varcare la soglia della catastrofe ecologica. È un argomento irrefutabile per ridurre il rischio, eppure il mondo non agisce.

Nel corso di un secolo o poco più, la prospettiva molto reale è che le tendenze attuali determineranno un aumento della temperatura globale superiore a 5°C. Questa cifra è vicina all'aumento della temperatura media registrato dalla fine dell'ultima era glaciale, circa 10 000 anni fa. Durante tale era, gran parte del Canada e vaste aree degli Stati Uniti erano coperte dal ghiaccio. Il gigantesco ghiacciaio Laurentide ricopriva gran parte degli Stati Uniti nord-orientali e centro-settentrionali con una coltre di ghiaccio spessa diverse miglia. Il ritiro di tale ghiacciaio ha creato i Grandi laghi e dato origine a nuove formazioni di terre, tra cui Long Island. Anche l'Europa settentrionale e l'Asia nord-occidentale erano in gran parte coperte di ghiaccio.

I paragoni tra i cambiamenti climatici del XXI secolo e la transizione dall'ultima era glaciale non devono essere ingigantiti. Non esiste un'analogia diretta con i processi di riscaldamento oggi in atto. Tuttavia, i dati geologici indicano chiaramente che variazioni della temperatura di entità e velocità pari a quelle odierne culminano in trasformazioni della geografia terrestre, accompagnate da profondi mutamenti nella distribuzione delle specie e nella geografia umana.

Gli intervalli di probabilità per la variazione della temperatura associata alle concentrazioni di gas serra contribuiscono a individuare gli obiettivi di mitigazione. Modificando il flusso di emissioni, possiamo agire sul tasso di accumulo dei depositi di gas serra e quindi sulle probabilità di superare limiti specifici in termini di temperatura. Tuttavia, la relazione tra i flussi di gas serra, i depositi accumulati e gli scenari

futuri relativi alla temperatura non è semplice. Lunghi ritardi temporali tra le azioni di oggi e i risultati di domani sono parte integrante del sistema. Le politiche in materia di mitigazione dei cambiamenti climatici devono far fronte a potenti forze inerziali che esercitano un'influenza significativa sui tempi della mitigazione.

- *Le emissioni attuali determinano i depositi futuri.* La chimica di base è una forza d'inerzia. Una volta emessa nell'atmosfera, la CO<sub>2</sub> vi rimane a lungo. La metà di ogni tonnellata di emissioni rimane nell'atmosfera per un periodo compreso tra diversi secoli e diversi millenni. Ciò significa che tracce di emissioni di CO<sub>2</sub> risalenti all'epoca in cui erano in funzione i primi motori a vapore alimentati a carbone, progettati da John Newcomen all'inizio del XVIII secolo, sono ancora presenti nell'atmosfera. Lo stesso vale per le tracce di emissioni generate dalla prima centrale elettrica del mondo alimentata a carbone, progettata da Thomas Edison e inaugurata a Lower Manhattan nel 1882. Oggi viviamo le conseguenze delle emissioni di gas serra delle generazioni precedenti, e le generazioni future vivranno le conseguenze delle nostre emissioni.
- *Depositi, flussi e stabilizzazione.* Non esistono tassi di riavvolgimento rapido per ridimensionare i depositi di gas serra. Le persone che vivranno alla fine del XXI secolo non avranno la possibilità di tornare, nell'arco della loro vita, a un mondo a 450 ppm, se continueremo sui livelli attuali. Le dimensioni dei depositi di gas serra che erediteranno dipendono dalla traiettoria delle emissioni che collega il presente al futuro. Il mantenimento delle emissioni ai livelli attuali non ridurrà i depositi, perché sono superiori alla capacità di assorbimento dei pozzi di carbonio. La stabilizzazione delle emissioni ai livelli del 2000 aumenterà i depositi di oltre 200 ppm entro la fine del XXI secolo. A causa dei processi cumulativi, il tasso di riduzione delle emissioni necessario per realizzare qualsiasi obiettivo di stabilizzazione è molto sensibile al fattore tempo e al livello di picco delle emissioni globali. Quanto più tardivo e alto il picco, tanto più

Oggi viviamo le conseguenze delle emissioni di gas serra delle generazioni precedenti, e le generazioni future vivranno le conseguenze delle nostre emissioni

Rischi incerti ma significativi di esiti catastrofici fanno parte dello scenario di cambiamenti climatici emergente

profondi e rapidi i tagli necessari per conseguire un determinato obiettivo di stabilizzazione.

- *I sistemi climatici rispondono lentamente.* Verso la fine del XXI secolo, le azioni adottate oggi saranno il fattore principale che influenzerà i cambiamenti climatici. Tuttavia, gli sforzi di mitigazione oggi non produrranno effetti significativi fino a dopo il 2030<sup>43</sup>. Il motivo: una modifica della traiettoria delle emissioni non produce una risposta immediata nei sistemi climatici. Gli oceani, che hanno assorbito circa l'80 per cento dell'aumento della temperatura globale, continueranno a innalzarsi e le calotte di ghiaccio continueranno a sciogliersi in qualsiasi scenario a medio termine.

#### **Futuro incerto e «brutte sorprese»: rischi catastrofici legati ai cambiamenti climatici**

L'aumento della temperatura media globale è un esito prevedibile dei cambiamenti climatici. È uno degli «aspetti noti» che emergono dagli esercizi di modellazione del clima. Esiste anche un vasto insieme di «incognite note». Si tratta di eventi prevedibili con ampie aree di incertezza legate alla loro entità e distribuzione nel tempo. Rischi incerti ma significativi di esiti catastrofici fanno parte dello scenario di cambiamenti climatici emergente.

Il quarto rapporto dell'IPCC richiama l'attenzione su una vasta serie di incertezze legate a potenziali eventi catastrofici. Tra questi, due eventi hanno svolto un ruolo prominente nei dibattiti sui cambiamenti climatici. Il primo è un rallentamento della circolazione termoalina profonda (MOC), l'enorme corrente di acqua calda nell'Oceano Atlantico. Il calore trasportato dalla corrente del Golfo equivale a circa l'1 per cento dell'attuale impiego energetico umano<sup>44</sup>. Grazie a questo trasporto di calore, la temperatura in Europa è fino a 8°C più calda, con gli effetti più significativi che si manifestano in inverno. La minaccia per il clima relativamente mite dell'Europa, assieme a problemi climatici in altre regioni, ha destato preoccupazioni riguardo al futuro della MOC.

L'acqua dolce supplementare che affluisce nell'Atlantico settentrionale in conseguenza dello scioglimento dei ghiacci è stata individuata come potenziale fattore di interruzione o rallentamento della MOC. L'arresto della corrente del Golfo proietterebbe l'Europa settentrionale verso un'era glaciale precoce. L'IPCC conclude che è molto improbabile che la MOC subisca un'ampia e brusca variazione durante il XXI secolo, ma avverte che «cambiamenti a lungo termine nella MOC non possono essere valutati con un sufficiente grado di fiducia». Inoltre, l'intervallo di probabilità per una variazione brusca rimane del 5-10 per cento. Se ciò può risultare «molto improbabile» secondo la contabilità statistica dell'IPCC, la portata della minaccia e la notevole incertezza che la circonda sono un valido argomento a favore di un atteggiamento precauzionale, nell'interesse delle generazioni future.

Lo stesso vale per l'innalzamento del livello dei mari. Gli scenari dell'IPCC indicano aumenti compresi tra 20 e 60 centimetri entro la fine del XXI secolo, e non si tratta di un cambiamento trascurabile. Inoltre, il quarto rapporto riconosce che «non si possono escludere valori maggiori». Gli esiti dipenderanno da complessi processi di formazione e scioglimento dei ghiacci e da effetti complessi del ciclo del carbonio. L'IPCC prevede che il continuo ritiro della vasta calotta di ghiaccio della Groenlandia sarà fonte di innalzamento del livello dei mari, con incertezze riguardo al futuro delle superfici ghiacciate dell'Antartide. Tuttavia, nel caso di quest'ultima, l'IPCC riconosce che i modelli recenti forniscono indizi di processi che potrebbero «aumentare la vulnerabilità delle calotte di ghiaccio al riscaldamento»<sup>45</sup>.

Queste incertezze non suscitano solo fugaci preoccupazioni astratte. Esaminiamo innanzitutto i dati relativi allo scioglimento delle superfici ghiacciate e all'innalzamento del livello dei mari. Finora, tale innalzamento è stato provocato in larghissima parte dall'espansione termica dovuta alla temperatura più elevata, più che dallo scioglimento dei ghiacci, ma ciò potrebbe cambiare. Per l'umanità nel suo insieme, la disintegrazione accelerata e la scomparsa definitiva delle calotte di ghiaccio della

Groenlandia e dell'Antartide occidentale sono forse la maggiore minaccia in assoluto legata ai cambiamenti climatici. Dati recenti indicano che il riscaldamento delle acque oceaniche sta assottigliando alcuni tratti della banchisa nell'Antartide occidentale di diversi metri all'anno. La superficie ghiacciata della Groenlandia soggetta a scioglimento estivo è aumentata di oltre il 50 per cento negli ultimi 25 anni. Le preoccupazioni per le sorti della banchisa antartica crescono sin dal momento del collasso dell'enorme piattaforma di ghiaccio Larsen B, nel 2002. Diverse altre piattaforme si sono staccate in breve tempo dalla banchisa negli ultimi anni<sup>46</sup>.

Uno dei motivi dell'incertezza sul futuro è che la disintegrazione della calotta di ghiaccio, al contrario della sua formazione, può avvenire molto rapidamente. Secondo uno dei climatologi più accreditati del mondo, che lavora presso la North American Space Agency (NASA), uno scenario di status quo relativo alla disintegrazione dei ghiacci nel XXI secolo potrebbe produrre un innalzamento del livello dei mari dell'ordine di 5 metri in questo secolo. Si noti che ciò non tiene conto dello scioglimento accelerato della calotta di ghiaccio della Groenlandia, la cui eliminazione totale innalzerebbe il livello dei mari di circa 7 metri<sup>47</sup>. L'IPCC presenta quello che si potrebbe definire un consenso basato sul minimo denominatore comune. Tuttavia, la sua valutazione dei rischi e delle incertezze non comprende dati recenti sullo scioglimento accelerato, né tiene conto della possibilità di effetti su larga scala, se pur imperfettamente compresi, del ciclo del carbonio. La conclusione è che le cifre impressionanti associate ai rischi potrebbero peccare per eccesso di moderazione.

Le «incognite note» associate all'innalzamento del livello dei mari sono un esempio particolarmente eclatante delle minacce con cui l'intera umanità deve confrontarsi. L'unica certezza è che le tendenze attuali e i dati del passato non offrono indicazioni adeguate per il futuro. I cambiamenti climatici potrebbero scatenare una serie di «sorprese»: risposte rapide e non lineari del sistema climatico alla forzatura di origine antropica ( riquadro 1.1).

I climatologi hanno operato una distinzione tra «sorprese immaginabili», che sono attualmente considerate possibili ma improbabili (per esempio, lo scioglimento delle calotte polari o le perturbazioni della MOC), e «sorprese vere», ovvero rischi non identificati a causa della complessità dei sistemi climatici<sup>48</sup>. Gli effetti di retroazione tra cambiamenti climatici e ciclo del carbonio, con variazioni della temperatura dagli esiti imprevedibili, sono la fonte di queste sorprese potenziali.

Sempre più dati inducono a ritenere che l'assorbimento naturale dell'anidride carbonica diminuirà con l'aumento della temperatura. Gli esercizi di modellazione svolti presso l'Hadley Centre rivelano che gli effetti di retroazione dei cambiamenti climatici potrebbero ridurre la capacità di assorbimento compatibile con una stabilizzazione a 450 ppm CO<sub>2</sub>e di 500 Gt, equivalente a diciassette anni di emissioni globali ai livelli attuali<sup>49</sup>. Come conseguenza pratica degli effetti di retroazione del ciclo del carbonio, potrebbe essere necessario rivedere al ribasso il livello di picco compatibile con gli obiettivi di stabilizzazione, oppure ridurre le emissioni in tempi più stretti, soprattutto in presenza di livelli più elevati di concentrazione di gas serra.

Le preoccupazioni per gli esiti potenzialmente catastrofici non devono distogliere l'attenzione dai rischi più immediati. Una parte significativa dell'umanità non dovrà aspettare la disintegrazione avanzata delle calotte di ghiaccio per conoscere la catastrofe, nelle condizioni attuali. Si può discutere sulle cifre precise, ma per il 40 per cento più povero della popolazione mondiale – circa 2,6 miliardi di persone – siamo di fronte a eventi legati ai cambiamenti climatici che comprometteranno le prospettive di sviluppo umano. Questo aspetto è approfondito nel capitolo 2.

### Rischi e incertezze come argomenti a favore dell'azione

Come dovrebbe rispondere il mondo alle incertezze associate ai cambiamenti climatici? Alcuni commentatori prediligono un atteggiamento attendista e ritengono che gli sforzi di mitigazione debbano essere intensificati alla

Il riscaldamento delle acque oceaniche sta assottigliando alcuni tratti della banchisa nell'Antartide occidentale di diversi metri all'anno

## Riquadro 1.1

## Gli effetti di retroazione potrebbero accelerare i cambiamenti climatici

Esistono numerosi effetti di retroazione positiva che potrebbero trasformare gli scenari relativi ai cambiamenti climatici per il XXI secolo. Gli alti livelli di incertezza legati agli effetti di retroazione positiva si riflettono nelle proiezioni alla base degli scenari IPCC.

Retroazioni multiple sono state osservate nella disintegrazione della banchisa. Un esempio è l'«effetto albedo», un processo che si verifica quando la neve e il ghiaccio cominciano a sciogliersi. Il ghiaccio ricoperto di neve riflette nello spazio gran parte della radiazione solare che lo colpisce. Quando il ghiaccio superficiale si scioglie, il ghiaccio umido più scuro assorbe più energia solare. L'acqua di scioglimento scava gallerie attraverso la coltre di ghiaccio, lubrificandone la base e accelerando il distacco di iceberg nell'oceano. Mano a mano che gli iceberg si staccano dalla banchisa, quest'ultima perde massa e la sua superficie si abbassa a una minore altitudine, dove la temperatura è più calda e provoca uno scioglimento ancora più rapido. Al tempo stesso, il riscaldamento degli oceani aggiunge al processo un altro effetto di retroazione positiva, in quanto scioglie i cumuli di ghiaccio al largo delle coste – piattaforme di ghiaccio – che spesso formano una barriera tra la banchisa e l'oceano.

Un'altra fonte di preoccupazione è lo scioglimento accelerato del permafrost in Siberia, dovuto al riscaldamento globale. Questo processo potrebbe immettere nell'atmosfera enormi quantità di metano – un gas serra estremamente potente – e aumentare

così il riscaldamento e la velocità di scioglimento del permafrost stesso.

L'interazione tra cambiamenti climatici e capacità di assorbimento dei pozzi costituiti dalle foreste pluviali fornisce un altro esempio di incertezze legate agli effetti di retroazione positiva. Si possono immaginare le foreste pluviali come enormi «banche del carbonio». Gli alberi della regione amazzonica del Brasile immagazzinano da soli 49 miliardi di  $\text{CO}_2$ . Altri 6 miliardi sono immagazzinati nelle foreste dell'Indonesia. Con l'aumento delle temperature globali, le alterazioni dei regimi climatici potrebbero mettere in moto processi tali da provocare l'emissione di enormi quantità di  $\text{CO}_2$  da questi serbatoi.

Le foreste pluviali si stanno già riducendo a un ritmo allarmante a causa delle pressioni commerciali, dell'abbattimento illecito di alberi e di altre attività. In uno scenario di status quo, i modelli climatici prevedono aumenti della temperatura di 4-6°C in gran parte della regione amazzonica entro il 2100. Secondo una ricerca condotta sotto l'egida dell'Istituto nazionale di ricerca spaziale del Brasile, ciò potrebbe trasformare fino al 30 per cento delle foreste pluviali amazzoniche in una specie di savana arida. Un'evoluzione di questo tipo incrementerebbe a sua volta le emissioni globali nette di  $\text{CO}_2$ . Poiché le foreste pluviali riciclano almeno la metà delle precipitazioni nell'atmosfera, la deforestazione accelerata aumenterebbe anche i periodi di siccità e favorirebbe l'estensione delle aree di savana.

Fonti: FAO 2007b; Hansen 2007a, b; Houghton 2005; Nobre 2007; Volpi 2007.

luce degli sviluppi. Il fatto che la valutazione dell'IPCC e le scienze climatiche in generale evidenzino rischi incerti con basse probabilità di catastrofe globale a medio termine è citato come motivo per rinviare il momento di agire.

Risposte di questo tipo non reggono di fronte alle esigenze delle politiche pubbliche per lo sviluppo di strategie di mitigazione dei cambiamenti climatici. Esaminiamo innanzitutto la risposta alle varie possibilità individuate dalle scienze climatiche. Tali possibilità non giustificano l'inazione, ma invitano a valutare la natura dei rischi individuati e sviluppare strategie di mitigazione dei rischi. Come ha affermato un gruppo di militari di alto grado degli Stati Uniti, nessun comandante sul campo, di fronte a rischi analoghi a quelli

che i cambiamenti climatici comportano, deciderebbe di non agire a causa delle incertezze: «Non possiamo attendere di avere la certezza. Evitare di agire perché un avvertimento non è abbastanza preciso è inammissibile»<sup>50</sup>.

La natura dei rischi associati alle incertezze riguardanti i cambiamenti climatici rafforza tale valutazione sotto tre aspetti. In primo luogo, si tratta di rischi con esiti catastrofici che minacciano tutte le generazioni future. L'innalzamento del livello dei mari che accompagnerebbe il collasso delle calotte di ghiaccio della Groenlandia e dell'Antartide occidentale travolgerebbe i sistemi di difesa dalle inondazioni persino nei paesi più ricchi, sommergendo vaste aree della Florida e gran parte dei Paesi Bassi, oltre a inondare il delta del Gange, Lagos e Shanghai. In secondo luogo, gli esiti as-

sociati ai rischi sono irreversibili: la calotta di ghiaccio dell'Antartide occidentale non potrà essere ripristinata dalle generazioni future. In terzo luogo, l'incertezza è a doppio taglio: le probabilità che gli esiti siano più perniciosi sono tante quante quelle che siano più favorevoli.

In un mondo con un solo paese, abitato da cittadini che condividono la preoccupazione per il benessere delle generazioni future, la mitigazione dei cambiamenti climatici sarebbe una priorità urgente. Sarebbe considerata come una polizza assicurativa contro i rischi catastrofici, nonché un obbligo fondato su considerazioni di equità intergenerazionale. In questo mondo a un solo paese, l'incertezza non sarebbe considerata una giustificazione per non agire, ma una prova della necessità di intervenire con fermezza per ridurre i rischi.

In un mondo costituito da numerosi paesi con livelli di sviluppo assai diversi, esiste un argomento complementare a favore di un'azione urgente. Tale argomento si basa innanzitutto su considerazioni di giustizia sociale, diritti umani e preoccupazioni etiche per le persone più povere e più vulnerabili del mondo. Milioni di queste persone sono già colpiti dai primi impatti dei cambiamenti climatici. Tali impatti rallentano già il progresso

umano e tutti gli scenari plausibili indicano che la situazione proseguirà su questa china, se non peggio. Poiché la mitigazione avrà un'influenza limitata sui cambiamenti climatici per diversi decenni, gli investimenti nell'adattamento devono essere considerati parte integrante della polizza assicurativa per i poveri del mondo.

Sia la mitigazione sia l'adattamento devono essere considerati necessità imprescindibili per la sicurezza umana in generale. I mutamenti pericolosi del clima, e i danni ecologici che ne conseguono, minacciano di provocare grandi migrazioni di popoli e un crollo dei sistemi di sostentamento su vasta scala. Gli effetti di propagazione si estenderebbero ben oltre le località direttamente colpite. I conseguenti risultati andrebbero dalla migrazione di popolazioni sfollate attraverso i confini nazionali al crollo potenziale di stati fragili. In un mondo interdipendente, nessun paese sarebbe immune dalle conseguenze. Naturalmente, molti paesi ricchi potrebbero voler proteggere i propri cittadini contro l'insicurezza legata al clima, investendo in opere di difesa dalle inondazioni e altre misure. Tuttavia, la rabbia e il risentimento che si diffonderebbero tra le persone direttamente colpite creerebbero insicurezze ancora maggiori.

In un mondo con un solo paese, abitato da cittadini che condividono la preoccupazione per il benessere delle generazioni future, la mitigazione dei cambiamenti climatici sarebbe una priorità urgente

### 1.3 Dal globale al locale: misurazione delle impronte ecologiche in un mondo disuguale

Ai fini della contabilità globale del carbonio, il mondo è un unico paese. L'atmosfera terrestre è una risorsa comune senza frontiere. Le emissioni di gas serra si mescolano liberamente nell'atmosfera nel tempo e nello spazio. Ai fini dei cambiamenti climatici, non fa alcuna differenza se la tonnellata marginale di CO<sub>2</sub> provenga da una centrale elettrica a carbone, da un'automobile o da una perdita di pozzi di assorbimento nelle foreste pluviali tropicali. Analogamente, quando entrano nell'atmosfera terrestre, i gas serra non sono suddivisi per paese di origine: una tonnellata di CO<sub>2</sub>

proveniente dal Mozambico ha lo stesso peso di una tonnellata di CO<sub>2</sub> proveniente dagli Stati Uniti.

Se ogni tonnellata di CO<sub>2</sub> ha identico peso, il conto globale maschera ampie variazioni nei contributi alle emissioni complessive derivanti da fonti diverse. Tutte le attività, tutti i paesi e tutte le persone figurano nel conto globale del carbonio, ma alcuni vi figurano in modo molto più incisivo di altri. In questa parte, esamineremo l'impronta ecologica lasciata dalle emissioni di CO<sub>2</sub>. Le differenze nella profondità delle impronte possono contribuire a

individuare importanti questioni di equità e distribuzione nelle strategie di mitigazione e adattamento.

### Impronte nazionali e regionali: i limiti della convergenza

Gran parte delle attività umane – la combustione di combustibili fossili per la generazione di energia elettrica, i trasporti, i cambiamenti di destinazione d'uso dei suoli e i processi industriali – genera emissioni di gas serra. Questo è uno dei motivi per cui la mitigazione rappresenta una sfida così impegnativa.

La scomposizione della distribuzione delle emissioni di gas serra evidenzia l'entità del problema (figura 1.3). Nel 2000, poco più della metà delle emissioni complessive proveniva dalla combustione di combustibili fossili. La generazione di energia elettrica rappresentava circa 10 GtCO<sub>2</sub>, ovvero circa un quarto del totale. I trasporti sono la seconda maggiore fonte di emissioni di CO<sub>2</sub> legate all'energia. Negli ultimi tre decenni, le emissioni di gas serra legate all'approvvigionamento energetico e ai trasporti sono aumentate rispettivamente del 145 e del 120 per cento. Il ruolo critico del settore energetico nelle emissioni globali non è interamente rappresentato dalla sua quota attuale. La generazione di energia elettrica è dominata da investimenti in in-

frastrutture ad alta intensità di capitale. Tali investimenti creano attività di lunga durata: le centrali elettriche che entrano in funzione oggi tra 50 anni emetteranno ancora CO<sub>2</sub>.

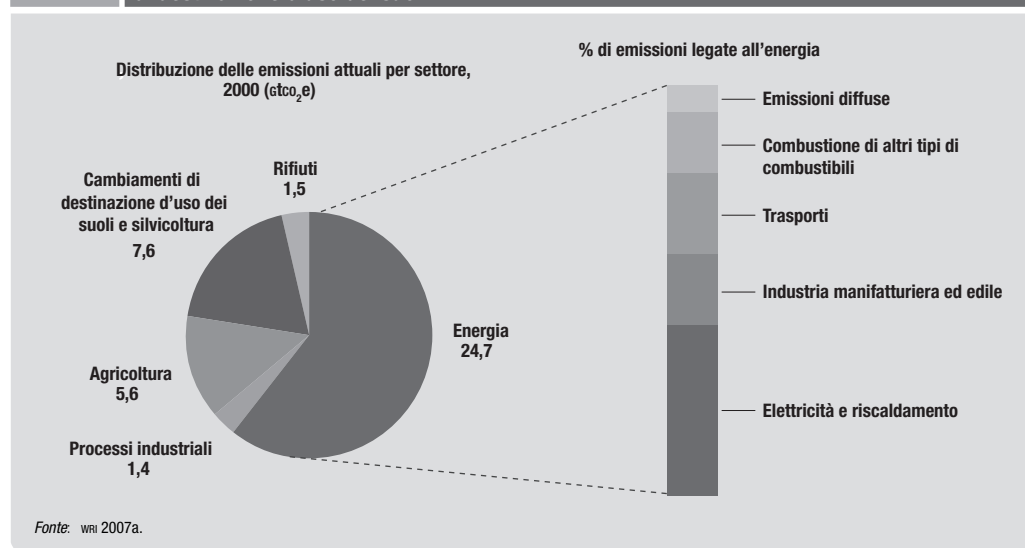
Anche i cambiamenti di destinazione d'uso dei suoli svolgono un ruolo importante. In questo contesto, la deforestazione è di gran lunga la maggiore fonte di emissioni di CO<sub>2</sub>, in quanto rilascia il carbonio sequestrato nell'atmosfera in conseguenza della combustione e della perdita di biomassa. I dati in materia sono più incerti che in altri settori, ma le stime migliori indicano emissioni annuali pari a circa 6 GtCO<sub>2</sub><sup>51</sup>. Secondo l'IPCC, la percentuale di emissioni di CO<sub>2</sub> derivanti dalla deforestazione è compresa tra l'11 e il 28 per cento delle emissioni totali<sup>52</sup>.

Una conclusione che emerge dall'analisi settoriale delle impronte ecologiche è che la mitigazione volta a ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> derivanti dalla generazione di energia elettrica, dai trasporti e dalla deforestazione verosimilmente darà risultati importanti.

Le impronte ecologiche nazionali si possono misurare in termini di depositi e di flussi. La profondità dell'impronta nazionale è strettamente legata ai modelli di impiego energetico storici e attuali. Se l'impronta complessiva dei paesi in via di sviluppo sta diventando più profonda, la responsabilità storica delle emissioni grava pesantemente sul mondo industrializzato.

Figura 1.3

**Le emissioni di gas serra sono dovute principalmente all'energia e ai cambiamenti di destinazione d'uso dei suoli**



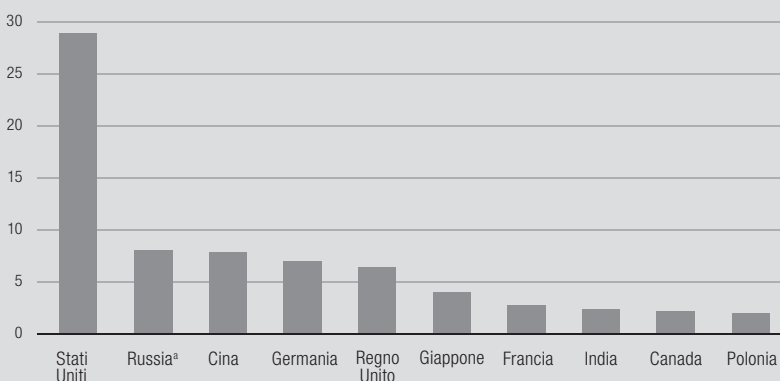
I paesi ricchi dominano il conto globale delle emissioni (figura 1.4). Collettivamente, rappresentano circa il 70 per cento della CO<sub>2</sub> emessa dall'inizio dell'era industriale. Le emissioni storiche ammontano a circa 1100 tonnellate di CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>) pro capite nel Regno Unito e negli Stati Uniti, rispetto a 66 tCO<sub>2</sub> pro capite in Cina e 23 tCO<sub>2</sub> pro capite in India<sup>53</sup>. Queste emissioni storiche sono importanti sotto due aspetti. In primo luogo, come già rilevato, le emissioni cumulative pregresse determinano i cambiamenti climatici di oggi. In secondo luogo, i margini di assorbimento delle emissioni future sono una funzione residua delle emissioni pregresse. Infatti, lo «spazio» ecologico disponibile per le emissioni future è determinato dalle azioni del passato.

Se si passa dai depositi ai flussi si ottiene un quadro diverso. Una caratteristica singolare di questo quadro è che le emissioni sono estremamente concentrate in un piccolo gruppo di paesi (figura 1.5). Gli Stati Uniti sono il maggiore produttore di emissioni e rappresentano circa un quinto del totale. Insieme, i primi cinque – Cina, India, Giappone, Russia e Stati Uniti – rappresentano oltre la metà; i primi dieci, oltre il 60 per cento. Se i cambiamenti climatici sono un problema globale, l'azione nazionale e multilaterale da parte di un gruppo relativamente ristretto di paesi o raggruppamenti – come il G8, l'Unione Europea (UE), la Cina e l'India – riguarderebbe una quota considerevole del flusso totale di emissioni.

È stata data grande importanza alla convergenza in termini di emissioni tra paesi industrializzati e paesi in via di sviluppo. Su un certo piano, il processo di convergenza è reale. I paesi in via di sviluppo rappresentano una quota crescente delle emissioni globali. Nel 2004, rappresentavano il 42 per cento delle emissioni di CO<sub>2</sub> legate alla produzione energetica, rispetto a circa il 20 per cento nel 1980 (tabella di appendice). La Cina potrebbe essere vicina a superare gli Stati Uniti quale maggiore responsabile di emissioni a livello mondiale, e l'India è ora al quarto posto. Si prevede che, entro il 2030, i paesi in via di sviluppo rappresenteranno poco più della metà delle emissioni totali<sup>54</sup>.

Figura 1.4 Nel conto globale delle emissioni prevalgono i paesi ricchi

Quota di emissioni globali di CO<sub>2</sub>, 1840-2004 (%)



a. Comprende una quota delle emissioni dell'Unione Sovietica commensurata all'attuale quota di emissioni della Russia nella CSI.

Fonte: CDIAC 2007.

Se si inserisce nel conto la deforestazione, la classifica globale delle emissioni di CO<sub>2</sub> viene rimescolata. Se le foreste pluviali del mondo fossero un paese, tale paese sarebbe in cima alla classifica mondiale delle emissioni di CO<sub>2</sub>. Tenendo soltanto conto delle emissioni derivanti dalla deforestazione, l'Indonesia figurerebbe come la terza fonte di emissioni annue di CO<sub>2</sub> (2,3 GtCO<sub>2</sub>), e il Brasile come la quinta (1,1 GtCO<sub>2</sub>)<sup>55</sup>. Si osservano ampie variazioni interannuali nelle emissioni, il che rende difficile il confronto tra paesi. Nel 1998, quando gli eventi legati al El Niño provocarono gravi siccità nel Sudest asiatico, secondo le stime gli incendi nelle foreste paludose liberarono nell'atmosfera 0,8-2,5 miliardi di tCO<sub>2</sub><sup>56</sup>. In Indonesia, le emissioni derivanti da cambiamenti di destinazione d'uso dei suoli e dalla silvicoltura sono stimate intorno a 2,5 GtCO<sub>2</sub>e all'anno, circa sei volte le emissioni legate alla produzione energetica e all'agricoltura sommate insieme<sup>57</sup>. Per il Brasile, le emissioni derivanti da cambiamenti di destinazione d'uso dei suoli rappresentano il 70 per cento del totale nazionale.

La convergenza nelle emissioni complessive è a volte citata come prova del fatto che i paesi in via di sviluppo nel loro insieme devono mettere in campo rapidamente strategie di mitigazione. Questa valutazione non tiene conto di alcune importanti considerazioni. Perché la mitigazione globale abbia successo, sarà necessaria la partecipazione dei paesi in

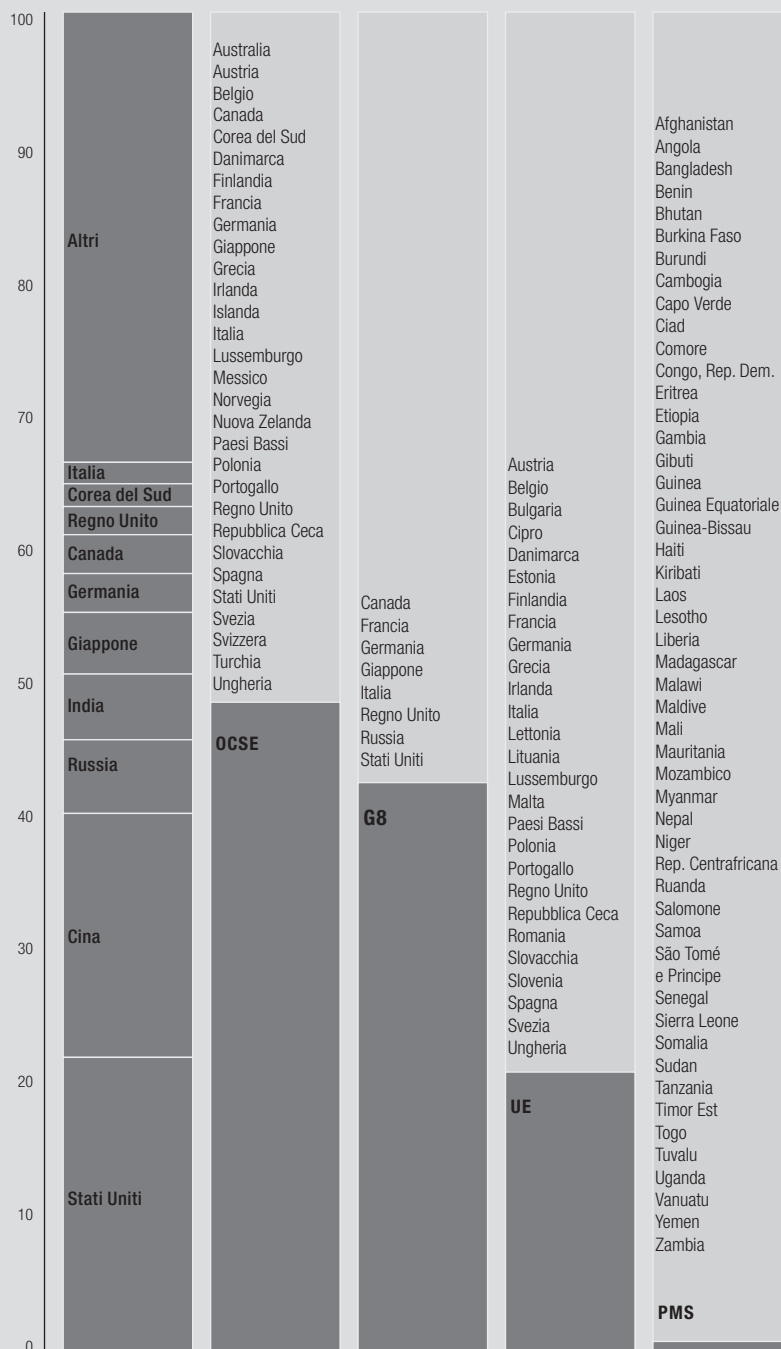
via di sviluppo, ma il grado di convergenza è notevolmente sopravvalutato.

Con solo il 15 per cento della popolazione mondiale, i paesi ricchi rappresentano il 45 per cento delle emissioni di CO<sub>2</sub>. L'Africa subsaha-

riana rappresenta circa l'11 per cento della popolazione mondiale, ma solo il 2 per cento delle emissioni globali. I paesi a basso reddito, nel loro insieme, rappresentano un terzo della popolazione mondiale, ma solo il 7 per cento delle emissioni.

**Figura 1.5** Le emissioni globali di CO<sub>2</sub> sono estremamente concentrate

Quota delle emissioni globali di CO<sub>2</sub>, 2004 (%)

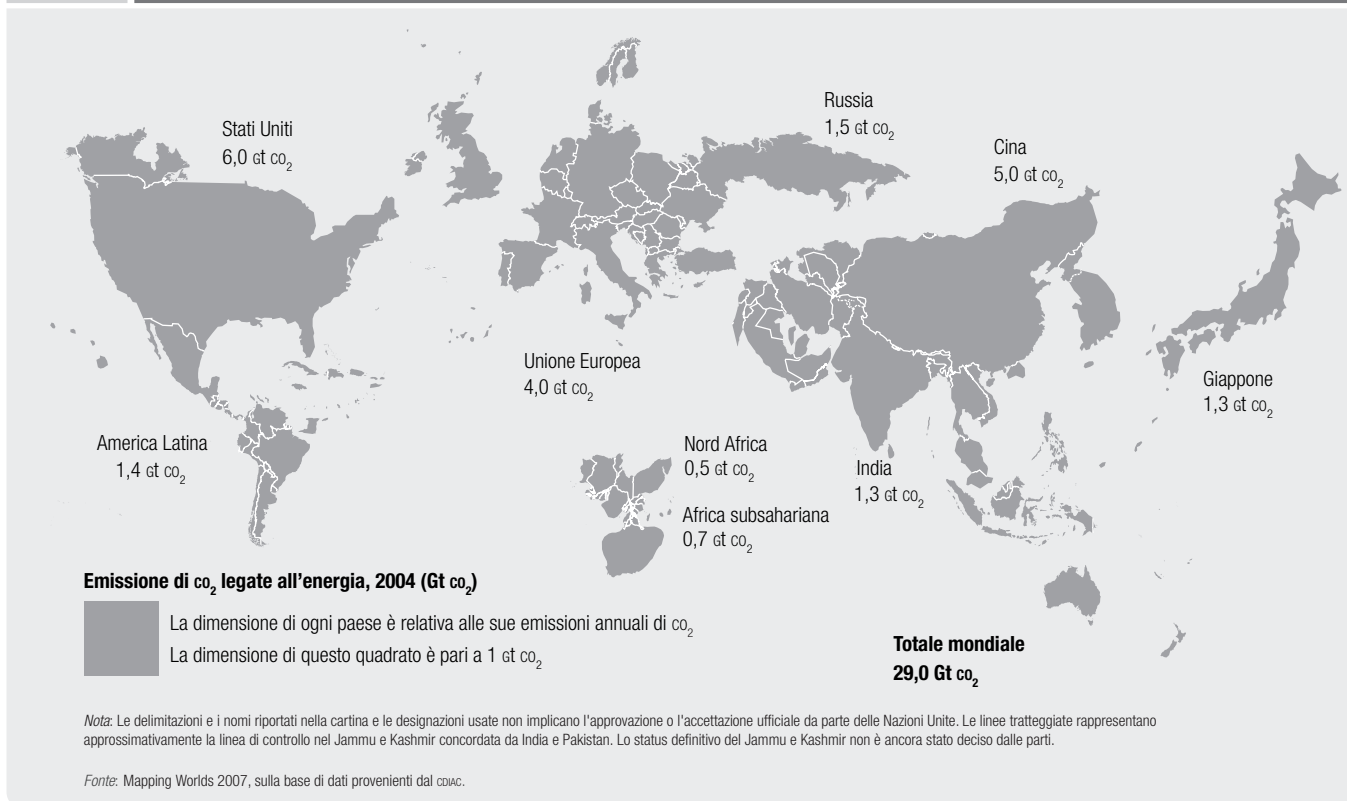


Fonte: CDIAC 2007.

## Disuguaglianze nell'impronta ecologica: non tutti hanno lo stesso peso

Le differenze in termini di profondità dell'impronta ecologica sono legate alla storia dello sviluppo industriale, ma riflettono anche l'ingente «debito di carbonio» accumulato dai paesi ricchi, un debito radicato nello sfruttamento eccessivo dell'atmosfera terrestre. Nei paesi ricchi, crescono le preoccupazioni per le emissioni di gas serra dei paesi in via di sviluppo, ma si tende ad avere minore consapevolezza del proprio contributo alla distribuzione globale delle emissioni di CO<sub>2</sub> (cartina 1.1). Esaminiamo gli esempi seguenti:

- il Regno Unito (popolazione: 60 milioni) emette più CO<sub>2</sub> di Egitto, Nigeria, Pakistan e Vietnam sommati insieme (popolazione totale: 472 milioni);
- i Paesi Bassi emettono più CO<sub>2</sub> di Bolivia, Colombia, Perù, Uruguay e i sette paesi dell'America centrale sommati insieme;
- negli Stati Uniti, il Texas (popolazione: 23 milioni) registra emissioni di CO<sub>2</sub> per circa 700 megatonnellate di CO<sub>2</sub> (MtCO<sub>2</sub>), ovvero il 12 per cento delle emissioni totali degli Stati Uniti, una cifra superiore a quella complessiva dell'Africa subsahariana, una regione che conta 690 milioni di abitanti;
- il Nuovo Galles del Sud in Australia (popolazione: 6,9 milioni) è responsabile di emissioni per 116 MtCO<sub>2</sub>. La cifra è paragonabile al totale aggregato per il Bangladesh, la Cambogia, l'Etiopia, il Kenya, il Marocco, il Nepal e lo Sri Lanka;
- i 19 milioni di abitanti dello stato di New York lasciano un'impronta ecologica più profonda dei 766 milioni di persone che vivono nei 50 paesi meno sviluppati (146 MtCO<sub>2</sub>).

Cartina 1.1 Mappatura della variazione globale delle emissioni di CO<sub>2</sub>

Le enormi disuguaglianze tra una nazione e l'altra in questo ambito riflettono le disparità nelle emissioni pro capite. L'adeguamento dei conti delle emissioni di CO<sub>2</sub>, al fine di tenere conto di queste disparità, rivela i forti limiti della convergenza delle emissioni (figura 1.6).

La convergenza delle impronte ecologiche è un processo limitato e parziale, cominciato a livelli di emissioni differenti. Se la Cina può essere prossima a superare gli Stati Uniti quale maggiore produttore mondiale di emissioni di CO<sub>2</sub>, a livello pro capite, le sue emissioni sono solo un quinto di quelle americane. Le emissioni dell'India sono in aumento, ma la sua impronta ecologica pro capite è inferiore a un decimo di quella dei paesi ad alto reddito. In Etiopia, l'impronta ecologica media pro capite è 0,1 tonnellate, rispetto alle 20 del Canada. L'incremento pro capite delle emissioni negli Stati Uniti dal 1990 (1,6 tonnellate) è superiore al totale delle emissioni pro capite dell'India nel 2004 (1,2 tonnellate). L'incremento complessivo delle emissioni degli Stati

Uniti supera le emissioni totali dell'Africa subsahariana. L'incremento pro capite in Canada dal 1990 (5 tonnellate) è superiore alle emissioni pro capite della Cina nel 2004 (3,8 tonnellate).

La distribuzione delle emissioni attuali rivela un rapporto inverso tra rischio di cambiamenti climatici e responsabilità. Le persone più povere del mondo lasciano un'impronta ecologica molto leggera sul pianeta. Stimiamo che l'impronta ecologica del miliardo di persone più povere sul pianeta rappresenti circa il 3 per cento del totale. Vivendo in aree rurali vulnerabili e in baraccopoli urbane, il miliardo di persone più povere è estremamente esposto alle minacce dei cambiamenti climatici, dei quali ha una responsabilità trascurabile.

### L'energia: uno spartiacque globale

Le disuguaglianze nelle impronte ecologiche, complessive e pro capite, sono intimamente legate a disparità più ampie. Rispecchiano la relazione tra crescita economica, sviluppo

**Figura 1.6** Paesi ricchi, impronte ecologiche profonde

**Emissioni di CO<sub>2</sub>**  
(t CO<sub>2</sub> pro capite)

**2004** ●  
**1990** ○

**Stati Uniti**  
**20,6**  
19,3

**Canada**  
**20,0**  
15,0

**Russia**  
**10,6**  
13,4 (1992)

**Regno Unito**  
**9,8**  
10,0

**Francia**  
**6,0**  
6,4

**Cina**  
**3,8**  
2,1

**Egitto** **2,3** 1,5

**Brasile** **1,8** 1,4

**Viet Nam** **1,2** 0,3

**India** **1,2** 0,8

**Nigeria** **0,9** 0,5

**Bangladesh** **0,3** 0,1

**Tanzania** **0,1** 0,1

**Etiopia** **0,1** 0,1

*Fonte: CDIAC 2007.*

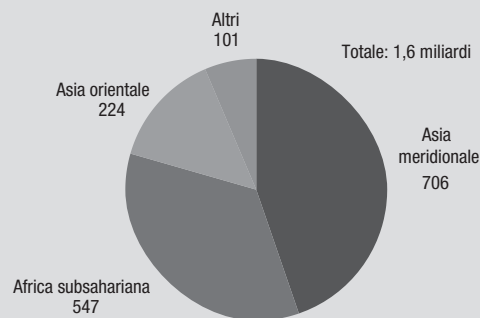
industriale e accesso ai moderni servizi energetici. Tale relazione richiama l'attenzione su un tema importante per lo sviluppo umano. I cambiamenti climatici e la limitazione dell'uso eccessivo di combustibili fossili potrebbero essere la più grande sfida del XXI secolo, ma una sfida altrettanto urgente e più immediata è estendere l'offerta di servizi energetici a costi accessibili ai poveri del mondo.

Vivere senza energia elettrica influenza molti aspetti dello sviluppo umano. I servizi energetici svolgono un ruolo critico non solo sotto il profilo della crescita economica e dell'occupazione, ma anche dal punto di vista della qualità della vita delle persone. Circa 1,6 miliardi di persone nel mondo non hanno accesso a tali servizi (figura 1.7). In gran parte vivono nell'Africa subsahariana<sup>58</sup>, dove solo un quarto circa degli abitanti utilizza servizi energetici moderni, e nell'Asia meridionale.

L'enorme deficit globale nell'accesso ai servizi energetici di base va esaminato nel contesto dei problemi legati all'aumento delle emissioni di CO<sub>2</sub> nei paesi in via di sviluppo. Le emissioni di CO<sub>2</sub> dell'India possono essere diventate una fonte di preoccupazione globale per la sicurezza climatica, ma questa prospettiva è molto parziale. In India, le persone che vivono senza accesso all'energia elettrica moderna sono circa 500 milioni, più della popolazione totale dell'UE allargata. Sono persone che vivono senza nemmeno una lampadina in casa e dipendono dalla legna da ardere o dallo sterco animale per cucinare<sup>59</sup>. Se l'accesso all'energia è in aumento nei paesi in via di sviluppo, i progressi rimangono lenti e disomogenei e ostacolano la riduzione della povertà. A livello mondiale, se le tendenze attuali proseguiranno, nel 2030 vi saranno ancora 1,4 miliardi di persone prive di accesso ai servizi energetici moderni (riquadro 1.2)<sup>60</sup>. Attualmente, circa 2,5 miliardi di persone dipendono dalle biomasse (figura 1.8).

Cambiare questa situazione è indispensabile per lo sviluppo umano. La sfida è ampliare l'accesso ai servizi energetici di base e

**Figura 1.7** Vivere senza elettricità

**Persone prive di accesso all'elettricità (milioni, 2004)**

*Fonte: IEA 2006c.*

limitare al tempo stesso l'aggravamento dell'impronta ecologica pro capite nei paesi in via di sviluppo. Le chiavi sono il miglioramento dell'efficienza energetica e lo sviluppo di tecnologie a basse emissioni di gas serra, come si dimostra nel capitolo 3.

Esistono abbondanti motivi pratici e ragionevoli per adottare una strategia che rifletta le responsabilità del passato e le capacità attuali. Le responsabilità e le capacità di mitigazione non si possono desumere dall'aritmetica delle impronte ecologiche. Ciononostante, tale aritmetica fornisce alcuni indizi ovvi. Per esempio, a parità di altre condizioni, un taglio del 50 per cento delle emissioni di CO<sub>2</sub> dell'Asia meridionale e dell'Africa subsahariana ridurrebbe le emissioni globali del 4 per cento. Una riduzione analoga nei paesi ad alto reddito ridurrebbe le emissioni del 20 per cento. Gli argomenti relativi all'equità sono altrettanto persuasivi. Mediamente, un impianto di condizionamento dell'aria in Florida emette più CO<sub>2</sub> in un anno di una persona in Afghanistan o in Cambogia durante tutta la vita, e una lavastoviglie in Europa, in un anno, emette tanta CO<sub>2</sub> quanta ne emettono tre etiopi. Se la mitigazione dei cambiamenti climatici è una sfida globale, è dai paesi sui quali grava gran parte della responsabilità storica e tra le persone che lasciano l'impronta più profonda che si deve cominciare.

## 1.4 Evitare i mutamenti pericolosi del clima: un percorso sostenibile per le emissioni

I cambiamenti climatici sono un problema globale che richiede una soluzione internazionale. Il punto di partenza dev'essere un accordo internazionale sulla limitazione delle emissioni di gas serra. Le strategie di limitazione devono essere definite a livello nazionale, ma ciò che si può fare a livello internazionale è adottare un quadro che fissi i limiti per le emissioni globali. Tale quadro deve tracciare percorsi per le emissioni compatibili con l'obiettivo di evitare mutamenti pericolosi del clima.

In questa parte, è descritto tale percorso. Si comincia con l'individuare un bilancio globale del carbonio per il XXI secolo. Il concetto di bilancio del carbonio non è nuovo. Fu sviluppato dagli artefici del Protocollo di Kyoto e alcuni governi lo hanno adottato (cfr. capitolo 3). Di fatto, il bilancio del carbonio è analogo a un bilancio finanziario. I bilanci finanziari devono valutare la spesa alla luce delle risorse disponibili e, allo stesso modo, i bilanci del carbonio devono valutare le emissioni di gas serra alla luce della capacità ecologica disponibile. Tuttavia, i bilanci del carbonio devono coprire un periodo molto lungo. Poiché le emissioni che causano l'accumulo di gas serra sono cumulative e longeve, è necessario stabilire un quadro per la spesa che comprenda diversi decenni anziché anni.

Esistono altri parallelismi tra bilancio finanziario e bilancio del carbonio. Quando stabiliscono i loro bilanci, le famiglie o i governi perseguono un insieme di obiettivi. Le famiglie devono evitare modelli di spesa insostenibili o affrontare la prospettiva di indebitarsi. I bilanci dei governi mirano a realizzare un insieme di obiettivi di politica pubblica in settori quali l'occupazione, l'inflazione e la crescita economica. Se la spesa pubblica supera di larga misura le entrate, le conseguenze si riflettono in ampi disavanzi, inflazione e accumulo di debito. In ultima analisi, i bilanci servono a vivere entro i limiti della sostenibilità finanziaria.

### Bilancio del carbonio per un pianeta fragile

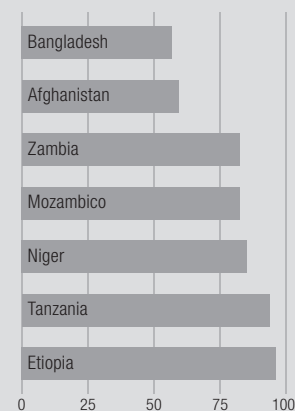
I bilanci del carbonio definiscono i limiti della sostenibilità ecologica. Il nostro bilancio del carbonio ha un unico obiettivo: mantenere l'incremento medio della temperatura globale al di sotto dei 2°C (rispetto ai livelli preindustriali). La giustificazione di questo obiettivo, come abbiamo visto, affonda le radici nelle scienze climatiche e nelle possibili esigenze di sviluppo umano. Le scienze climatiche individuano in 2°C il potenziale «punto di svolta» per esiti catastrofici nel lungo periodo. Più nell'immediato, rappresenta un «punto di svolta» per significative inversioni di tendenza dello sviluppo umano durante il XXI secolo. Rimanere al di sotto della soglia dei 2°C dovrebbe essere considerato un obiettivo a lungo termine, ragionevole e prudente, per evitare mutamenti pericolosi del clima. Molti governi lo hanno adottato. La gestione sostenibile del bilancio del carbonio dovrebbe essere intesa come un mezzo per conseguire tale fine.

Qual è il limite massimo per le emissioni di gas serra in un mondo impegnato a evitare mutamenti pericolosi del clima? Affronteremo la questione utilizzando le simulazioni effettuate dall'Istituto di ricerca sull'impatto climatico di Potsdam (PIK).

La stabilizzazione dei depositi di gas serra richiede un equilibrio tra gli attuali livelli di emissioni e assorbimento. Un obiettivo di stabilizzazione specifico si può raggiungere tramite alcune possibili traiettorie per le emissioni. In termini generali, le emissioni possono registrare un picco precoce e diminuire gradualmente, oppure registrare un picco più tardivo e diminuire più velocemente. Se l'obiettivo è evitare mutamenti pericolosi del clima, il punto di partenza è individuare un obiettivo di stabilizzazione compatibile con la condizione che il mondo rimanga al di sotto della soglia di 2°C relativa ai mutamenti pericolosi del clima.

**Figura 1.8** Molti paesi dipendono ancora dalle biomasse

Consumo di combustibili tradizionali (% del fabbisogno totale di energia)



Fonte: Calcolo sulla base di dati sul consumo di combustibili tradizionali e sul fabbisogno complessivo di energia tratti da un 2007c.

### Rimanere al di sotto di 2°C: il punto «fifty-fifty»

Nella nostra simulazione, fissiamo la barra al livello minimo ragionevole, cioè individuiamo il livello di depositi di gas serra compatibile con una probabilità del cinquanta per cento di evitare mutamenti pericolosi del clima. Tale livello è intorno a 450 ppm CO<sub>2</sub>e. Si potrebbe affermare che questo obiettivo non è abbastanza ambizioso: la maggioranza delle persone non scommetterebbe sul proprio benessere futuro lanciando una moneta. Tuttavia, una stabilizzazione intorno a 450 ppm CO<sub>2</sub>e comporterà uno sforzo globale notevole.

Se si fissa la barra al di sopra del nostro obiettivo, le probabilità di evitare mutamenti pericolosi del clima diventano scarse. A un livello di deposito di gas serra di 550 ppm CO<sub>2</sub>e, la probabilità di superare la soglia di 2°C sale a circa l'80 per cento (figura 1.9). Optare per l'obiettivo di 550 ppm CO<sub>2</sub>e equivarrebbe a

scommettere sul futuro del pianeta e sulle prospettive di sviluppo umano nel XXI secolo in condizioni di assoluto svantaggio. Vi sarebbe infatti una probabilità su tre di superare i 3°C.

Il consenso emergente sulla necessità di limitare i cambiamenti climatici alla soglia di 2°C stabilisce un obiettivo ambizioso, ma realizzabile. Per conseguire tale obiettivo sono necessarie strategie concertate volte a limitare l'accumulo di depositi di gas serra a 450 ppm. Sebbene vi siano incertezze sul margine, questa rimane la stima migliore più plausibile per un bilancio del carbonio sostenibile.

Se il mondo fosse un solo paese, oggi gestirebbe un bilancio del carbonio pericolosamente spropositato e insostenibile. Se si trattasse di un bilancio finanziario, il governo di tale paese accumulerebbe un enorme disavanzo, esponendo i suoi cittadini all'iperinflazione e a un debito insostenibile. Il miglior modo di illustrare la mancanza di prudenza nel definire il bilancio del carbonio è prendere in considerazione l'intero secolo.

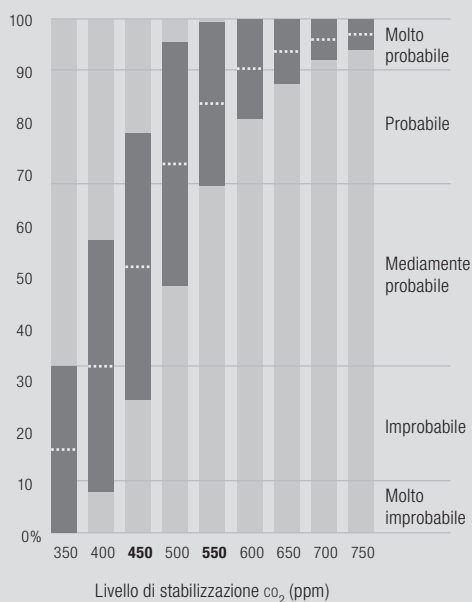
Per svolgere questo esercizio, facciamo ricorso alle simulazioni del PIK. Il nostro approccio si concentra sulle emissioni di CO<sub>2</sub> legate ai combustibili fossili, perché sono quelle di maggiore rilevanza diretta per la discussione delle politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici. Si individua un livello di emissioni compatibile con la necessità di evitare mutamenti pericolosi del clima. In breve, il bilancio per il XXI secolo ammonta a 1456 GtCO<sub>2</sub>, ovvero circa 14,5 GtCO<sub>2</sub> su una semplice base media annua<sup>61</sup>. Le emissioni attualmente raggiungono il doppio di questo livello. In termini di bilancio finanziario, la spesa è pari al doppio delle entrate.

La cattiva notizia è che la situazione è peggiore di quanto sembri, perché le emissioni aumentano con la crescita demografica e la crescita economica. Utilizzando gli scenari dell'IPCC, il livello di emissioni giudicato compatibile, di qui alla fine del XXI secolo, con la necessità di evitare mutamenti pericolosi del clima, potrebbe essere raggiunto già nel 2032, o nel 2042, secondo ipotesi più favorevoli (figura 1.10).

Figura 1.9

**Il rischio di mutamenti pericolosi del clima aumenta con la crescita dei depositi di gas serra**

Probabilità di superare 2°C di aumento della temperatura (%)



Nota: I dati si riferiscono alle stime più alta, più bassa e centrale, risultati da diversi modelli climatici. Cfr. Meinshausen 2007, per i particolari.

Fonte: Meinshausen 2007.

## Scenari per la sicurezza climatica: il tempo stringe

Queste proiezioni illustrano un dramma in due atti. Il primo atto riguarda la gestione di base del bilancio. Come comunità globale, stiamo venendo meno alle più elementari prove di buona prassi finanziaria. Di fatto, spendiamo il nostro salario mensile in 10 giorni. Gli attuali modelli di impiego energetico e di emissioni stanno dilapidando i beni ecologici del pianeta e generando debiti ecologici insostenibili. Tali debiti saranno ereditati dalle generazioni future, che dovranno compensare le nostre azioni con enormi costi umani e finanziari, oltre ad affrontare le minacce rappresentate dai mutamenti pericolosi del clima.

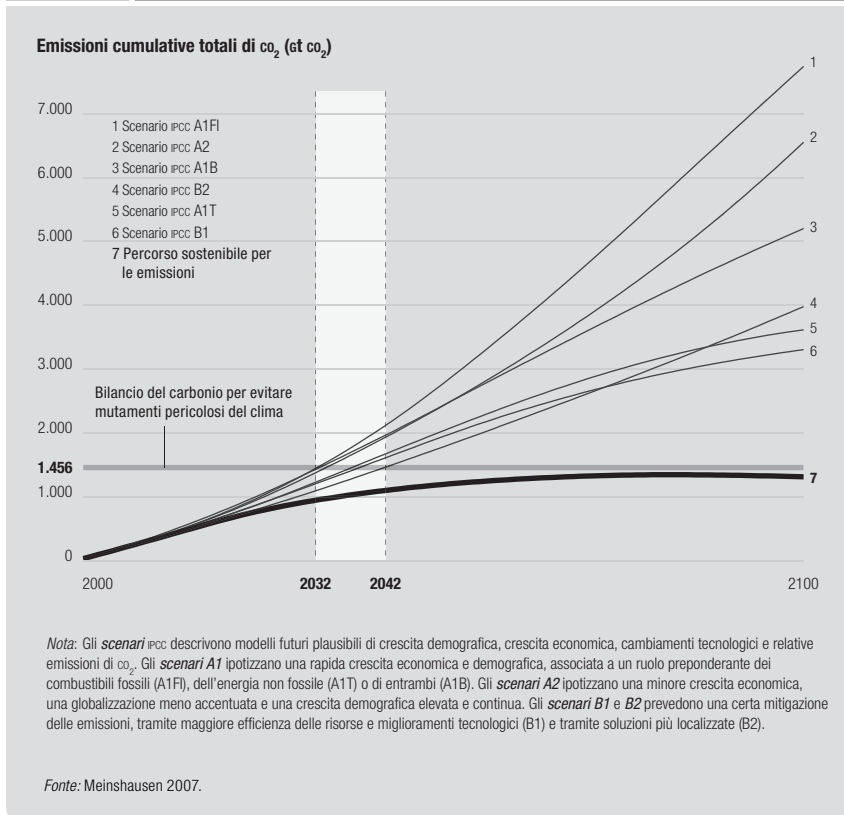
Il secondo atto è altrettanto desolante: il tempo stringe. Il fatto che il bilancio del carbonio sia destinato a giungere a scadenza tra il 2032 e il 2042 non significa che abbiamo due o tre decenni di tempo per agire. Una volta raggiunta la soglia critica, non vi è alcuna possibilità di tornare indietro e scegliere un'alternativa più sicura per il clima. Inoltre, i percorsi per le emissioni non si possono modificare dall'oggi al domani. Sono necessarie profonde riforme nelle politiche energetiche e nei comportamenti, che si realizzano nell'arco di diversi anni.

### Quanti pianeti?

Alla vigilia dell'indipendenza dell'India, fu chiesto al Mahatma Gandhi se riteneva che il suo paese potesse adottare il modello di sviluppo industriale britannico. La sua risposta conserva notevole risonanza in un mondo che deve ridefinire le sue relazioni con l'ecologia della Terra: «La Gran Bretagna ha avuto bisogno della metà delle risorse del pianeta per raggiungere la sua prosperità. Quanti pianeti servirebbero all'India per il suo sviluppo?».

Formuliamo lo stesso quesito per un mondo che si avvicina lentamente alla soglia dei mutamenti pericolosi del clima. Sulla base del limite massimo annuale di 14,5 GtCO<sub>2</sub>, se si congelassero le emissioni al livello attuale di 29 GtCO<sub>2</sub>, avremmo bisogno di due pianeti. Tuttavia, alcuni paesi amministrano conti meno sostenibili di altri. Con il 15 per cento della popola-

Figura 1.10 Il bilancio del carbonio per il XXI secolo è destinato ad avere una breve durata



zione mondiale, i paesi ricchi utilizzano il 90 per cento del bilancio sostenibile. Quanti pianeti sarebbero necessari, se i paesi in via di sviluppo seguissero l'esempio dei paesi ricchi? Se ogni persona che vive nei paesi in via di sviluppo avesse un'impronta ecologica identica a quella media dei paesi ad alto reddito, le emissioni globali di CO<sub>2</sub> salirebbero a 85 GtCO<sub>2</sub>, un livello che richiederebbe sei pianeti. Con un'impronta globale pro capite al livello australiano, servirebbero sette pianeti, cifra che sale a nove per un mondo con i livelli di emissioni pro capite degli Stati Uniti e del Canada (tabella 1.2).

La risposta alla domanda di Gandhi solleva alcune questioni più generali, riguardanti la giustizia sociale nella mitigazione dei cambiamenti climatici. Come comunità globale, stiamo accumulando un debito di carbonio enorme e insostenibile, ma gran parte di tale debito è stata accumulata dai paesi più ricchi del mondo. La sfida è definire un bilancio globale del carbonio che tracci una rotta equa e sostenibile e ci permetta di evitare mutamenti pericolosi del clima.

## Riquadro 1.2

## Milioni di persone non hanno accesso ai servizi energetici moderni

«La nostra giornata comincia prima delle cinque del mattino, perché dobbiamo andare a prendere l'acqua, preparare la colazione per la famiglia e mandare i bambini a scuola. Intorno alle otto, cominciamo a raccogliere legna. Dobbiamo percorrere diversi chilometri. Quando non riusciamo a trovare legna, per cucinare usiamo lo sterco degli animali, ma fa male agli occhi e ai bambini».

Elisabeth Faye, coltivatrice, 32 anni, Mbour, Senegal

Nella maggioranza dei paesi ricchi, l'accesso all'energia elettrica è dato per scontato. Pigiando un interruttore, si accende la luce, si scalda l'acqua e si cucinano i pasti. L'occupazione e la prosperità sono sostenute da sistemi energetici che promuovono l'industria moderna, fanno funzionare i computer e alimentano le reti di trasporto.

Per persone come Elisabeth Faye l'accesso all'energia ha un significato molto diverso. Raccogliere legna da usare come combustibile è un'attività faticosa, che richiede parecchio tempo: 2-3 ore al giorno. Quando non riesce a raccogliere legna, l'unica alternativa è usare lo sterco degli animali per cucinare: un grave rischio per la salute.

Nei paesi in via di sviluppo, vi sono circa 2,5 miliardi di persone che, come Elisabeth Faye, sono costrette a fare assegnamento sulle biomasse – legna da ardere, carbone vegetale e sterco animale – per soddisfare il loro fabbisogno energetico per cucinare (figura 1.8).

Nell'Africa subsahariana, oltre l'80 per cento della popolazione dipende dalle biomasse tradizionali per cucinare, così come oltre la metà della popolazione dell'India e della Cina.

Le disparità nell'accesso all'energia moderna sono strettamente legate a disuguaglianze più generali nelle opportunità di sviluppo umano. I paesi con bassi livelli di accesso ai sistemi energetici moderni spiccano nella categoria delle nazioni a basso sviluppo umano. Anche all'interno dei paesi, le disparità nell'accesso ai servizi energetici moderni tra ricchi e poveri e tra zone urbane e rurali interagiscono con disuguaglianze più generali nelle opportunità.

I poveri e i paesi poveri pagano un prezzo elevato per la mancanza di servizi energetici moderni:

- **Salute.** L'inquinamento dell'aria negli ambienti chiusi, dovuto all'uso di combustibili solidi, è un'importante causa di morte. Miete 1,5 milioni di vittime all'anno, oltre la metà delle quali di età inferiore a cinque anni: ciò significa 4000 decessi al giorno. Per contestualizzare questa cifra, essa supera il numero totale di decessi per malaria ed è comparabile al numero di decessi per tubercolosi. Le vittime sono in gran parte donne, bambini e poveri delle aree rurali. L'inquinamento dell'aria negli ambienti chiusi è anche una delle principali cause di infezione delle vie respiratorie inferiori e di polmonite nei bambini. In Uganda, tra i bambini di età inferiore a cinque anni si registrano da 1 a 3 episodi di infezione acuta delle vie respiratorie all'anno. In India, dove tre famiglie su quattro nelle aree rurali dipendono dalla legna da ardere e dallo sterco animale per cucinare e scaldarsi, l'inquinamento dovuto a biocombustibili non lavorati rappresenta la causa di circa il 17 per cento dei decessi infantili. L'elettrificazione è spesso

Tabella 1.2 Per sostenere impronte ecologiche al livello dei paesi OCSE, non basterebbe un solo pianeta <sup>a</sup>

	Emissione CO <sub>2</sub> pro capite (t CO <sub>2</sub> ) 2004	Emissioni di CO <sub>2</sub> equivalenti globali (et CO <sub>2</sub> ) 2004 <sup>b</sup>	Numero equivalente bilanci del carbonio sostenibili <sup>c</sup>
Mondo <sup>d</sup>	4,5	29	2
Australia	16,2	104	7
Canada	20,0	129	9
Francia	6,0	39	3
Germania	9,8	63	4
Italia	7,8	50	3
Giappone	9,9	63	4
Paesi Bassi	8,7	56	4
Spagna	7,6	49	3
Regno Unito	9,8	63	4
Stati Uniti	20,6	132	9

a. Secondo le misurazioni dei bilanci del carbonio sostenibili.

b. Si riferisce alle emissioni globali, se ogni paese del mondo avesse il medesimo livello di emissioni pro capite del paese specifico.

c. Sulla base di un percorso sostenibile per le emissioni di 14,5 CO<sub>2</sub> annue.

d. Impronta ecologica globale attuale

Fonte: Calcoli effettuati dallo HDRO, sulla base della tabella degli indicatori 24.

### Tracciare una rotta per evitare mutamenti pericolosi del clima

Utilizziamo il modello del PIK per individuare percorsi plausibili per rimanere al di sotto della soglia di 2°C. Un percorso considera il mondo come un solo paese – e lo è, ai fini della contabilità del carbonio – e individua obiettivi per il razionamento o la «ripartizione degli oneri». Tuttavia, perché un qualsiasi sistema di ripartizione degli oneri sia efficace, i partecipanti devono ritenere equa la distribuzione delle razioni. La stessa UNFCCC lo riconosce, tramite l'ingiunzione di «proteggere il sistema climatico [...] su una base di equità e in rapporto alle [...] comuni ma differenziate responsabilità e alle rispettive capacità».

Sebbene l'interpretazione di tale ingiunzione sia oggetto di negoziati, abbiamo operato una distinzione tra paesi industrializzati e paesi in via di sviluppo, tracciando percorsi distinti

associata a progressi più generali nelle condizioni di salute. Per esempio, in Bangladesh, si stima che l'elettrificazione rurale aumenti il reddito dell'11 per cento e prevenga 25 decessi infantili ogni 1000 famiglie allacciate alla rete.

- **Genere.** Le donne e le ragazze devono dedicare moltissimo tempo alla raccolta di legna da ardere, fatto che esaspera le disuguaglianze di genere nelle opportunità di sostentamento e di istruzione. Raccogliere legna e sterco animale è un'attività lunga e faticosa, che comporta il trasporto di carichi medi spesso superiori a 20 chili. In una ricerca condotta nelle aree rurali della Tanzania si è riscontrato che, in alcune zone, le donne percorrono 5-10 chilometri al giorno per raccogliere e trasportare legna da ardere, con carichi medi compresi tra 20 e 38 chili. Nelle aree rurali dell'India, i tempi medi di raccolta possono superare 3 ore al giorno. Al di là dell'onere immediato che grava sul tempo e sul fisico, la raccolta di legna da ardere spesso impedisce alle ragazze di frequentare la scuola.
- **Costi economici.** Le famiglie povere in genere spendono una quota considerevole del loro reddito per la legna da ardere o il carbone vegetale. In Guatemala e in Nepal, la spesa per la legna rappresenta il 10-15 per cento della spesa totale delle famiglie nel quintile più povero. Il tempo dedicato alla raccolta di legna da ardere presenta costi significativi in termini di oppor-

tunità, in quanto limita la possibilità delle donne di intraprendere attività che generino reddito. Più in generale, l'accesso inadeguato ai servizi energetici moderni limita la produttività e contribuisce a mantenere povere le persone.

- **Ambiente.** Le carenze nell'accesso all'energia moderna possono creare un circolo vizioso di inversioni di tendenza a livello ambientale, economico e sociale. La produzione insostenibile di carbone vegetale in risposta alla crescente domanda urbana ha esercitato enormi pressioni sulle aree circostanti le grandi città, come Luanda in Angola e Addis Abeba in Etiopia. In alcuni casi, la produzione di carbone vegetale e la raccolta di legna hanno contribuito alla deforestazione locale. Con la diminuzione delle risorse, lo sterco animale e i residui agricoli sono utilizzati come combustibili anziché essere impiegati per arricchire i terreni, il che compromette la produttività del suolo.

Un più ampio accesso all'energia elettrica a costi sostenibili per i poveri rimane una priorità importante per lo sviluppo. Le proiezioni attuali indicano che il numero di persone che fanno assegnamento sulle biomasse aumenterà nel prossimo decennio e oltre, soprattutto nell'Africa subsahariana, il che comprometterà i progressi verso diversi OSM, tra cui quelli relativi al tasso di sopravvivenza infantile e materno, all'istruzione, alla riduzione della povertà e alla sostenibilità ambientale.

Fonti: IEA 2006c; Kelkar and Bhadwal 2007; Modi et al. 2005; Seck 2007b; WHO 2006; World Bank 2007b.

per i due gruppi. I risultati sono riepilogati nella figura 1.11. Le riduzioni, rispetto all'anno di riferimento 1990, previste dal nostro percorso sostenibile per le emissioni sono le seguenti:

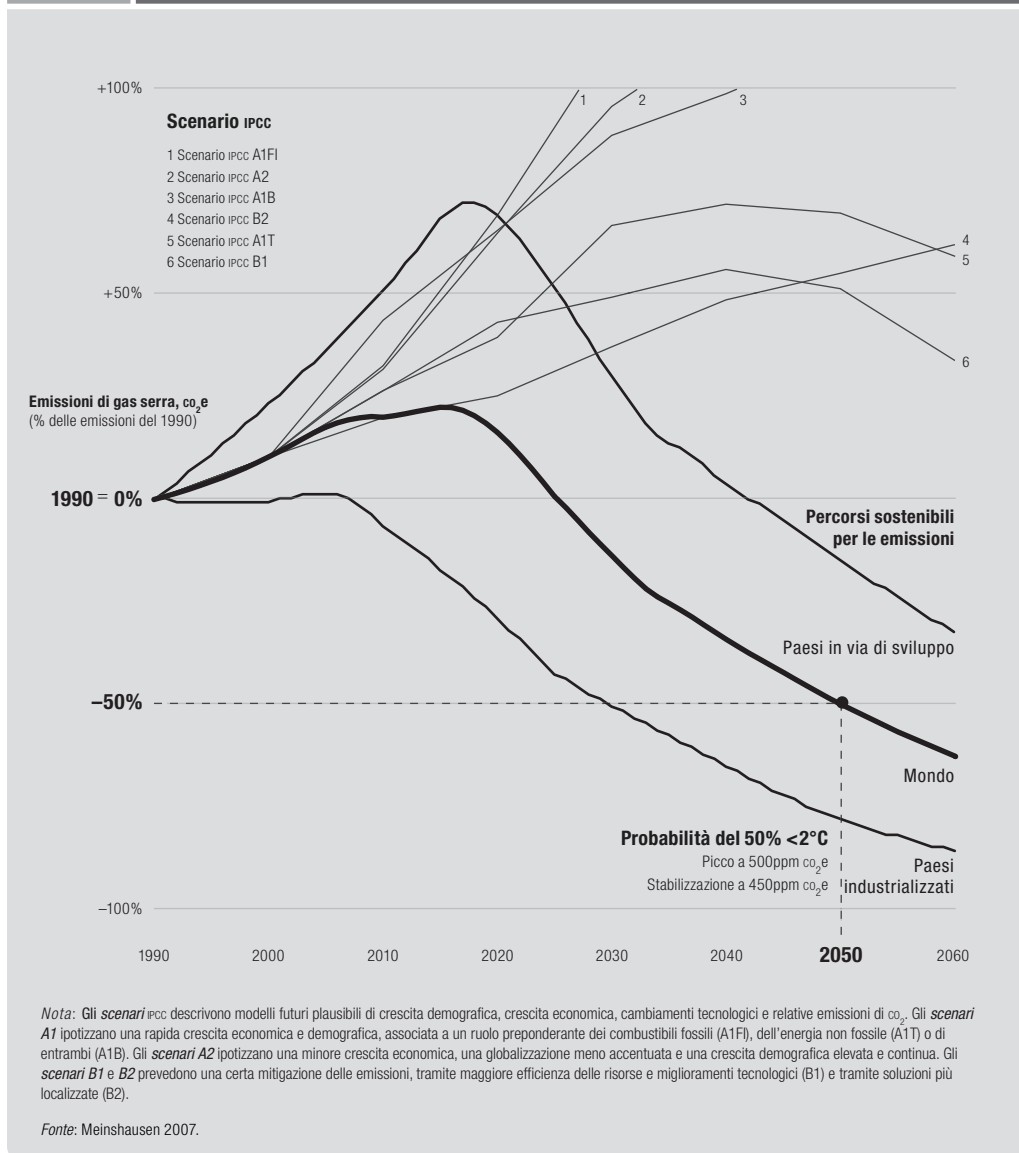
- **Mondo.** Le emissioni mondiali dovranno essere ridotte di circa il 50 per cento entro il 2050, con un picco intorno al 2020. Le emissioni scenderebbero verso lo zero in termini netti alla fine del XXI secolo.
- **Paesi industrializzati.** I paesi ad alto reddito dovrebbero mirare a un picco di emissioni tra il 2012 e il 2015, con riduzioni del 30 per cento entro il 2020 e di almeno l'80 per cento entro il 2050.
- **Paesi in via di sviluppo.** Pur con ampie variazioni, i principali responsabili di emissioni nei paesi in via di sviluppo seguirebbero un percorso di crescita delle emissioni fino al 2020, raggiungendo il picco attorno all'80 per cento al di sopra dei livelli attuali, con

riduzioni del 20 per cento, entro il 2050, rispetto ai livelli del 1990.

### Contrazione e convergenza: sostenibilità più equità

Sottolineiamo che si tratta di percorsi praticabili, non di proposte specifiche per i singoli paesi. Tuttavia, tali percorsi hanno uno scopo importante. I governi stanno per avviare i negoziati sul quadro multilaterale che subentrerà all'attuale Protocollo di Kyoto, in vista della scadenza dell'attuale periodo di adempimento, nel 2012. Le simulazioni del P1K individuano l'entità della riduzione delle emissioni necessaria per indirizzare il mondo su un percorso che eviti i mutamenti pericolosi del clima. Si possono seguire diverse rotte per raggiungere gli obiettivi del 2050. Il nostro percorso sostenibile per le emissioni evidenzia l'importanza di collegare gli obiettivi a breve e a lungo termine.

Figura 1.11 Dimezzando le emissioni entro il 2050 si potrebbero evitare mutamenti pericolosi del clima



I percorsi per le emissioni servono anche a dare risalto all'importanza di un'azione precoce e concertata. In teoria, il momento in cui cominciare a ridurre le emissioni può essere ritardato, ma il corollario sarebbe la necessità di tagli molto più profondi in tempi più brevi. A nostro parere, sarebbe una ricetta per il fallimento, perché i costi aumenterebbero e gli adeguamenti diventerebbero ancora più difficili. Si può elaborare un altro scenario, in cui alcuni importanti paesi dell'Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico (OCSE) non partecipino al bilancio quantitativo del carbonio. Un tale approccio sarebbe quasi una garanzia di fallimento. Considerata l'entità delle riduzioni

delle emissioni richieste nei paesi OCSE, è improbabile che i paesi partecipanti sarebbero in grado di compensare la mancata partecipazione dei principali produttori di emissioni. E anche se lo fossero, è improbabile che accetterebbero un accordo che permetta ad alcuni di godere dei benefici senza corrispondere il proprio contributo.

La partecipazione dei paesi in via di sviluppo alle riduzioni quantitative è altrettanto essenziale. Per certi versi, il nostro modello «a due paesi» semplifica in modo eccessivo le questioni da affrontare nei negoziati. I paesi in via di sviluppo non sono omogenei: la Tanzania non è nella stessa posizione della Cina,

per esempio. Inoltre, ciò che conta è il volume complessivo delle riduzioni delle emissioni. Se si inserisce il bilancio del carbonio in una prospettiva globale, una profonda riduzione delle emissioni nell'Africa subsahariana ha un peso trascurabile rispetto alle riduzioni attuate dai maggiori responsabili delle emissioni. Tuttavia, i paesi in via di sviluppo rappresentano quasi la metà delle emissioni mondiali e la loro partecipazione a qualsiasi accordo internazionale diventa quindi sempre più importante. Al tempo stesso, anche i paesi in via di sviluppo che registrano una crescita elevata hanno esigenze pressanti in termini di sviluppo umano, delle quali occorre tenere conto. Lo stesso vale per l'ingente «debito di carbonio» che i paesi ricchi hanno contratto con il mondo. Il pagamento di tale debito e il riconoscimento degli imperativi dello sviluppo umano esigono che i paesi ricchi riducano le emissioni in modo più incisivo e sostengano la transizione verso un'economia a basse emissioni nei paesi in via di sviluppo.

Riconosciamo che esistono molti altri percorsi possibili per le emissioni. Secondo una scuola di pensiero, ogni persona nel mondo dovrebbe godere di un diritto equivalente a emettere gas serra, e i paesi che superano la loro quota compenserebbero quelli che non sfruttano appieno il loro diritto. Sebbene le proposte in questo contesto siano spesso espresse in termini di diritti e di equità, la parentela con gli altri tipi di diritti non è così evidente: il presunto «diritto di emissione» è chiaramente diverso dal diritto di voto, dal diritto all'istruzione o dal diritto di godere delle libertà civili fondamentali<sup>62</sup>. Sul piano pratico, è improbabile che i tentativi di negoziare una strategia basata su «diritti di inquinamento» ottenga grande sostegno. Il nostro percorso si fonda sull'impegno di conseguire un obiettivo pratico, cioè evitare i mutamenti pericolosi del clima. Il percorso adottato richiede un processo di contrazione generale dei flussi di gas serra e la convergenza delle emissioni pro capite (figura 1.12).

### Azione immediata e risposta differita: argomenti a favore dell'adattamento

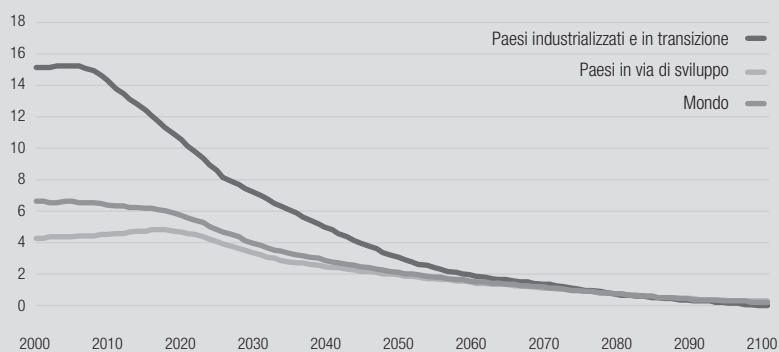
Una mitigazione profonda e precoce non offre una scorciatoia per evitare i mutamenti peri-

colosi del clima. Il nostro percorso sostenibile per le emissioni dimostra l'importanza dello sfasamento temporale tra interventi di mitigazione e risultati. La figura 1.13 coglie tale sfasamento, confrontando il grado di riscaldamento al di sopra dei livelli preindustriali, associato agli scenari di non mitigazione dell'IPCC, con il riscaldamento previsto se il mondo stabilizzasse i depositi di gas serra a 450 ppm CO<sub>2</sub>e. La deviazione della temperatura comincia tra il 2030 e il 2040 e diventa sempre più marcata dopo il 2050, data entro cui tutti gli scenari dell'IPCC, tranne uno, superano la soglia di 2°C relativa ai mutamenti pericolosi del clima.

Il momento in cui si verifica la divergenza della temperatura richiama l'attenzione su due importanti questioni di politica pubblica. In primo luogo, persino la severa mitigazione prevista dal nostro percorso sostenibile per le emissioni non inciderà sull'andamento della temperatura mondiale prima del 2030. Fino ad allora, il mondo in generale e i poveri del mondo in particolare dovranno convivere con le conseguenze delle emissioni pregresse. Affrontare tali conseguenze e continuare al tempo stesso a compiere progressi verso gli OSM, e rafforzare tali progressi dopo il 2015, non è un problema di mitigazione, ma di adat-

Figura 1.12 **Contrazione e convergenza verso un futuro sostenibile**

Emissione pro capite per la stabilizzazione a 450 ppm CO<sub>2</sub>e (t CO<sub>2</sub> pro capite)

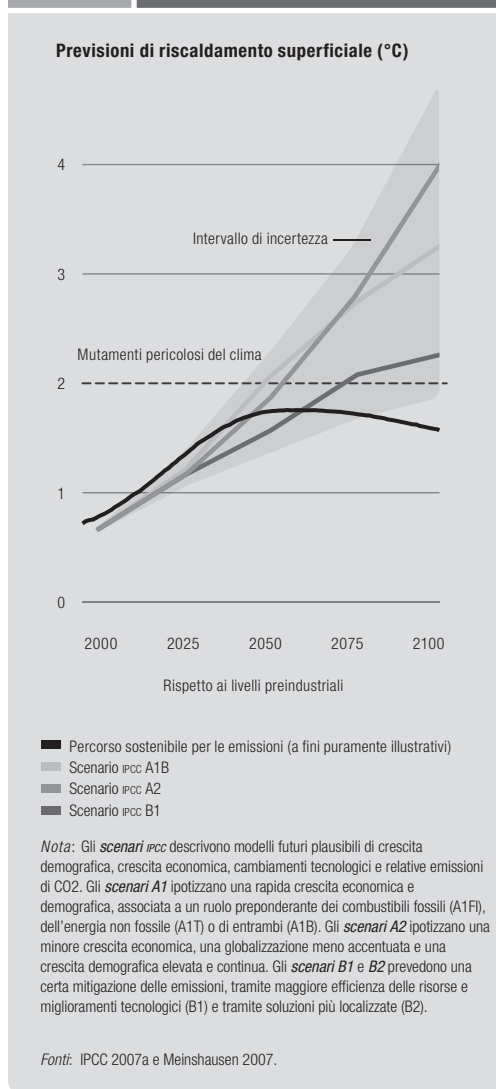


Nota: Gli *scenari* IPCC descrivono modelli futuri plausibili di crescita demografica, crescita economica, cambiamenti tecnologici e relative emissioni di CO<sub>2</sub>. Gli *scenari A1* ipotizzano una rapida crescita economica e demografica, associata a un ruolo preponderante dei combustibili fossili (A1F), dell'energia non fossile (A1T) o di entrambi (A1B). Gli *scenari A2* ipotizzano una minore crescita economica, una globalizzazione meno accentuata e una crescita demografica elevata e continua. Gli *scenari B1 e B2* prevedono una certa mitigazione delle emissioni, tramite maggiore efficienza delle risorse e miglioramenti tecnologici (B1) e tramite soluzioni più localizzate (B2).

Fonte: Meinshausen 2007.

La definizione dei bilanci del carbonio è un esercizio che ha ripercussioni sui bilanci finanziari

**Figura 1.13** Una mitigazione rigorosa non produce risultati immediati



tamento. In secondo luogo, i benefici reali della mitigazione si faranno sentire complessivamente nella seconda metà del XXI secolo e oltre.

Una conseguenza importante è che a motivare le misure di mitigazione urgenti dev'essere la preoccupazione per il benessere delle generazioni future. I poveri del mondo dovranno affrontare gli impatti avversi più immediati della divergenza della temperatura. Con alcuni scenari dell'IPCC che indicano incrementi della temperatura di 4-6°C (e in aumento), entro la fine del XXI secolo l'umanità nel suo insieme dovrà affrontare minacce potenzialmente catastrofiche.

## Il costo della transizione verso uno scenario a basse emissioni: la mitigazione è finanziariamente sostenibile?

La definizione dei bilanci del carbonio è un esercizio che ha ripercussioni sui bilanci finanziari. Sono stati condotti molti studi sui costi da sostenere per conseguire obiettivi di mitigazione specifici, ma la nostra soglia di 2°C è un obiettivo molto più ambizioso di tutti quelli esaminati nella maggior parte di tali studi. Il nostro percorso sostenibile per il clima può essere auspicabile, ma siamo in grado di sostenerne il costo?

Affrontiamo la questione seguendo un approccio che riunisce i risultati quantitativi di un gran numero di modelli, al fine di analizzare i costi da sostenere per raggiungere obiettivi di stabilizzazione specifici<sup>63</sup>. Tali modelli incorporano le interazioni dinamiche tra tecnologia e investimenti, esplorando un insieme di scenari relativi al conseguimento di determinati obiettivi di mitigazione<sup>64</sup>. Li utilizziamo per individuare i costi globali da sostenere per raggiungere l'obiettivo di 450 ppm CO<sub>2</sub>e.

Le emissioni di CO<sub>2</sub> si possono ridurre in vari modi. Maggiore efficienza energetica, minore domanda di prodotti ad alta intensità di emissioni, modifica del mix energetico: tutti questi fattori svolgono un ruolo. I costi della mitigazione varieranno in funzione del modo in cui si ottengono le riduzioni e del periodo entro il quale occorre realizzarle. Derivano dal finanziamento dello sviluppo e dell'impiego di nuove tecnologie e dal costo che i consumatori devono sostenere per passare a prodotti e servizi a basse emissioni. In alcuni casi, si possono ottenere importanti riduzioni a basso costo, per esempio tramite una maggiore efficienza energetica. In altri, i costi iniziali possono generare benefici nel lungo periodo. La diffusione di centrali elettriche di nuova generazione, efficienti, alimentate a carbone e a basse emissioni, potrebbe rientrare in questa categoria. Una riduzione graduale del flusso di gas serra nel tempo è un'alternativa a basso costo rispetto a un brusco cambiamento.

Il lavoro di modellazione svolto per il presente Rapporto stima i costi della stabilizzazione

a 450 ppm CO<sub>2</sub>e in diversi scenari. Espresse in dollari, le cifre sono impressionanti. Tuttavia, i costi dell'azione sono distribuiti in un periodo di parecchi anni. In un semplice scenario di riferimento, se si calcola la media di tali costi, si ottiene una cifra intorno all'1,6 per cento del PIL mondiale annuo tra ora e il 2030<sup>65</sup>.

Non è un investimento trascurabile. Sarebbe errato sottovalutare l'enorme sforzo richiesto per stabilizzare le emissioni di CO<sub>2</sub>e intorno a 450 ppm. Tuttavia, i costi si devono esaminare in prospettiva. Come il rapporto Stern ha ricordato con grande efficacia ai governi del mondo, tali costi devono essere valutati rispetto al costo dell'inazione. L'1,6 per cento del PIL globale, necessario per conseguire l'obiettivo di 450 ppm per le emissioni di CO<sub>2</sub>, rappresenta meno di due terzi della spesa militare mondiale. Nel contesto dei paesi OCSE, nei quali la spesa pubblica rappresenta tipicamente dal 30 al 50 per cento del PIL, i costi legati agli obiettivi ambiziosi in materia di mitigazione difficilmente si possono considerare inaccessibili, soprattutto se è possibile ridurre la spesa in altri settori, come il bilancio militare e le sovvenzioni agricole.

I costi umani ed ecologici dei mutamenti pericolosi del clima non si possono desumere automaticamente da una semplice analisi dei costi e dei benefici. Tuttavia, misurati in termini economici, gli argomenti a favore di una mitigazione rigorosa sono assolutamente sensati. Nel lungo periodo, i costi dell'inazione saranno superiori ai costi della mitigazione. Stimare i costi dell'impatto dei cambiamenti climatici è intrinsecamente difficile. Con un riscaldamento di 5-6°C, i modelli economici che includono il rischio di cambiamenti climatici bruschi e di vasta portata indicano perdite comprese tra il 5 e il 10 per cento del PIL globale. I paesi poveri potrebbero subire perdite superiori al 10 per cento<sup>66</sup>. Gli impatti catastrofici dei cambiamenti climatici potrebbero far salire le perdite al di sopra di tale livello. La necessità di ridurre il rischio di conseguenze catastrofiche è uno degli argomenti più efficaci a favore di investimenti precoci nella mi-

tigazione, volti a conseguire l'obiettivo di 450 ppm.

Va sottolineato che esistono ampi margini di incertezza in qualsiasi valutazione dei costi della mitigazione. L'aspetto più ovvio è che non si conoscono le strutture dei costi delle future tecnologie a basse emissioni, i tempi della loro introduzione e altri fattori. Costi superiori a quelli suindicati sono perfettamente plausibili, e i responsabili politici devono segnalare le incertezze legate ai finanziamenti volti a limitare il riscaldamento globale a 2°C. Al tempo stesso, i costi potrebbero anche essere inferiori. Lo scambio di quote di emissioni a livello internazionale e l'introduzione di tasse sulle emissioni nell'ambito di più ampie riforme fiscali a finalità ambientale possono abbattere i costi della mitigazione<sup>67</sup>.

Tutti i governi devono valutare le conseguenze finanziarie che il conseguimento di obiettivi di mitigazione dei cambiamenti climatici comporta. La struttura multilaterale per la protezione del clima continuerà a poggiare su fondamenta instabili, se non sarà cementata con impegni finanziari. L'1,6 per cento del PIL globale medio richiesto per una mitigazione rigorosa implica un'ipoteca su risorse che scarseggiano, ma le alternative non sono esenti da spese. Nel dibattito politico sul finanziamento, occorre anche chiedersi se i mutamenti pericolosi del clima siano un'alternativa economicamente sostenibile.

La questione va dritta al centro dei due argomenti gemelli esposti nel presente capitolo a favore di un'azione urgente. Considerata la natura fatidica dei rischi di catastrofe ecologica che accompagneranno i mutamenti pericolosi del clima, l'1,6 per cento del PIL globale potrebbe essere considerato un piccolo prezzo da pagare per una polizza assicurativa volta a proteggere il benessere delle generazioni future. Dato che lo stesso investimento può prevenire inversioni di tendenza molto immediate e di vasta portata dello sviluppo umano per milioni di persone tra le più vulnerabili del mondo, gli imperativi di giustizia sociale intergenerazionale e internazionale si rafforzano a vicenda.

Tuttavia, misurati in termini economici, gli argomenti a favore di una mitigazione rigorosa sono assolutamente sensati.

Misurato in termini di emissioni globali complessive, il Protocollo di Kyoto non ha fissato obiettivi particolarmente ambiziosi

## 1.5 Status quo: percorsi verso un futuro climatico insostenibile

La tendenza attuale non è un destino immutabile, e dedurre gli esiti futuri dai risultati del passato potrebbe essere un metodo poco affidabile. Nel caso dei cambiamenti climatici, questo è un aspetto inequivocabilmente positivo. Se i prossimi vent'anni fossero uguali agli ultimi venti, quella contro i mutamenti pericolosi del clima sarebbe una battaglia persa.

### Guardando al passato: il mondo dal 1990

L'esperienza maturata con il Protocollo di Kyoto offre alcuni importanti insegnamenti per la definizione di un bilancio del carbonio per il XXI secolo. Il Protocollo fornisce un quadro multilaterale, che fissa limiti per le emissioni di gas a effetto serra. Negoziato sotto l'egida dell'UNFCCC, ha richiesto 5 anni per raggiungere un accordo e altri 8 perché l'accordo fosse ratificato da un numero sufficiente di paesi per poter entrare in vigore<sup>68</sup>. L'obiettivo per la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra che campeggiava sulle prime pagine dei quotidiani era il 5 per cento rispetto ai livelli del 1990.

Misurato in termini di emissioni globali complessive, il Protocollo di Kyoto non ha fissato obiettivi particolarmente ambiziosi. I limiti quantitativi massimi non sono inoltre stati applicati ai paesi in via di sviluppo. La decisione degli Stati Uniti e dell'Australia di non ratificare il Protocollo ha ulteriormente limitato l'entità delle riduzioni previste. La conseguenza di queste eccezioni si può descrivere facendo riferimento alle emissioni di CO<sub>2</sub> legate all'energia. Dall'anno di riferimento 1990, l'impegno assunto nel quadro del Protocollo di Kyoto si traduce in una riduzione del 2,5 per cento delle emissioni di CO<sub>2</sub> legate all'energia, in termini reali, entro la scadenza fissata per il 2010-2012<sup>69</sup>.

I risultati conseguiti finora sono deludenti. Nel 2004, le emissioni complessive di gas serra per i paesi dell'Allegato I erano inferiori ai livelli

del 1990 del 3 per cento<sup>70</sup>. Tuttavia, questa cifra cela due problemi significativi. In primo luogo, dal 1999 le emissioni globali sono in aumento, il che solleva dubbi in merito al raggiungimento dell'obiettivo generale. In secondo luogo, si osservano ampie variazioni nei risultati conseguiti dai vari paesi (figura 1.14). Gran parte della riduzione complessiva si può ascrivere alla notevole riduzione delle emissioni in Russia e in altre economie in transizione, in alcuni casi superiori al 30 per cento. Questo risultato, più che a riforme della politica energetica, è dovuto agli effetti della profonda recessione economica degli anni Novanta. Con la ripresa dell'economia, le emissioni sono ora in aumento. Considerati nel loro insieme, i paesi non in transizione inclusi nell'Allegato I – in generale i paesi OCSE – hanno aumentato le loro emissioni di gas serra: tra il 1990 e il 2004 si è registrato un aumento dell'11 per cento ( riquadro 1.3).

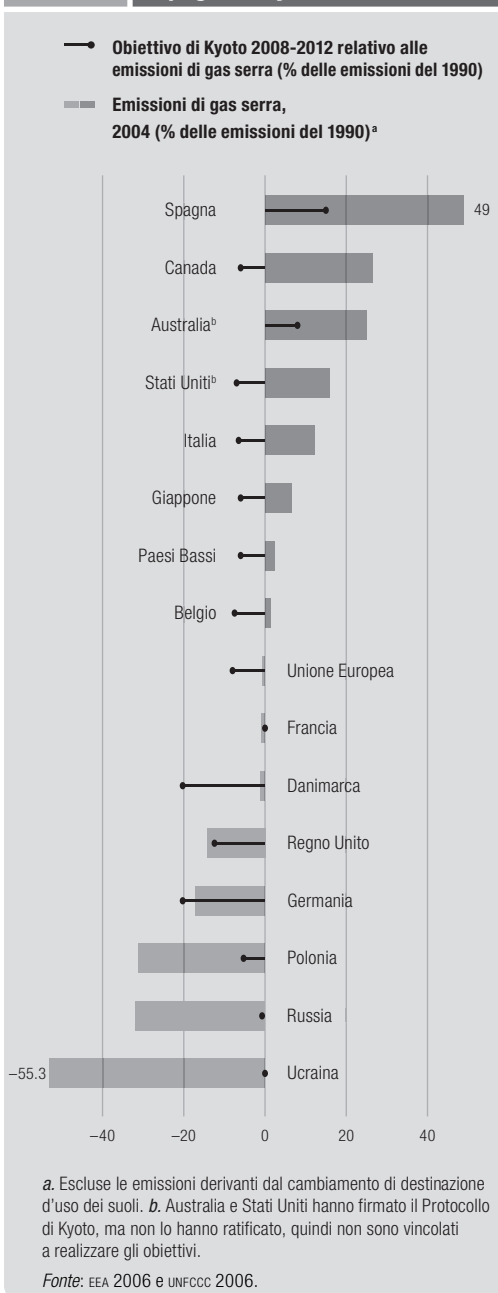
### Guardando al futuro: in rotta verso l'aumento

Guardando indietro, le tendenze dal 1990 – il punto di riferimento del Protocollo di Kyoto – offrono motivo di preoccupazione. Guardando avanti, gli scenari relativi all'impiego energetico e alle emissioni future puntano inequivocabilmente verso un futuro climatico pericoloso, a meno che il mondo non cambi rotta.

Cambiare rotta comporta un mutamento nei modelli di impiego energetico di portata analoga a quella della trasformazione energetica che ha caratterizzato la rivoluzione industriale. Anche in assenza di cambiamenti climatici, il futuro dei sistemi energetici basati sui combustibili fossili sarebbe oggetto di acceso dibattito. La sicurezza energetica – definita in termini generali come accesso a forniture affidabili a costi sostenibili – è un tema cui si dà crescente risalto nell'agenda internazionale.

Dal 2000, i prezzi del petrolio si sono quintuplicati in termini reali, raggiungendo circa

**Figura 1.14** Alcuni paesi industrializzati sono in forte ritardo rispetto agli impegni di Kyoto



70 dollari a barile. Se i prezzi possono scendere, è improbabile che tornino ai bassi livelli degli ultimi anni Novanta. Alcuni commentatori interpretano queste tendenze di mercato come elementi a sostegno della tesi del «picco del petrolio»: l'idea che a lungo andare la produzione sia in declino e si avvii verso l'esaurimento delle riserve conosciute<sup>71</sup>. Parallelamente a questi sviluppi di mercato, i crescenti timori

di attacchi terroristici, l'instabilità politica nelle principali regioni esportatrici, perturbazioni di alto profilo sul versante dell'offerta e le controversie tra importatori ed esportatori hanno accentuato le preoccupazioni politiche per la sicurezza dell'approvvigionamento energetico<sup>72</sup>.

### Sicurezza energetica e sicurezza climatica: due direzioni diverse?

Il contesto della sicurezza energetica è importante per le strategie di mitigazione dei cambiamenti climatici. Tuttavia, la speranza che l'aumento dei prezzi dei combustibili fossili inneschi automaticamente una transizione precoce verso un futuro a basse emissioni probabilmente si rivelerà mal riposta. I fautori della tesi del «picco del petrolio» ingigantiscono i loro argomenti. Quasi certamente, le nuove riserve saranno più costose e più difficili da estrarre e trasportare, il che col tempo farà salire il prezzo marginale di un barile di petrolio. Tuttavia, il mondo non esaurirà le scorte di petrolio in tempi brevi: le riserve accertate potrebbero coprire quattro decenni ai consumi attuali e si potrebbero scoprire molti altri giacimenti<sup>73</sup>. In sostanza, sono disponibili riserve di combustibili fossili a costi accessibili più che sufficienti per spingere il mondo oltre la soglia dei mutamenti pericolosi del clima.

Con le tecnologie moderne, lo sfruttamento anche solo di una minima parte del vasto serbatoio terrestre di combustibili fossili garantirebbe tale esito. Quali che siano le pressioni sulle fonti tradizionali di petrolio, le riserve accertate sono di poco superiori al volume utilizzato dal 1750. Nel caso del carbone, le riserve note ammontano a circa 12 volte quelle utilizzate dopo il 1750. Utilizzando anche solo la metà delle riserve mondiali conosciute di carbone durante il XXI secolo, si aggiungerebbero circa 400 ppm ai depositi atmosferici di gas serra, con mutamenti pericolosi del clima garantiti<sup>74</sup>. La disponibilità di riserve di combustibili fossili evidenzia l'importanza di una gestione prudente del bilancio del carbonio.

Le attuali tendenze di mercato rafforzano questa tesi. Una possibile reazione all'aumento dei prezzi del petrolio e del gas naturale è una

Le nuove riserve saranno più costose e più difficili da estrarre e trasportare, il che col tempo farà salire il prezzo marginale di un barile di petrolio

Il Protocollo di Kyoto è stato un primo passo nella risposta multilaterale ai cambiamenti climatici. Esso ha fissato obiettivi per la riduzione delle emissioni di gas serra entro il 2010-2012, rispetto ai livelli del 1990. Poiché i governi stanno per cominciare i negoziati relativi al quadro multilaterale post-2012, che si baserà sull'attuale periodo di adempimento, è importante trarne i dovuti insegnamenti.

Tre lezioni sono particolarmente importanti. La prima è che il livello di ambizione conta: gli obiettivi adottati per il primo periodo di adempimento erano modesti, mediamente intorno al 5 per cento per i paesi industrializzati. La seconda lezione è che gli obiettivi vincolanti contano: la maggioranza dei paesi è lontana dall'adempiere gli impegni assunti a Kyoto. La terza lezione è che il quadro multilaterale deve comprendere tutte le nazioni maggiormente responsabili delle emissioni. Nel quadro del Protocollo attuale, due grandi paesi industrializzati – l'Australia e gli Stati Uniti – hanno firmato l'accordo, ma non lo hanno ratificato, creando un'esenzione per gli obiettivi. Non sono inoltre previsti obiettivi quantitativi per i paesi in via di sviluppo.

Se è prematuro formulare un giudizio finale sui risultati del Protocollo di Kyoto, la sintesi dei dati aggiornati sulle emissioni, senza cambiamenti di destinazione d'uso dei suoli, non è incoraggiante. La maggioranza dei 68 paesi è in ritardo sulla tabella di marcia e, dal 2000, si registra un'accelerazione della crescita delle emissioni.

Elenchiamo alcuni risultati preliminari.

- L'UE ha assunto l'impegno di realizzare una riduzione media delle emissioni dell'8 per cento nel quadro del Protocollo di Kyoto. Le riduzioni effettive ammontano a meno dell'1 per cento e le proiezioni dell'Agenzia europea dell'ambiente indicano che le politiche attuali lasceranno il quadro invariato fino al 2010. Le emissioni generate dal settore dei trasporti sono aumentate

di un quarto. Le emissioni legate alla produzione di elettricità e riscaldamento sono aumentate del 6 per cento. Saranno necessari notevoli aumenti delle fonti energetiche rinnovabili per realizzare gli obiettivi di Kyoto, ma l'UE non sta effettuando sufficienti investimenti per realizzare il proprio obiettivo di riduzione del 20 per cento entro il 2020.

- Il Regno Unito ha ottenuto risultati superiori alla riduzione del 12 per cento che si era impegnato a realizzare nel quadro di Kyoto, ma è lontano dal conseguire l'obiettivo nazionale di riduzione delle emissioni del 20 per cento rispetto ai livelli del 1990. Gran parte della riduzione è stata ottenuta prima del 2000, in conseguenza della ristrutturazione del settore industriale e delle misure di liberalizzazione del mercato, che hanno determinato un passaggio dal carbone, ad alta intensità di emissioni, al gas naturale. Le emissioni sono aumentate nel 2005 e nel 2006, a causa del passaggio dal gas naturale e dall'energia nucleare al carbone (cfr. capitolo 3).
- Nel 2004, le emissioni della Germania erano inferiori del 17 per cento rispetto al livello del 1990. Le riduzioni riflettono profondi tagli intervenuti tra il 1990 e il 1995, in seguito alla riunificazione e alla ristrutturazione del settore industriale nella Germania orientale (oltre l'80 per cento della riduzione totale), cui si è aggiunto un calo delle emissioni nel settore residenziale.
- L'Italia e la Spagna sono in ritardo sulla tabella di marcia per la realizzazione degli obiettivi di Kyoto. In Spagna, le emissioni sono aumentate di quasi il 50 per cento dal 1990, per effetto della robusta crescita economica e del maggiore impiego del carbone per la produzione energetica in seguito ai periodi di siccità. In Italia, l'incremento delle emissioni è principalmente dovuto al settore dei trasporti.

«corsa al carbone». Si tratta del combustibile fossile meno costoso e più diffuso nel mondo, e a maggiore intensità di emissioni di CO<sub>2</sub>: per ogni unità di energia prodotta, il carbone genera circa il 40 per cento di CO<sub>2</sub> in più del petrolio e quasi il 100 per cento in più del gas naturale. Inoltre, il carbone figura in primo piano nei profili energetici attuali e futuri dei principali responsabili di emissioni di CO<sub>2</sub>, come la Cina, la Germania, l'India e gli Stati Uniti. L'esperienza delle economie in transizione rivela problemi di più ampia portata. Consideriamo l'orientamento della politica energetica dell'Ucraina. Negli ultimi 10-15 anni, il carbone è stato gradualmente sostituito dal meno

costoso (e meno inquinante) gas naturale d'importazione. Tuttavia, con l'interruzione delle forniture da parte della Russia all'inizio del 2006 e il raddoppio dei prezzi di importazione, il governo ucraino sta esaminando la possibilità di tornare al carbone<sup>75</sup>. L'esempio dimostra in che modo la sicurezza energetica nazionale possa entrare in conflitto con gli obiettivi globali inerenti alla sicurezza climatica.

Gli scenari relativi alla domanda di energia confermano che l'aumento dei prezzi dei combustibili fossili non indirizza il mondo verso un percorso sostenibile per le emissioni. Si prevede che la domanda aumenterà del 50 per cento tra ora e il 2030, con oltre il 70 per

## Riquadro 1.3

- Nel quadro del Protocollo di Kyoto, il Canada si è impegnato a ridurre le emissioni del 6 per cento. In realtà, le emissioni sono aumentate del 27 per cento e il paese supera ora l'intervallo previsto dall'obiettivo assegnatogli di circa il 35 per cento. L'intensità di emissioni di gas serra è diminuita, ma gli aumenti di efficienza sono stati sovrachiesti da un incremento delle emissioni derivante dall'espansione della produzione di petrolio e di gas. Le emissioni nette associate alle esportazioni di petrolio e di gas sono più che raddoppiate rispetto al 1990.
  - Le emissioni del Giappone nel 2005 erano superiori dell'8 per cento ai livelli del 1990. L'obiettivo di Kyoto era una riduzione del 6 per cento. Sulla base delle tendenze attuali, si prevede che il paese mancherà il suo obiettivo di circa il 14 per cento. Le emissioni del settore industriale sono diminuite in modo marginale dal 1990, ma si sono registrati notevoli aumenti delle emissioni derivanti dai trasporti (50 per cento per le automobili) e dal settore residenziale. Le emissioni delle famiglie sono cresciute più rapidamente del numero di famiglie.
  - Gli Stati Uniti sono un paese firmatario del Protocollo di Kyoto, ma non hanno ratificato il trattato. Se avessero aderito, avrebbero dovuto ridurre le emissioni del 7 per cento entro il 2010, rispetto ai livelli del 1990. Le emissioni complessive sono aumentate del 16 per cento. Secondo le proiezioni, nel 2010 le emissioni supereranno di 1,8 Gt i livelli del 1990, con una tendenza all'aumento. Le emissioni sono cresciute in tutti i settori principali, nonostante un calo del 25 per cento nell'intensità di emissioni di gas serra per l'economia statunitense, misurata dal rapporto tra le emissioni di CO<sub>2</sub> e il PIL.
  - Come gli Stati Uniti, l'Australia non ha ratificato il Protocollo di Kyoto. Le emissioni complessive sono aumentate a un tasso pari a circa il doppio di quello che sarebbe stato richiesto se il paese avesse aderito, con un incremento del 21 per cento rispetto al 1990. Gli alti livelli di dipendenza da impianti di generazione di energia alimentati a carbone hanno contribuito a notevoli incrementi nel settore energetico, con un aumento delle emissioni di CO<sub>2</sub> superiore al 40 per cento.
- In vista del periodo post-2012, la sfida sarà definire un accordo internazionale che impegni tutti i principali paesi responsabili di emissioni in uno sforzo a lungo termine, volto a garantire un bilancio del carbonio sostenibile per il XXI secolo. C'è ben poco che i governi possano fare oggi per ottenere effetti significativi sulle emissioni tra il 2010 e il 2012: come le petroliere, i sistemi energetici hanno un raggio di virata molto ampio.
- Ciò che è necessario ora è un quadro che permetta di prevenire mutamenti pericolosi del clima. Tale quadro dovrà prevedere un orizzonte temporale molto più lungo per i responsabili politici, con periodi di adempimento a breve termine legati a obiettivi a medio e lungo termine. Per i paesi industrializzati, tali obiettivi devono comprendere riduzioni delle emissioni di circa il 30 per cento entro il 2020 e di almeno l'80 per cento entro il 2050, secondo il nostro percorso sostenibile per le emissioni. Le riduzioni da parte dei paesi in via di sviluppo potrebbero essere agevolate tramite misure di finanziamento e trasferimento di tecnologie (cfr. capitolo 3).

Fonti: EEA 2006; EIA 2006; Government of Canada 2006; IEA 2006c; Government of the United Kingdom 2007c; Ikkatai 2007; Pembina Institute 2007a.

cento di questo aumento rappresentato dai paesi in via di sviluppo<sup>76</sup>. Le proiezioni attuali indicano che il mondo spenderà circa 20 000 miliardi di dollari tra il 2005 e il 2030 per soddisfare questa domanda. Gran parte di tale investimento è ancora indirizzata verso infrastrutture ad alta intensità di emissioni, che continueranno a generare energia – ed emettere CO<sub>2</sub> – anche nella seconda metà del XXI secolo. Se ne possono valutare le conseguenze, confrontando gli scenari relativi alle emissioni di CO<sub>2</sub> legate all'energia, elaborati dall'Agenzia internazionale per l'energia (AIE) e dall'IPCC, con le nostre simulazioni relative al percorso sostenibile per le emissioni.

- Il nostro percorso sostenibile per le emissioni mostra una traiettoria che richiede una riduzione del 50 per cento delle emissioni di gas serra a livello mondiale entro il 2050, rispetto ai livelli del 1990. Lo scenario dell'AIE, per contro, indica un incremento di circa il 100 per cento. Solo tra il 2004 e il 2030, le proiezioni indicano un aumento delle emissioni legate all'energia di 14 GtCO<sub>2</sub>, o del 55 per cento.
- Il nostro percorso sostenibile per le emissioni indica un obiettivo di massima per le riduzioni nei paesi OCSE di almeno l'80 per cento, mentre lo scenario di riferimento dell'AIE indica un incremento del 40 per

Gli scenari dell'IPCC sono più completi di quelli elaborati dall'AIE

- Secondo l'AIE, i paesi in via di sviluppo rappresenteranno tre quarti dell'aumento delle emissioni globali di CO<sub>2</sub>, mentre il nostro percorso sostenibile per le emissioni evidenzia la necessità di una riduzione di circa il 20 per cento entro il 2050, rispetto ai livelli del 1990. Secondo le proiezioni, l'incremento sarebbe pari al quadruplo del livello del 1990.
- Le emissioni pro capite aumenteranno più rapidamente nei paesi in via di sviluppo, ma la convergenza sarà limitata. Per il 2030, le emissioni dei paesi OCSE sono stimate a 12 tCO<sub>2</sub> pro capite, rispetto a 5 tCO<sub>2</sub> per i paesi in via di sviluppo. Per il 2015, le emissioni pro capite della Cina e dell'India sono stimate a 5,2 e 1,1 tCO<sub>2</sub>, rispetto a 19,3 tCO<sub>2</sub> per gli Stati Uniti.
- Gli scenari dell'IPCC sono più completi di quelli elaborati dall'AIE, perché incorporano altre fonti di emissioni, tra cui l'agricoltura, i cambiamenti di destinazione d'uso dei suoli e i rifiuti, nonché un insieme più ampio di gas a effetto serra. Questi scenari indicano livelli di emissioni di 60-79 GtCO<sub>2</sub>e entro il 2030, con una netta

tendenza all'aumento. Il punto più basso di questo intervallo è superiore del 50 per cento al livello di riferimento del 1990. Secondo uno degli scenari di non mitigazione dell'IPCC, le emissioni raddoppieranno nei tre decenni successivi al 2030<sup>77</sup>.

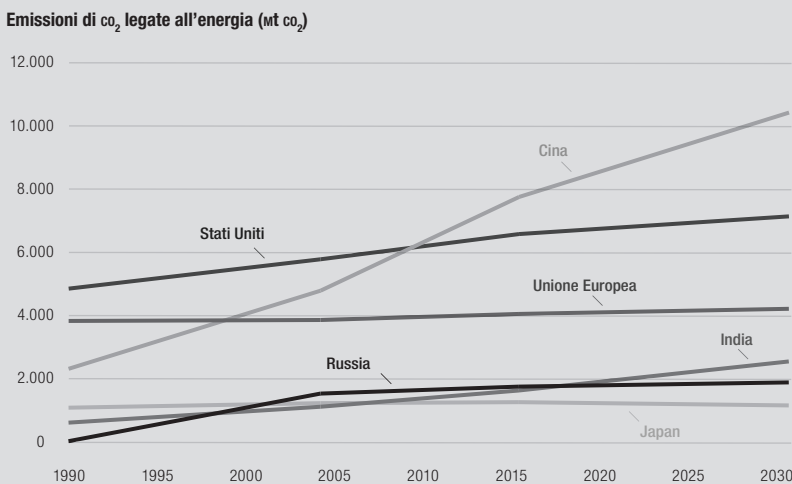
## Fattori di incremento delle emissioni

Come per qualsiasi scenario futuro, queste cifre devono essere trattate con prudenza. Rappresentano una stima migliore basata su ipotesi implicite relative a crescita economica, cambiamento demografico, mercati energetici, tecnologie e politiche attuali. Gli scenari non delineano una traiettoria predeterminata. Ciò su cui richiamano l'attenzione è l'amara verità che, per quanto riguarda le emissioni, il mondo è avviato su una rotta di collisione garantita tra gli esseri umani e il pianeta.

Cambiare rotta non sarà facile. Esistono tre potenti fattori di incremento delle emissioni, che interagiranno con la tecnologia, l'evoluzione dei mercati energetici e le scelte di politica pubblica.

- *Tendenze demografiche.* Le proiezioni attuali indicano una crescita della popolazione mondiale dai 6,5 miliardi attuali a 8,5 miliardi nel 2030. A livello globale, fermarsi qui, in termini di emissioni complessive, richiederà già una riduzione del 30 per cento delle emissioni medie pro capite, e rimanere fermi non sarà sufficiente per evitare mutamenti pericolosi del clima. La crescita demografica interesserà quasi integralmente i paesi in via di sviluppo, dove oggi esistono enormi esigenze energetiche insoddisfatte e bassi livelli di efficienza energetica.
- *Crescita economica.* La crescita economica e l'intensità di emissioni della crescita – una funzione del mix energetico e della composizione settoriale – sono due tra i fattori più incisivi nel determinare le tendenze delle emissioni. Ogni proiezione in questo ambito è soggetta a incertezza. I cambiamenti climatici stessi potrebbero agire da freno sulla crescita futura, soprattutto nel caso di innalzamenti catastrofici

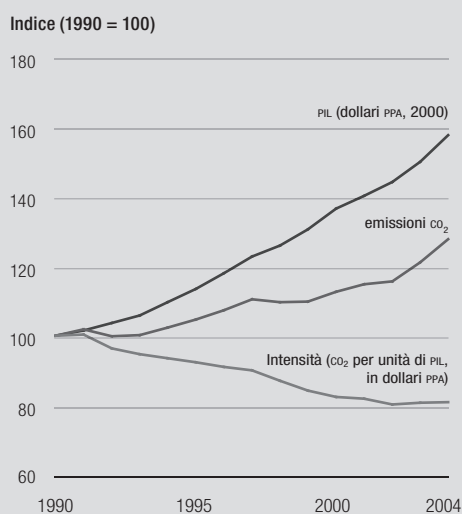
Figura 1.15 Nello scenario di status quo, le emissioni di CO<sub>2</sub> tendono ad aumentare



Fonte: IEA 2006c.

del livello dei mari o di «brutte sorprese» impreviste. Tuttavia, tale freno potrebbe non essere azionato nei prossimi decenni: secondo gran parte dei modelli, il clima avrà effetti significativi sui fattori che stimolano la crescita mondiale prima della fine del XXI secolo<sup>78</sup>. Più nell'immediato, l'economia globale sta attraversando uno dei più lunghi periodi di crescita sostenuta della storia. Nell'ultimo decennio, la crescita del PIL mondiale è stata mediamente superiore al 4 per cento annuo<sup>79</sup>. A questo ritmo, la produzione raddoppia ogni 18 anni, alimentando così la domanda di energia e le emissioni di CO<sub>2</sub>. La quantità di CO<sub>2</sub> generata da ogni dollaro di crescita dell'economia mondiale – «l'intensità di emissioni» del PIL mondiale – è diminuita nel corso degli ultimi 25 anni, indebolendo il legame tra PIL ed emissioni. Questa tendenza riflette i miglioramenti dell'efficienza energetica, i cambiamenti nella struttura economica – con la quota della produzione manifatturiera ad alta intensità di emissioni in diminuzione rispetto al settore dei servizi in molti paesi – e le variazioni del mix energetico. Tuttavia, il calo dell'intensità di emissioni si è fermato nel 2000, creando nuove pressioni al rialzo (figura 1.16).

**Figura 1.16** L'intensità di emissioni diminuisce troppo lentamente per ridurre le emissioni complessive



Fonti: CDIAC 2007 e World Bank 2007d.

- *Mix energetico.* Nell'ultimo quarto di secolo, le emissioni di CO<sub>2</sub> legate all'energia sono cresciute meno rapidamente della domanda di energia primaria. Tuttavia, nello scenario dell'AIE, entro il 2030 si potrebbe registrare un aumento più rapido delle emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto alla domanda di energia primaria. Il motivo: un incremento della quota di carbone nella domanda di energia primaria. Si prevede che le emissioni di CO<sub>2</sub> generate dal carbone aumenteranno del 2,7 per cento all'anno nel decennio 2005-2015, un tasso superiore del 50 per cento a quello del petrolio.

Per ottenere una mitigazione dei cambiamenti climatici della portata richiesta per far fronte a queste pressioni, sarà necessario uno sforzo prolungato di politica pubblica, sostenuto dalla cooperazione internazionale. Le tendenze attuali sui mercati energetici da sole non indirizzeranno il mondo verso uno scenario a basse emissioni di gas serra. Tuttavia, le recenti tendenze di mercato e le preoccupazioni in materia di sicurezza energetica potrebbero fornire una spinta verso un futuro a basse emissioni. Con i prezzi del petrolio e del gas naturale destinati a rimanere a livelli elevati, gli incentivi per sviluppare una capacità energetica a basse emissioni sono orientati in una direzione favorevole. Analogamente, i governi preoccupati per la «dipendenza dal petrolio» e la sicurezza dell'approvvigionamento energetico hanno validi motivi per promuovere programmi mirati a migliorare l'efficienza energetica, creare incentivi per lo sviluppo e l'impiego di tecnologie a basse emissioni, e favorire una maggiore autosufficienza tramite le fonti di energia rinnovabili. Il quadro per la mitigazione è esaminato in modo più approfondito nel capitolo 3. Tuttavia, le quattro pietre angolari per garantire il successo della strategia sono:

- imporre un prezzo per le emissioni di gas serra tramite tasse e sistemi di contenimento e scambio di quote di emissioni;
- elaborare un quadro normativo che rafforzi l'efficienza energetica, stabilisca norme per la riduzione delle emissioni e crei opportunità di mercato per i fornitori di energia a basse emissioni;

Tuttavia, nello scenario dell'AIE, entro il 2030 si potrebbe registrare un aumento più rapido delle emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto alla domanda di energia primaria

Le politiche volte a ridurre le emissioni di gas serra richiederanno cambiamenti di vasta portata nella politica energetica e nei comportamenti

- instaurare una cooperazione internazionale multilaterale per finanziare i trasferimenti di tecnologie ai paesi in via di sviluppo, a sostegno della transizione verso fonti energetiche a basse emissioni;
- elaborare un quadro multilaterale post-2012 che valorizzi i risultati conseguiti nella prima fase del Protocollo di Kyoto e preveda obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra molto più ambiziosi.

## 1.6 Perché è necessario agire per evitare mutamenti pericolosi del clima

Viviamo in un mondo profondamente diviso. Gli estremi di povertà e di prosperità conservano la capacità di impressionare. Le differenze di identificazione religiosa e culturale sono fonte di tensioni tra paesi e tra persone. I nazionalismi rivali creano minacce per la sicurezza collettiva. In questo contesto, i cambiamenti climatici impartiscono una dura lezione su un aspetto basilare della vita umana: viviamo sullo stesso pianeta.

Ovunque vivano e qualunque siano le loro convinzioni, tutte le persone fanno parte di un mondo interdipendente dal punto di vista ecologico. Così come i flussi degli scambi commerciali e finanziari collegano le persone in un'economia globale integrata, allo stesso modo i cambiamenti climatici richiamano la nostra attenzione sui legami ambientali che ci uniscono in un futuro comune.

I cambiamenti climatici sono prova del fatto che amministrano male tale futuro. La sicurezza climatica è il più grande bene pubblico: l'atmosfera terrestre è condivisa da tutti nel senso ovvio che nessuno può esserne «escluso». Per contro, i mutamenti pericolosi del clima sono il più grande male pubblico. Se alcune persone (i poveri del mondo) e alcuni paesi corrono il serio pericolo di rimetterci più rapidamente degli altri, tutti sono destinati a perdere nel lungo periodo, e le generazioni future saranno più esposte a rischi catastrofici.

Scrivendo nel IV secolo a.C., Aristotele osservò che «ciò che è comune al maggior numero non è fatto segno alla benché minima attenzione», un'osservazione che ben si attaglia all'atmosfera terrestre e alla mancanza di

attenzione per la capacità del nostro pianeta di assorbire carbonio. Per creare condizioni favorevoli al cambiamento, sarà necessario concepire in modo nuovo l'interdipendenza umana in un mondo destinato a subire mutamenti pericolosi del clima.

### Gestione responsabile del clima in un mondo interdipendente

La necessità di affrontare la sfida del clima pone i governi di fronte a scelte difficili. Sono in gioco questioni complesse che investono l'etica, l'equità distributiva tra generazioni e tra paesi, l'economia, la tecnologia e i comportamenti personali. Le politiche volte a ridurre le emissioni di gas serra richiederanno cambiamenti di vasta portata nella politica energetica e nei comportamenti.

Nel presente capitolo, abbiamo esaminato un insieme di questioni importanti per inquadrare la risposta ai cambiamenti climatici. Quattro temi meritano particolare risalto, perché riguardano l'essenza dell'etica e dell'economia di qualsiasi quadro di politiche pubbliche per la mitigazione.

- *Irreversibilità.* Le emissioni di CO<sub>2</sub> e di altri gas serra, ai fini pratici, sono irreversibili. La durata della loro permanenza nell'atmosfera terrestre si misura in secoli. Una logica analoga si applica agli impatti sui sistemi climatici. Diversamente da molte altre questioni ambientali, in cui si può porre rimedio ai danni in tempi relativamente rapidi, i danni arrecati dai cambiamenti climatici possono estendersi per generazioni, dalle popolazioni vulne-

rabili di oggi all'intera umanità in un futuro lontano.

- *Scala globale.* La forzatura climatica generata dall'accumulo di gas serra non fa distinzioni tra nazioni, anche se produce effetti diversi. Quando un paese emette CO<sub>2</sub>, il gas affluisce in un deposito che interessa il mondo intero. Le emissioni di gas serra non sono l'unica forma di inquinamento ambientale transfrontaliero: anche le piogge acide, gli sversamenti di petrolio e l'inquinamento dei fiumi creano esternalità che attraversano i confini nazionali. La differenza per quanto riguarda i cambiamenti climatici sta nella portata e nelle conseguenze: nessuna nazione può risolvere il problema da sola (anche se alcuni paesi possono fare più di altri).
- *Incertezza e catastrofe.* I modelli relativi ai cambiamenti climatici si occupano di probabilità, e le probabilità implicano incertezze. La concomitanza di incertezze e rischi catastrofici per le generazioni future è un ottimo motivo per investire in un'assicurazione contro i rischi attraverso la mitigazione.
- *Inversioni di tendenza dello sviluppo umano a breve termine.* Ben prima di provocare eventi catastrofici per l'intera umanità, i cambiamenti climatici eserciteranno profondi effetti sulla vita di milioni di persone. Forse sarà possibile proteggere Amsterdam, Copenaghen e Manhattan dall'innalzamento del livello dei mari nel XXI secolo, ancorché a un costo elevato. Tuttavia, le difese contro le inondazioni costiere non salveranno i mezzi di sussistenza né le abitazioni di centinaia di milioni di persone che vivono in Bangladesh e in Vietnam, o nei delta del Niger o del Nilo. Una tempestiva mitigazione dei cambiamenti climatici ridurrebbe i rischi di regressi nello sviluppo umano nel corso del XXI secolo, anche se gran parte dei benefici si manifesteranno dopo il 2030. Prima di tale data, per contenere i costi umani sarà necessario un sostegno all'adattamento.

## Giustizia sociale e interdipendenza ecologica

Esistono numerose teorie di giustizia sociale e approcci all'efficienza che possono essere applicati ai dibattiti sui cambiamenti climatici. Forse il più appropriato di questi approcci è stato proposto dall'economista e filosofo illuminista Adam Smith. Per stabilire come determinare una linea d'azione giusta ed etica, suggerì una semplice prova: «esaminare il nostro comportamento come immaginiamo che lo esaminerebbe un osservatore equo e imparziale»<sup>80</sup>.

Un «osservatore equo e imparziale» avrebbe una visione negativa di una generazione che non ha agito sui cambiamenti climatici. Esporre le generazioni future a rischi potenzialmente catastrofici potrebbe essere considerato incompatibile con l'impegno di sostenere i valori umani fondamentali. L'articolo 3 della Dichiarazione universale dei diritti umani stabilisce che «ogni individuo ha diritto alla vita, alla libertà e alla sicurezza della propria persona». Non agire di fronte alla minaccia rappresentata dai cambiamenti climatici sarebbe una diretta violazione di tale diritto universale.

Il principio di equità intergenerazionale è al centro del concetto di sostenibilità. Sono passati due decenni da quando la Commissione mondiale per l'ambiente e lo sviluppo rese l'idea di sviluppo sostenibile un elemento centrale dell'agenda internazionale. Merita riaffermarne il principio fondamentale, anche solo per evidenziare fino a che punto sarà disatteso se si continua a non dare priorità alla mitigazione dei cambiamenti climatici: «Lo sviluppo sostenibile mira a soddisfare i bisogni e le aspirazioni del presente senza compromettere la capacità di soddisfarli in futuro»<sup>81</sup>.

Tale concetto conserva una forte risonanza e trova applicazione nei dibattiti pubblici sui cambiamenti climatici. È ovvio che lo sviluppo sostenibile non può significare che ogni generazione lascia il mondo esattamente come lo ha trovato. Ciò che occorre preservare è la possibilità delle generazioni future di godere di libertà effettive, di fare scelte e di condurre una vita cui diano valore<sup>82</sup>. I cambiamenti climatici finiranno per limitare tali libertà e scelte. Ne-

Il principio di equità intergenerazionale è al centro del concetto di sostenibilità

gheranno alle persone il controllo sul proprio destino.

Pensare al futuro non significa che dobbiamo pensare meno alla giustizia sociale nel presente. Un osservatore imparziale potrebbe riflettere anche su ciò che l'inazione di fronte ai cambiamenti climatici può rivelare sull'atteggiamento odierno nei riguardi della giustizia sociale, della povertà e della disuguaglianza. Il fondamento etico di una società si deve misurare anche in base al modo in cui tratta i suoi membri più vulnerabili. Permettere che i po-

veri del mondo sostengano il peso maggiore dei problemi di cambiamenti climatici che non hanno creato sarebbe sintomo di un elevato livello di tolleranza per la disuguaglianza e l'ingiustizia.

In termini di sviluppo umano, il presente e il futuro sono collegati. Non esistono soluzioni di compromesso a lungo termine tra la mitigazione dei cambiamenti climatici e lo sviluppo di capacità umane. Come afferma Amartya Sen nel suo contributo speciale al presente Rapporto (vedi pp. 52-53), lo sviluppo umano e la sostenibilità

#### Contributo speciale

#### Il futuro di noi tutti e i cambiamenti climatici

Sviluppo sostenibile significa soddisfare i bisogni delle generazioni attuali senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i loro. Soprattutto, significa giustizia sociale, equità e rispetto dei diritti umani delle generazioni future.

Sono ormai passati due decenni da quando ebbi il privilegio di presiedere la Commissione mondiale per l'ambiente e lo sviluppo. Il rapporto emerso dai nostri lavori conteneva un messaggio semplice, che si poteva cogliere sin dal suo titolo, *Il futuro di noi tutti*. Sostenevamo che l'umanità stava oltrepassando i limiti della sostenibilità e dilapidando i beni ecologici del pianeta in un modo che avrebbe compromesso il benessere delle generazioni future. Era anche chiaro che la grande maggioranza della popolazione mondiale contribuiva solo in minima parte allo sfruttamento eccessivo delle nostre risorse limitate. Le disparità nelle opportunità e nella distribuzione erano al centro dei problemi individuati.

Oggi dobbiamo riflettere in modo approfondito sui cambiamenti climatici. Esiste forse una dimostrazione più efficace di ciò che significa vivere in modo insostenibile?

Il *Rapporto sullo sviluppo umano 2007-2008* presenta un cosiddetto «bilancio del carbonio» per il XXI secolo. Attingendo ai dati più attendibili forniti dalle scienze climatiche, tale bilancio stabilisce il volume di emissioni di gas serra che si possono generare senza provocare mutamenti pericolosi del clima. Se rimarremo sulla rotta attuale per quanto riguarda le emissioni, il bilancio del carbonio per il XXI secolo si esaurirà negli anni Trenta di questo secolo. I nostri modelli di consumo energetico stanno accumulando un enorme debito ecologico, che sarà ereditato dalle generazioni future, un debito che esse non saranno in grado di pagare.

I cambiamenti climatici rappresentano una minaccia senza precedenti. Nell'immediato, sono una minaccia per le persone più povere e più vulnerabili del mondo: esse convivono già con le conseguenze del riscaldamento globale. Nel nostro mondo già profon-

damente diviso, il riscaldamento globale ingigantisce le disparità tra ricchi e poveri e nega alle persone la possibilità di migliorare la propria vita. In futuro, i cambiamenti climatici rischiano di provocare una catastrofe ecologica.

È nostro dovere nei confronti dei poveri del mondo e delle generazioni future intraprendere un'azione risoluta e urgente per fermare i mutamenti pericolosi del clima. La buona notizia è che non è troppo tardi. Esiste ancora una finestra di tempo utile, ma bisogna essere chiari: l'orologio corre, e il tempo stringe.

Le nazioni ricche devono assumere un ruolo guida e riconoscere la loro responsabilità storica. Sono i loro cittadini a lasciare l'impronta ecologica più profonda nell'atmosfera terrestre. Esse hanno inoltre le capacità finanziarie e tecnologiche necessarie per realizzare riduzioni profonde e precoci delle emissioni. Tutto questo non significa che la mitigazione debba essere delegata esclusivamente ai paesi ricchi. Una delle priorità più pressanti è infatti la cooperazione internazionale in materia di trasferimento di tecnologie, per permettere ai paesi in via di sviluppo di compiere la transizione verso sistemi energetici a basse emissioni.

Oggi, i cambiamenti climatici ci insegnano nel modo più duro alcune lezioni che avevamo cercato di spiegare in *Il futuro di noi tutti*. La sostenibilità non è un'idea astratta. Significa trovare un equilibrio tra le persone e il pianeta, un equilibrio che risponda alle grandi sfide della povertà oggi e tuteli gli interessi delle generazioni di domani.



Gro Harlem Brundtland  
Presidente della Commissione mondiale  
per l'ambiente e lo sviluppo  
Ex primo ministro della Norvegia

ambientale sono parti integranti della libertà effettiva degli esseri umani.

Affrontare i cambiamenti climatici con politiche ben ponderate significa esprimere l'impegno a espandere le libertà effettive di cui godono oggi le persone, senza compromettere la possibilità delle generazioni future di fare affidamento su tali libertà<sup>83</sup>. La sfida oggi è sostenere il progresso umano e al tempo stesso far fronte ai rischi addizionali creati dai cambiamenti climatici nella vita di una porzione significativa dell'umanità.

I cambiamenti climatici ci stimolano a pensare in modo diverso all'interdipendenza umana sotto un aspetto fondamentale. I filosofi greci sostenevano che l'affinità umana poteva essere concepita in termini di cerchi concentrici che si allargano dalla famiglia alla città, al paese e al mondo, e si indeboliscono mano a mano che si allontanano dal centro. Gli economisti dell'Illuminismo, come Adam Smith, e filosofi come David Hume hanno talvolta usato questa immagine per spiegare la motivazione umana. Nel mondo moderno, più interdipendente sotto il profilo economico ed ecologico, i cerchi concentrici sono diventati più vicini tra loro. Come ha scritto il filosofo Kwame Appiah: «Ogni persona di cui si è a conoscenza e sulla quale si ha un'influenza è una persona verso la quale si hanno delle responsabilità: dire questo significa semplicemente affermare l'idea stessa di moralità»<sup>84</sup>. Oggi «siamo a conoscenza» di persone che vivono in luoghi molto distanti, e conosciamo il modo in cui il nostro uso dell'energia «influenza» la loro vita attraverso i cambiamenti climatici.

In questa prospettiva, i cambiamenti climatici sollevano alcune spinose questioni morali. L'uso dell'energia e le emissioni di gas serra a esso associate non sono concetti astratti. Sono aspetti dell'interdipendenza umana. Quando una persona accende una lampada in Europa o un condizionatore in America, essa è collegata attraverso il sistema climatico globale ad alcune tra le persone più vulnerabili del mondo: ai piccoli agricoltori che campano a stento in Etiopia, agli abitanti delle baraccopoli di Manila e alle persone che vivono nel delta del Gange. È collegata anche alle generazioni future, non solo ai

suoi figli e nipoti, ma anche ai figli e ai nipoti delle persone in tutto il mondo. Alla luce delle conseguenze dei mutamenti pericolosi del clima per la povertà e dei rischi catastrofici futuri, ignorare le responsabilità derivanti dall'interdipendenza ecologica che provoca i cambiamenti climatici equivarrebbe a negare la moralità.

L'obbligo morale di affrontare i cambiamenti climatici si fonda soprattutto sui concetti di gestione responsabile, giustizia sociale e responsabilità etica. In un mondo in cui le persone sono spesso divise dalle loro convinzioni, queste sono idee che superano le divisioni religiose e culturali e offrono una base potenziale per l'azione collettiva da parte dei leader di congregazioni religiose e altre organizzazioni (riquadro 1.4).

### **Gli argomenti economici a favore di un'azione urgente**

Una strategia ambiziosa di mitigazione dei cambiamenti climatici comporta la necessità di investire oggi in una transizione verso una società a basse emissioni. I costi ricadranno prevalentemente sulla generazione attuale, e il mondo ricco dovrà farsi carico della spesa maggiore. I benefici si distribuiranno tra i paesi e nel tempo. Le generazioni future trarranno giovamento dall'attenuazione dei rischi e i poveri del mondo avranno migliori prospettive di sviluppo umano nell'arco della nostra vita. I costi e i benefici della mitigazione dei cambiamenti climatici confermano la necessità di un'azione urgente?

La questione è stata affrontata nel rapporto Stern, *The Economics of Climate Change*. Commissionato dal governo del Regno Unito, lo studio ha fornito una risposta risolutiva. Sulla base di un'analisi dei costi e dei benefici, fondata sull'elaborazione di modelli economici a lungo termine, ha concluso che i costi futuri del riscaldamento globale saranno verosimilmente compresi tra il 5 e il 20 per cento del PIL mondiale annuo. Queste perdite future si potrebbero evitare, secondo l'analisi esposta nel rapporto, sostenendo costi di mitigazione annuali relativamente modesti, pari a circa l'1 per cento del PIL, al fine di ottenere una stabilizzazione dei gas serra a 550 ppm CO<sub>2</sub>e (invece dei più ambiziosi 450 ppm proposti nel presente Rapporto).

La sfida oggi è sostenere il progresso umano e al tempo stesso far fronte ai rischi addizionali creati dai cambiamenti climatici nella vita di una porzione significativa dell'umanità

«Non ereditiamo la Terra dai nostri antenati, la prendiamo in prestito dai nostri figli»

Proverbio indigeno nordamericano

La sostenibilità non è un concetto inventato al Vertice per la Terra del 1992. La fiducia riposta nei valori di gestione responsabile, giustizia intergenerazionale e responsabilità congiunta per un ambiente comune sono alla base di un gran numero di sistemi etici e religiosi. Le religioni hanno un ruolo importante da svolgere nel dare risalto alle questioni sollevate dai cambiamenti climatici.

Hanno anche le potenzialità per intervenire come agenti di cambiamento, mobilitando milioni di persone ad agire sulla base di valori comuni su una questione di fondamentale importanza morale. Le religioni variano nella loro interpretazione teologica o spirituale della gestione responsabile, ma condividono un impegno comune verso i principi fondamentali di giustizia intergenerazionale e di attenzione per le persone vulnerabili.

In un momento in cui il mondo troppo spesso si concentra sulle differenze religiose quale fonte di conflitto, i cambiamenti climatici offrono opportunità di dialogo e di azione interconfessionale. Con alcune importanti eccezioni, i leader religiosi potrebbero fare di più nella sfera pubblica. Un risultato è la carenza di riflessioni morali adeguate riguardo alle questioni sollevate dai cambiamenti climatici. I fondamenti dell'azione interconfessionale affondano le radici nei testi sacri fondamentali e negli insegnamenti attuali:

- **Buddismo.** Il termine buddista per individuo è *santana*, o flusso. Intende cogliere l'idea di interconnessione tra le persone e l'ambiente, e tra le generazioni. L'insegnamento buddista pone l'accento sulla responsabilità personale di realizzare un cambiamento nel mondo attraverso un cambiamento nel comportamento personale.
- **Cristianesimo.** I teologi di un vasto insieme di tradizioni cristiane si sono occupati della questione dei cambiamenti climatici. In una prospettiva cattolica, l'osservatore permanente della Santa sede alle Nazioni Unite ha chiesto una «conversione ecologica» e «impegni precisi volti ad affrontare con efficacia il problema dei cambiamenti climatici». Il Consiglio ecumenico delle Chiese ha lanciato un potente e persuasivo invito all'azione, fondato su preoccupazioni teologiche: «Le comunità povere e vulnerabili del mondo e le generazioni future saranno le più colpite dai cambiamenti climatici. [...] Le nazioni ricche utilizzano una quota dei beni comuni globali molto più ampia del dovuto. Devono pertanto pagare tale debito ecologico nei confronti di altre persone, compensandole appieno dei costi di adattamento ai cambiamenti climatici. Sono necessarie drastiche riduzioni delle emis-

sioni da parte dei ricchi per garantire che le legittime esigenze di sviluppo dei poveri del mondo possano essere soddisfatte».

- **Induismo.** L'idea della natura come opera sacra è profondamente radicata nell'induismo. Il Mahatma Gandhi si basava sui tradizionali valori induisti per sottolineare l'importanza della nonviolenza, del rispetto per tutte le forme di vita e dell'armonia tra le persone e la natura. L'idea di gestione responsabile si riflette nelle dichiarazioni di esponenti di questa fede riguardo all'ecologia. Come ha scritto il leader spirituale Swami Vibudheshha: «Questa generazione non ha alcun diritto di usare tutta la fertilità del suolo e lasciare dietro di sé un terreno sterile per le generazioni future».
- **Islam.** Le fonti primarie di insegnamento islamico sull'ambiente naturale sono il Corano, le raccolte degli *hadith* – aneddoti sparsi sui detti e sulle azioni del profeta – e il diritto islamico (*shari'a*). Poiché gli esseri umani sono considerati parte della natura, un tema ricorrente in queste fonti è l'avversione allo spreco e alla distruzione dell'ambiente. Il diritto islamico contiene numerose ingiunzioni, volte a proteggere e custodire le risorse ambientali comuni sulla base della condivisione. Il concetto coranico di *tawhid*, o integrità, esprime l'idea dell'unità del creato attraverso le generazioni. Esiste anche l'ingiunzione di preservare la Terra e le sue risorse naturali per le generazioni future, e agli esseri umani è affidato il ruolo di custodi del mondo naturale. Sulla base di questi insegnamenti, il Consiglio australiano dei Consigli islamici ha osservato: «Dio concede agli esseri umani di godere della generosità della natura alla rigorosa condizione che essi ne abbiano cura. [...] Il tempo stringe. Le persone di fede devono dimenticare le loro differenze teologiche e operare insieme per salvare il mondo dalla devastazione climatica».
- **Giudaismo.** Molte tra le più profonde convinzioni del giudaismo sono compatibili con la protezione dell'ambiente. Come afferma un teologo, la Torah può dare all'umanità un posto privilegiato nell'ordine del creato, ma non si tratta del «dominio di un tiranno», e molti comandamenti riguardano la conservazione dell'ambiente naturale. Applicando la filosofia giudaica ai cambiamenti climatici, la Conferenza centrale dei rabbini americani ha osservato: «Abbiamo l'obbligo solenne di fare tutto il possibile, entro i limiti del ragionevole, per scongiurare i danni alle generazioni attuali e future e salvaguardare l'integrità del creato. [...] Non farlo, allorché disponiamo della capacità tecnologica – come nel caso dell'energia generata da fonti diverse dai combustibili fossili e delle tecnologie di trasporto – significa abdicare in modo imperdonabile alle nostre responsabilità».

Fonti: Basato su Krznaric 2007; IFEES 2006; Climate Institute 2006.

Conclusioni: esistono abbondanti motivi per provvedere a riduzioni urgenti, immediate e rapide delle emissioni di gas serra, in ragione del fatto che la prevenzione è migliore, e meno costosa, dell'inazione.

Alcuni critici del rapporto Stern hanno raggiunto conclusioni diverse. A loro parere, l'analisi dei costi e dei benefici non conferma la necessità di una mitigazione precoce e incisiva. Gli argomenti addotti sono molto vari. Il rapporto Stern e i suoi critici partono da una premessa analoga, cioè che i danni globali reali derivanti dai cambiamenti climatici, a prescindere dalla loro entità, si verificheranno in un futuro distante. Il punto su cui divergono è la valutazione di tali danni. I critici del rapporto Stern sostengono che si dovrebbe applicare un tasso di sconto più elevato al benessere delle persone che vivranno in futuro, cioè gli si dovrebbe dare un peso minore di quello accordatogli dal rapporto Stern rispetto ai costi da sostenere nel presente.

Da queste posizioni opposte, emergono indicazioni strategiche differenti<sup>85</sup>. Diversamente dal rapporto Stern, i critici propongono un modesto tasso di riduzione delle emissioni nel futuro prossimo, seguito da riduzioni più marcate nel lungo periodo, mano a mano che l'economia mondiale diventa più prospera e si sviluppano capacità tecnologiche<sup>86</sup>.

Il dibattito in corso a seguito del rapporto Stern è importante su diversi piani. È importante nell'immediato, perché va al cuore della questione fondamentale con cui devono confrontarsi oggi i responsabili politici, cioè: è necessario intervenire subito, con urgenza, per mitigare i cambiamenti climatici? Ed è importante perché solleva questioni in merito alla correlazione tra economia ed etica, questioni che si legano al modo in cui concepiamo l'interdipendenza umana di fronte alle minacce costituite dai mutamenti pericolosi del clima.

### Scontare il benessere futuro: etica ed economia

Gran parte della controversia è incentrata sul concetto di tasso sociale di sconto. Poiché la mitigazione dei cambiamenti climatici comporta costi nel presente per generare benefici futuri, un aspetto critico dell'analisi riguarda

il trattamento da riservare al risultato futuro rispetto al risultato attuale. A quale tasso si devono scontare gli impatti futuri dal presente? Il tasso di sconto è lo strumento utilizzato per affrontare la questione. Per determinare il tasso, è necessario attribuire un valore al benessere futuro semplicemente perché è futuro (tasso di pura preferenza temporale) e adottare una decisione in merito al valore sociale di un dollaro in più di consumo. Questo secondo elemento coglie l'idea di ridurre l'utilità marginale con l'aumentare dei redditi<sup>87</sup>.

La controversia tra il rapporto Stern e i suoi critici riguardo ai costi e benefici della mitigazione – e ai tempi dell'azione – si può ricondurre in larga misura al tasso di sconto. Per comprendere l'importanza dei diversi approcci alla mitigazione dei cambiamenti climatici, prendiamo in considerazione l'esempio seguente. A un tasso di sconto del 5 per cento, oggi varrebbe la pena di spendere solo 9 dollari per prevenire una perdita di reddito di 100 dollari causata dai cambiamenti climatici nel 2057. Senza applicare un tasso di sconto, oggi varrebbe la pena di spendere fino a 100 dollari. Di conseguenza, quanto più il tasso di sconto si allontana dallo zero, tanto più i danni futuri dovuti al riscaldamento valutati nel presente diminuiscono. Applicato al lungo periodo necessario per avvertire gli impatti dei cambiamenti climatici, la magia dell'interesse composto, applicato all'inverso, può fornire un ottimo argomento, fondato sui costi-benefici, per rinviare l'azione di mitigazione, se i tassi di sconto sono elevati.

Nella prospettiva dello sviluppo umano, consideriamo corretta la scelta centrale del rapporto Stern di un basso valore per il tasso di pura preferenza temporale, cioè la componente del tasso di sconto che pondera il benessere delle generazioni future rispetto al nostro solo perché vivono nel futuro<sup>88</sup>. Scontare il benessere di coloro che vivranno in futuro solo perché vivranno in futuro non è giustificato<sup>89</sup>. Quando pensiamo al benessere delle generazioni future esprimiamo un giudizio etico. Infatti, il padre fondatore del tasso di sconto descrisse un tasso di pura preferenza temporale positivo quale prassi «eticamente indifendibile, che emerge solo dalla mancanza di immaginazione»<sup>90</sup>. Così

Quanto più il tasso di sconto si allontana dallo zero, tanto più i danni futuri dovuti al riscaldamento valutati nel presente diminuiscono

Quando si tratta di difesa nazionale e di protezione contro il terrorismo, i governi non si rifiutano di effettuare investimenti oggi perché non sono certi dei vantaggi che ne trarranno in futuro o della natura precisa dei rischi futuri

come non scontiamo i diritti umani delle generazioni future, perché sono equivalenti ai nostri, allo stesso modo dovremmo accettare il compito di una «gestione responsabile della Terra» che impone di accordare alle generazioni future lo stesso peso etico della generazione attuale. Scegliendo un tasso di pura preferenza temporale del 2 per cento, si dimezzerebbe il peso etico attribuito a una persona che nascerà nel 2043 rispetto a una persona che nascerà nel 2008<sup>91</sup>.

Negare la necessità di agire oggi in ragione del fatto che le generazioni future, cui è attribuito minor peso, dovrebbero farsi carico di una quota maggiore dei costi di mitigazione non è una tesi eticamente difendibile, ed è incompatibile con le responsabilità morali implicite nell'appartenenza a una comunità umana legata attraverso le generazioni. I principi etici sono il veicolo primario attraverso il quale gli interessi delle persone non rappresentate sul mercato (generazione futura) o prive di voce (i giovanissimi) sono presi in considerazione nella formulazione delle politiche. Questo è il motivo per cui la questione etica deve essere affrontata in modo chiaro e trasparente allorché si determinano le strategie da adottare per la mitigazione<sup>92</sup>.

#### **Incertezza, rischio e irreversibilità: argomenti a favore di un'assicurazione contro i rischi catastrofici**

Qualsiasi analisi degli argomenti a favore e contro un'azione urgente volta a mitigare i cambiamenti climatici deve partire da una valutazione della natura dei rischi esistenti e della loro distribuzione nel tempo. L'incertezza è un elemento critico in questa discussione.

Come già indicato nel presente capitolo, l'incertezza legata ai cambiamenti climatici è strettamente associata alla possibilità di esiti catastrofici. In un mondo che ha maggiori probabilità di superare i 5°C che di rimanere sotto i 2°C, le «brutte sorprese» di natura catastrofica diventeranno più probabili con il passare del tempo. L'impatto di tali sorprese è incerto. Tuttavia, esse comprendono la possibile disintegrazione della calotta di ghiaccio dell'Antartide occidentale, con le relative implicazioni per gli insediamenti umani e per l'attività economica. Una mitigazione ambiziosa può essere conside-

rata come un anticipo da versare sull'assicurazione contro i rischi catastrofici per le generazioni future<sup>93</sup>.

Rischi catastrofici come quelli comportati dai cambiamenti climatici giustificano un'azione precoce. L'idea che gli interventi costosi debbano essere rinviati finché non si disporrà di maggiori conoscenze non è applicata in altri settori. Quando si tratta di difesa nazionale e di protezione contro il terrorismo, i governi non si rifiutano di effettuare investimenti oggi perché non sono certi dei vantaggi che ne trarranno in futuro o della natura precisa dei rischi futuri. Valutano anzi i rischi e stabiliscono, sulla base delle probabilità, se esista una possibilità abbastanza alta di gravi danni futuri che giustifichi l'adozione di misure preventive volte a ridurre tali rischi<sup>94</sup>. In altre parole, soppesano i costi, i benefici e i rischi e cercano di assicurare i loro cittadini contro esiti incerti ma potenzialmente catastrofici.

Gli argomenti contro un'azione urgente sui cambiamenti climatici presentano lacune più ampie. Esistono molti ambiti di politica pubblica in cui un approccio «attendista» può essere ragionevole, ma i cambiamenti climatici non sono tra questi. Poiché l'accumulo di gas serra è cumulativo e irreversibile, le politiche sbagliate non possono essere corrette facilmente. Una volta che le emissioni di CO<sub>2</sub> e abbiano raggiunto, per esempio, 750 ppm, le generazioni future non avranno la possibilità di esprimere una preferenza per un mondo che stabilizzi le emissioni a 450 ppm. Aspettare di vedere se il crollo della calotta di ghiaccio dell'Antartide occidentale produrrà risultati catastrofici è una scelta a senso unico: non si può riagganciare la banchisa al fondo del mare. L'irreversibilità dei cambiamenti climatici rappresenta un notevole incentivo ad applicare il principio di precauzione. Data la possibilità di esiti realmente catastrofici in un ambito caratterizzato da vaste aree di incertezza, l'uso dell'analisi marginale è un quadro troppo restrittivo per formulare risposte alla sfida della mitigazione dei cambiamenti climatici. In altre parole, una piccola probabilità di una perdita infinita può comunque rappresentare un rischio enorme.

### Al di là di un mondo a un solo paese: perché la distribuzione è importante

Anche il secondo aspetto del tasso di sconto è stato oggetto di dibattito. Quale peso si deve dare al valore di un dollaro in più di consumo in futuro, se il volume complessivo dei consumi è diverso da quello odierno? La maggioranza delle persone che accorderebbero lo stesso peso etico alle generazioni future riconoscerebbe che, se tali generazioni dovessero essere più prospere, un aumento dei loro consumi avrebbe un valore inferiore a quello attuale. Poiché il reddito aumenta con il tempo, occorre affrontare la questione relativa al valore di un dollaro supplementare. Il tasso di sconto da applicare ai maggiori consumi futuri dipende dalla preferenza sociale: il valore attribuito al dollaro supplementare. I critici di Stern sostengono che il parametro scelto nel rapporto è troppo basso e determina a sua volta un tasso di sconto complessivo che, a loro parere, sarebbe irrealisticamente basso. Le questioni inerenti a questa parte del dibattito sono diverse da quelle riguardanti la preferenza temporale e implicano scenari di crescita prevista in condizioni di grande incertezza.

Se il mondo fosse costituito da un unico paese, che nutrisse una preoccupazione etica per il futuro dei suoi cittadini, si destinerebbero ingenti investimenti all'assicurazione contro i rischi catastrofici tramite la mitigazione dei cambiamenti climatici. Nel mondo reale, i costi di una mitigazione tardiva non saranno equamente distribuiti tra i paesi e le persone. Gli impatti sociali ed economici dei cambiamenti climatici si faranno sentire in modo molto più pesante sui paesi più poveri e sui loro cittadini più vulnerabili. Le preoccupazioni di carattere distributivo legate allo sviluppo umano rafforzano enormemente l'argomento a favore di un'azione urgente. In realtà, queste preoccupazioni rappresentano uno degli elementi più critici dell'argomentazione. Questo aspetto è ampiamente ignorato da coloro che discutono i tassi di sconto in modelli che considerano il mondo come un solo paese.

L'analisi globale dei costi e dei benefici senza ponderazioni distributive può mettere in ombra le questioni nelle riflessioni sui cambiamenti cli-

matici. Impatti modesti sulle economie dei paesi ricchi (o sulle persone ricche) incidono più profondamente sul bilancio costi/benefici proprio perché sono più ricchi. Questo aspetto si può illustrare con un semplice esempio. Se il reddito dei 2,6 miliardi di persone più povere del mondo subisse una riduzione del 20 per cento, il calo del PIL mondiale pro capite sarebbe inferiore all'1 per cento. Analogamente, se i cambiamenti climatici provocassero una siccità tale da dimezzare il reddito dei 28 milioni di persone più povere in Etiopia, nel bilancio globale lo si noterebbe appena: il PIL mondiale scenderebbe solo dello 0,003 per cento. Vi sono anche problemi legati a ciò che l'analisi dei costi e dei benefici non misura. Il valore intrinseco che attribuiamo alle cose importanti difficilmente può essere rappresentato dai prezzi di mercato (riquadro 1.5).

Gli obblighi di carattere distributivo sono spesso trascurati negli argomenti a favore di un'azione di mitigazione dei cambiamenti climatici. Come per il più ampio dibattito sullo sconto sociale, la ponderazione degli aumenti e dei cali dei consumi per persone e paesi con livelli di reddito diversi dev'essere espressamente esaminata. Esiste tuttavia una differenza fondamentale tra le questioni riguardanti la distribuzione intergenerazionale e quelle riguardanti la distribuzione tra le popolazioni attuali. Nel primo caso, gli argomenti a favore di una mitigazione ambiziosa si fondano sulla necessità di proteggersi da un rischio incerto, ma potenzialmente catastrofico. Nel secondo caso, relativo alla distribuzione del reddito nell'arco della nostra vita, si fonda sui costi «certi» dei cambiamenti climatici per i mezzi di sussistenza delle persone più povere del mondo<sup>95</sup>.

Le preoccupazioni per gli effetti in termini di distribuzione tra paesi e tra persone con livelli di sviluppo assai diversi non si limitano alla mitigazione. La mitigazione oggi creerà un flusso regolare di vantaggi in termini di sviluppo umano, che si rafforzeranno nella seconda metà del XXI secolo. In assenza di una mitigazione tempestiva, gli sforzi di riduzione della povertà ne risentiranno e milioni di persone dovranno affrontare esiti catastrofici. Migrazioni di massa dovute a inondazioni in paesi come il Bangla-

i costi di una mitigazione tardiva non saranno equamente distribuiti tra i paesi e le persone

desh e carestie di massa legate alla siccità nell'Africa subsahariana sono due esempi.

Tuttavia, non esiste una linea di demarcazione netta tra presente e futuro. I cambiamenti climatici esercitano già un impatto sulla vita dei poveri e il mondo è destinato a subire ulteriori alterazioni del clima, a prescindere dagli sforzi di mitigazione. Questo significa che la mitigazione da sola non offre una salvaguardia contro esiti negativi sotto il profilo della distribuzione legati ai cambiamenti climatici e che, per la prima metà del XXI secolo, l'adattamento ai cambiamenti climatici dovrà essere una priorità, assieme a sforzi di mitigazione ambiziosi.

## Mobilizzare l'azione pubblica

Attraverso il lavoro dell'IPCC e di altri ricercatori, le scienze climatiche hanno migliorato la nostra comprensione del riscaldamento globale. I dibattiti sull'economia dei cambiamenti climatici hanno contribuito all'individuazione delle scelte in materia di distribuzione delle risorse. Alla fine, però, saranno le preoccupazioni dei cittadini a stimolare cambiamenti politici.

### L'opinione pubblica: una forza a favore del cambiamento

L'opinione pubblica è importante su molti piani. La comprensione informata del motivo per cui

#### Riquadro 1.5

#### Analisi dei costi e dei benefici e cambiamenti climatici

Gran parte del dibattito sugli argomenti a favore e contro una mitigazione urgente si svolge in termini di analisi dei costi e dei benefici. Sono state sollevate importanti questioni. Al tempo stesso, si devono riconoscere i limiti di questo tipo di approccio. Il quadro è essenziale come ausilio per il processo decisionale razionale, ma presenta gravi limiti nel contesto dell'analisi dei cambiamenti climatici e non può risolvere da solo questioni etiche fondamentali.

Una difficoltà nell'applicazione dell'analisi dei costi e dei benefici ai cambiamenti climatici è dovuta all'orizzonte temporale. Qualsiasi analisi di questo genere è uno studio nell'incertezza, ma nel caso della mitigazione dei cambiamenti climatici, l'intervallo di incertezza diventa molto ampio. Prevedere i costi e i benefici per un periodo di 10 o 20 anni può essere impegnativo persino per semplici progetti di investimento come la costruzione di una strada. Prevederli per un periodo di 100 anni e oltre è un esercizio di carattere fortemente speculativo. Come afferma un commentatore: «Tentare di prevedere i costi e i benefici degli scenari relativi ai cambiamenti climatici tra cent'anni, più che una scienza, è un'arte del tirare a indovinare per analogia».

Il problema più essenziale riguarda l'oggetto delle misurazioni. Le variazioni del PIL forniscono un parametro per valutare un aspetto importante della salute economica delle nazioni, ma anche qui sono presenti dei limiti. La contabilità del reddito nazionale registra le variazioni della ricchezza e il deprezzamento del capitale utilizzato nella sua creazione, ma non coglie i costi dei danni ambientali o il deperimento di beni ecologici quali le foreste o le risorse idriche. Nell'applicazione ai cambiamenti climatici, la ricchezza generata

tramite l'uso di energia compare nel reddito nazionale, ma i danni associati al depauperamento dei pozzi di carbonio della Terra non vi figurano.

Abraham Maslow, il famoso psicologo, affermò: «Se l'unico strumento che si possiede è un martello, ogni problema comincia ad assomigliare a un chiodo». Allo stesso modo, se l'unico strumento usato per misurare i costi è un prezzo di mercato, tutto ciò che è privo di cartellino del prezzo – la sopravvivenza delle specie, un fiume pulito, una foresta intatta, le aree naturali – potrebbe sembrare privo di valore. Gli elementi che non figurano nel bilancio finanziario possono diventare invisibili, anche se hanno un grande valore intrinseco per le generazioni attuali e future. Vi sono cose che, una volta perse, il denaro non è in grado di riacquistare, e vi sono cose che non si prestano all'attribuzione di un prezzo di mercato. Per queste cose, se si formulano le questioni solo in relazione all'analisi dei costi e dei benefici, si possono ottenere le risposte sbagliate.

I cambiamenti climatici fondamentalmente riguardano la relazione tra le persone e gli ecosistemi. Oscar Wilde definì un cinico come «un uomo che conosce il prezzo di ogni cosa e il valore di nessuna». Molti degli effetti che si verificheranno in assenza di mitigazione dei cambiamenti climatici influiranno su aspetti della vita umana e dell'ambiente che hanno un valore intrinseco e non si possono ridurre a un'economia da contabili. In ultima analisi, questo è il motivo per cui le decisioni di investimento relative alla mitigazione dei cambiamenti climatici non si possono trattare allo stesso modo delle decisioni di investimento (o dei tassi di sconto) applicate ad automobili, macchinari industriali o lavastoviglie.

Fonti: Broome 2006b; Monbiot 2006; Singer 2002; Weitzman 2007.

i cambiamenti climatici sono una priorità tanto urgente può creare margini politici per permettere ai governi di introdurre riforme radicali nel settore energetico. Come in molti altri ambiti, il controllo delle politiche dei governi da parte dell'opinione pubblica è altrettanto fondamentale. In assenza di controllo, sussiste il pericolo che altisonanti dichiarazioni d'intenti si sostituiscano a un'azione politica significativa, un problema perenne nel caso degli impegni del G8 in materia di aiuti ai paesi in via di sviluppo. I cambiamenti climatici rappresentano una sfida distinta perché, forse più che in qualsiasi altra sfera della politica pubblica, il processo di riforma deve essere sostenuto per un lungo periodo.

Stanno emergendo nuove, potenti coalizioni a favore del cambiamento. Negli Stati Uniti, la *Climate Change Coalition* riunisce organizzazioni non governative (ONG), imprenditori e istituti di ricerca indipendenti. In tutta Europa, ONG e gruppi religiosi organizzano efficaci campagne a favore di un'azione urgente. «Stop al caos climatico» è diventata una dichiarazione d'intenti e uno slogan per la mobilitazione. A livello internazionale, la Campagna mondiale sul clima sta creando una rete che si mobilita a livello transfrontaliero ed esercita pressioni sui governi prima, durante e dopo riunioni intergovernative ad alto livello. Solo 5 anni fa, la maggioranza delle grandi imprese multinazionali era indifferente od ostile alle campagne sui cambiamenti climatici. Ora un numero crescente di esse chiede con insistenza un'azione e chiari segnali dai governi a sostegno della mitigazione. Molti imprenditori si sono resi conto che le tendenze attuali sono insostenibili e che devono orientare le loro decisioni in materia di investimenti in una direzione più ragionevole.

Nel corso dell'intera storia, le campagne pubbliche sono state una forza formidabile a favore del cambiamento. Dall'abolizione della schiavitù, attraverso le lotte per la democrazia, i diritti civili, la parità tra i sessi e i diritti umani, fino alla campagna *Make Poverty History*, la mobilitazione pubblica ha creato nuove opportunità di sviluppo umano. La sfida specifica che attende i promotori di cam-

pagne sui cambiamenti climatici deriva dalla natura del problema. Il tempo stringe, il fallimento determinerà regressi irreversibili nello sviluppo umano e il cambiamento di politica dovrà essere sostenuto in numerosi paesi per un lungo periodo. Non esistono «rimedi rapidi».

### **I sondaggi di opinione forniscono notizie preoccupanti**

Per quanti progressi si siano compiuti, la battaglia per conquistare il favore dell'opinione pubblica non è ancora vinta. Valutare lo stato della situazione non è semplice, ma i sondaggi di opinione forniscono un quadro preoccupante, soprattutto nelle nazioni più ricche del mondo.

I cambiamenti climatici sono ora in primo piano nei dibattiti pubblici in tutto il mondo industrializzato. La copertura mediatica è salita a livelli senza precedenti. Il film *Una scomoda verità* ha raggiunto milioni di spettatori. Una serie di rapporti – tra i quali il rapporto Stern è un esempio eccellente – ha accorciato le distanze tra comprensione popolare e analisi economica rigorosa. I moniti sulla salute del pianeta lanciati dall'IPCC forniscono una base chiara per comprendere l'evidenza dei cambiamenti climatici. Di fronte a tutto questo, l'atteggiamento delle persone in generale continua a essere caratterizzato da una mentalità che associa l'apatia al pessimismo.

I dati impressionanti raccolti nell'ambito di studi recenti lo dimostrano. Un'importante ricerca condotta a livello internazionale ha rivelato che gli abitanti del mondo industrializzato considerano i cambiamenti climatici come una minaccia molto meno pressante rispetto a quelli dei paesi in via di sviluppo. Per esempio, solo il 22 per cento dei cittadini britannici ha considerato i cambiamenti climatici «una delle problematiche più importanti» cui il mondo deve rispondere, rispetto a quasi la metà della popolazione in Cina e i due terzi in India. I paesi in via di sviluppo dominano la classifica dei paesi i cui cittadini considerano i cambiamenti climatici come il problema più preoccupante per il pianeta, con il Messico, il Brasile e la Cina in testa. La stessa indagine ha

Per quanti progressi si siano compiuti, la battaglia per conquistare il favore dell'opinione pubblica non è ancora vinta

I cambiamenti climatici sono ancora percepiti dalla stragrande maggioranza come un rischio modesto e remoto, che colpirà innanzitutto persone e luoghi distanti nello spazio e nel tempo

rivelato un livello molto più alto di fatalismo nei paesi ricchi, con un grande scetticismo in merito alla possibilità di evitare i cambiamenti climatici<sup>96</sup>.

Indagini approfondite a livello nazionale confermano queste conclusioni globali generali. Negli Stati Uniti, la mitigazione dei cambiamenti climatici è ora oggetto di acceso dibattito in seno al Congresso. Tuttavia, lo stato attuale dell'opinione pubblica non offre una base sicura per un'azione urgente.

- Circa quattro americani su dieci ritengono che l'attività umana sia responsabile del riscaldamento globale, ma altrettanti ritengono che il riscaldamento si possa ricondurre ai cicli naturali dei sistemi climatici terrestri (21 per cento) o che non esistano prove del riscaldamento globale (20 per cento)<sup>97</sup>.
- Il 41 per cento degli americani considera i cambiamenti climatici un «problema grave», il 33 per cento lo considera solo «abbastanza grave» e il 24 per cento «non grave». Solo il 19 per cento ha espresso grande preoccupazione personale, un livello di gran lunga inferiore rispetto ad altri paesi del G8 e drasticamente inferiore rispetto a molti paesi in via di sviluppo<sup>98</sup>.
- Permane una divisione sulla base dell'orientamento politico. Gli elettori democratici registrano livelli più elevati di preoccupazione rispetto a quelli repubblicani, anche se né gli uni né gli altri collocano i cambiamenti climatici ai primi posti nel loro elenco di priorità. Su una scala di 19 tematiche elettorali, i cambiamenti climatici si sono classificati al 13° posto tra i democratici e al 19° posto tra i repubblicani.
- I modesti livelli di preoccupazione nell'opinione pubblica sono dovuti alla percezione della collocazione geografica dei rischi e delle vulnerabilità. In una classifica di problemi di interesse collettivo, soltanto il 13 per cento degli interpellati era molto preoccupato delle conseguenze per la propria famiglia o comunità, mentre la metà riteneva che gli effetti più immediati riguardassero i cittadini di altri paesi, o la natura<sup>99</sup>.

I dati raccolti nei sondaggi di opinione devono essere interpretati con cautela. L'opinione pubblica non è statica e può cambiare. Vi sono alcune notizie positive. Circa il 90 per cento degli americani che hanno sentito parlare del riscaldamento climatico pensa che il paese dovrebbe ridurre le sue emissioni di gas serra, a prescindere da ciò che faranno altri paesi<sup>100</sup>. Ciononostante, se «la politica è sempre locale», l'attuale livello di valutazione del rischio da parte dell'opinione pubblica difficilmente potrà garantire un forte impulso politico. I cambiamenti climatici sono ancora percepiti dalla stragrande maggioranza come un rischio modesto e remoto, che colpirà innanzitutto persone e luoghi distanti nello spazio e nel tempo<sup>101</sup>.

La chiara indicazione che l'opinione pubblica europea è molto più avanti di quella americana non è corroborata dai dati provenienti dai sondaggi di opinione. Più di otto europei su dieci sono consapevoli del fatto che il modo in cui consumano e producono energia ha un impatto negativo sul clima<sup>102</sup>. Tuttavia, soltanto la metà afferma di essere «abbastanza preoccupata»; una percentuale molto più alta esprime preoccupazione riguardo alla necessità di diversificare le fonti di approvvigionamento energetico in Europa.

In alcuni paesi europei, l'atteggiamento dell'opinione pubblica è caratterizzato da un eccezionale livello di pessimismo. Per esempio, in Francia, Germania e Regno Unito, la percentuale di persone d'accordo con l'affermazione «riusciremo a fermare i cambiamenti climatici» è compresa tra il 5 e l'11 per cento. L'aspetto allarmante è che quattro persone su dieci in Germania ritengono che non valga neanche la pena provarci, in gran parte perché non si può fare nulla<sup>103</sup>. Tutto ciò dimostra la grande necessità di porre un maggiore accento sull'informazione pubblica e sulle campagne di sensibilizzazione.

I dati forniti dai sondaggi di opinione sono preoccupanti su più livelli. Innanzi tutto, sollevano dubbi riguardo alla consapevolezza dei cittadini delle nazioni ricche delle conseguenze delle loro azioni. Se le persone comprendessero meglio le conseguenze delle loro azioni per le

generazioni future e per le persone vulnerabili nei paesi in via di sviluppo, l'imperativo ad agire incontrerebbe un consenso molto maggiore. Il fatto che numerose persone considerino i cambiamenti climatici un problema intrattabile costituisce un ulteriore ostacolo all'azione, perché crea un senso di impotenza.

### Il ruolo dei media

I media svolgono un ruolo fondamentale nell'informare e influenzare l'opinione pubblica. A parte il loro ruolo di controllo sulle azioni dei governi, che obbliga questi ultimi a rispondere del loro operato, i media sono la principale fonte di informazione pubblica sulla scienza dei cambiamenti climatici. Considerata l'immensa importanza della posta in gioco per le persone e per il pianeta, si tratta di un ruolo di grande responsabilità.

Lo sviluppo di nuove tecnologie e di reti globali ha rafforzato il potere dei media in tutto il mondo. Nessun governo in una democrazia può ignorare i media. Tuttavia, il potere e la responsabilità non sempre vanno di pari passo. Nel 1998, Carl Bernstein disse: «La realtà è che i media probabilmente sono la più potente istituzione odierna ed essi, o meglio, noi [giornalisti] troppo spesso sperperiamo il nostro potere e ignoriamo i nostri obblighi»<sup>104</sup>. Questa osservazione è perfettamente applicabile al dibattito sui cambiamenti climatici.

Vi sono variazioni molto ampie nel modo in cui i media all'interno dei paesi e nei diversi paesi hanno risposto ai cambiamenti climatici. Molti giornalisti e molti organi d'informazione hanno svolto un servizio straordinario nel tenere vivo il dibattito pubblico e approfondire le conoscenze. Tuttavia, bisogna riconoscere anche l'altro lato della medaglia. Fino a tempi recenti, il principio della «par condicio» è stato applicato in un modo che ha impedito lo svolgimento di un dibattito informato. Uno studio condotto negli Stati Uniti<sup>105</sup> ha riscontrato che l'applicazione di tale principio ha fatto sì che oltre la metà degli articoli apparsi sui quotidiani più prestigiosi del paese tra il 1990 e il 2002 abbia dato pari peso alle conclusioni dell'IPCC e della comunità scientifica che studia il clima e ai pareri degli scettici,

molti dei quali finanziati da gruppi di interesse. La persistente confusione nell'opinione pubblica ne è una conseguenza<sup>106</sup>.

La par condicio è un obiettivo lodevole ed essenziale in qualsiasi stampa libera. Ma par condicio tra che cosa? Se esiste un parere attendibile e condiviso dalla stragrande maggioranza dei più autorevoli scienziati del mondo riguardo ai cambiamenti climatici, i cittadini hanno il diritto di attendersi di essere informati in merito a tale parere. Naturalmente, essi hanno anche il diritto di essere informati dei pareri della minoranza, che non riflettono il consenso scientifico, ma non si favorisce un giudizio informato se nella scelta editoriale i due pareri sono considerati equivalenti.

La copertura mediatica dei cambiamenti climatici ha risentito anche di problemi più ampi. Molte questioni da affrontare sono estremamente complesse e intrinsecamente difficili da comunicare. Alcune notizie diffuse dai media hanno disorientato l'opinione pubblica. Per esempio, si è concentrata l'attenzione molto più sui rischi catastrofici che sulle minacce più immediate per lo sviluppo umano, e in molti casi i due aspetti vengono confusi.

Negli ultimi 2 anni, i servizi dedicati ai cambiamenti climatici sono aumentati e la qualità è migliorata. Tuttavia, in alcuni ambiti il modo in cui i media trattano le questioni continua a ostacolare un dibattito informato. Grandi picchi di attenzione in occasione di catastrofi legate al clima o intorno al lancio di rapporti fondamentali sono spesso seguiti da black out informativi. La tendenza a concentrarsi sulle emergenze attuali e sugli eventi apocalittici futuri oscura un fatto importante: gli effetti più dannosi dei cambiamenti climatici a medio termine assumeranno la forma di pressioni sempre più gravose su persone estremamente vulnerabili. La responsabilità degli abitanti e dei governi dei paesi ricchi riguardo a tali pressioni è un aspetto estremamente trascurato. Una conseguenza è che i cittadini continuano a essere poco sensibili all'importanza di sostenere misure di adattamento volte a rafforzare la capacità di resistenza e recupero, e l'assistenza internazionale allo sviluppo a favore dell'adattamento rimane limitata.

I media svolgono un ruolo fondamentale nell'informare e influenzare l'opinione pubblica

I mutamenti pericolosi del clima sono una crisi prevedibile che offre anche un'opportunità.

## Conclusioni

La scienza dei cambiamenti climatici ha stabilito un obiettivo chiaro e ragionevole per l'azione internazionale: mantenere l'aumento medio della temperatura al di sotto della soglia di 2°C. Il rapporto Stern ha fornito una valida giustificazione economica per l'azione. La tesi secondo cui la lotta contro i cambiamenti climatici è finanziariamente sostenibile e si può vincere ha ottenuto ampia adesione tra i responsabili politici.

L'argomento a favore di un'assicurazione a lungo termine contro i rischi catastrofici e l'imperativo dello sviluppo umano offrono validi motivi per intervenire. La mitigazione dei cambiamenti climatici presenta sfide reali a livello finanziario, tecnologico e politico. Tuttavia, solleva anche profonde questioni morali ed etiche per la nostra generazione. Di fronte all'evidenza

che l'inazione nuocerà a milioni di persone e le condannerà a una vita di stenti e vulnerabilità, possiamo giustificare l'inazione? Nessuna comunità civile che aderisca anche solo alle norme etiche più elementari risponderebbe affermativamente, soprattutto se non le mancassero né le tecnologie né le risorse finanziarie per agire in modo risoluto.

I mutamenti pericolosi del clima sono una crisi prevedibile che offre anche un'opportunità. Tale opportunità è rappresentata dai negoziati sul Protocollo di Kyoto. Rilanciando un quadro multilaterale post-2012, il Protocollo potrebbe costituire un punto focale per riduzioni significative delle emissioni, associate a un piano d'azione per l'adattamento che affronti le conseguenze delle emissioni pregresse.

Primi 30 paesi di emissioni	Emissioni di anidride carbonica <sup>a</sup>									
	Emissioni totali (Mt CO <sub>2</sub> )		Tasso di crescita (%)	Quota del totale mondiale (%)		Quota della popolazione (%)	Emissioni di CO <sub>2</sub> pro capite (t CO <sub>2</sub> )		Emissioni o cattura di CO <sub>2</sub> da foreste <sup>b</sup> (Mt CO <sub>2</sub> / anno)	
	1990	2004	1990-	1990	2004	2004	1990	2004	1990-2005	
1 Stati Uniti	4.818	6.046	25	21,2	20,9	4,6	19,3	20,6	-500	
2 Cina <sup>c</sup>	2.399	5.007	109	10,6	17,3	20,0	2,1	3,8	-335	
3 Russia	1.984 <sup>d</sup>	1.524	-23 <sup>d</sup>	8,7 <sup>d</sup>	5,3	2,2	13,4 <sup>d</sup>	10,6	72	
4 India	682	1.342	97	3,0	4,6	17,1	0,8	1,2	-41	
5 Giappone	1.071	1.257	17	4,7	4,3	2,0	8,7	9,9	-118	
6 Germania	980	808	-18	4,3	2,8	1,3	12,3	9,8	-75	
7 Canada	416	639	54	1,8	2,2	0,5	15,0	20,0	..	
8 Regno Unito	579	587	1	2,6	2,0	0,9	10,0	9,8	-4	
9 Corea del Sud	241	465	93	1,1	1,6	0,7	5,6	9,7	-32	
10 Italia	390	450	15	1,7	1,6	0,9	6,9	7,8	-52	
11 Messico	413	438	6	1,8	1,5	1,6	5,0	4,2	..	
12 Sudafrica	332	437	32	1,5	1,5	0,7	9,1	9,8	(.)	
13 Iran	218	433	99	1,0	1,5	1,1	4,0	6,4	-2	
14 Indonesia	214	378	77	0,9	1,3	3,4	1,2	1,7	2.271	
15 Francia	364	373	3	1,6	1,3	0,9	6,4	6,0	-44	
16 Brasile	210	332	58	0,9	1,1	2,8	1,4	1,8	1.111	
17 Spagna	212	330	56	0,9	1,1	0,7	5,5	7,6	-28	
18 Ucraina	600 <sup>d</sup>	330	-45 <sup>d</sup>	2,6 <sup>d</sup>	1,1	0,7	11,5 <sup>d</sup>	7,0	-60	
19 Australia	278	327	17	1,2	1,1	0,3	16,3	16,2	..	
20 Arabia Saudita	255	308	21	1,1	1,1	0,4	15,9	13,6	(.)	
21 Polonia	348	307	-12	1,5	1,1	0,6	9,1	8,0	-44	
22 Thailandia	96	268	180	0,4	0,9	1,0	1,7	4,2	18	
23 Turchia	146	226	55	0,6	0,8	1,1	2,6	3,2	-18	
24 Kazakistan	259 <sup>d</sup>	200	-23 <sup>d</sup>	1,1 <sup>d</sup>	0,7	0,2	15,7 <sup>d</sup>	13,3	(.)	
25 Algeria	77	194	152	0,3	0,7	0,5	3,0	5,5	-6	
26 Malaysia	55	177	221	0,2	0,6	0,4	3,0	7,5	3	
27 Venezuela	117	173	47	0,5	0,6	0,4	6,0	6,6	..	
28 Egitto	75	158	110	0,3	0,5	1,1	1,5	2,3	-1	
29 Emirati Arabi Uniti	55	149	173	0,2	0,5	0,1	27,2	34,1	-1	
30 Paesi bassi	141	142	1	0,6	0,5	0,2	9,4	8,7	-1	
Aggregati mondiali										
OCSE <sup>e</sup>	11.205	13.319	19	49	46	18	10,8	11,5	-1.000	
Europa centrale e orientale e CSI	4.182	3.168	-24	18	11	6	10,3	7,9	-166	
Paesi in via di sviluppo	6.833	12.303	80	30	42	79	1,7	2,4	5.092	
Asia orientale e pacifico	3.414	6.682	96	15	23	30	2,1	3,5	2.294	
Asia meridionale	991	1.955	97	4	7	24	0,8	1,3	-49	
America Latina e Caraibi	1.088	1.423	31	5	5	8	2,5	2,6	1.667	
Stati arabi	734	1.348	84	3	5	5	3,3	4,5	44	
Africa subsahariana	456	663	45	2	2	11	1,0	1,0	1.154	
Paesi meno sviluppati	74	146	97	(,)	1	11	0,2	0,2	1.098	
Sviluppo umano elevato	14.495	16.616	15	64	57	25	9,8	10,1	90	
Sviluppo umano medio	5.946	10.215	72	26	35	64	1,8	2,5	3.027	
Sviluppo umano basso	78	162	108	(,)	1	8	0,3	0,3	858	
Reddito elevato	10.572	12.975	23	47	45	15	12,1	13,3	-937	
Reddito medio	8.971	12.163	36	40	42	47	3,4	4,0	3.693	
Reddito basso	1.325	2.084	57	6	7	37	0,8	0,9	1.275	
Mondo	22.703 <sup>f</sup>	28.983 <sup>f</sup>	28	100 <sup>f</sup>	100 <sup>f</sup>	100	4,3	4,5	4.038	

## NOTE

- a** I dati si riferiscono alle emissioni di anidride carbonica derivanti dal consumo di combustibili fossili solidi, liquidi e gassosi, dalla combustione in torcia e dalla produzione di cemento.
- b** I dati si riferiscono solo alle biomasse vive: le biomasse epigee e ipogee e il carbonio presente nel legno secco, nel suolo e nei rifiuti non sono inclusi. Si riferiscono al valore medio annuo netto delle emissioni o della cattura di CO<sub>2</sub> dovuta a

variazioni dei depositi di carbonio della biomassa forestale. Un numero positivo indica emissioni di CO<sub>2</sub>, mentre un numero negativo indica la cattura di CO<sub>2</sub>.

- c** Le emissioni di CO<sub>2</sub> della Cina non comprendono le emissioni di Taiwan, pari a 124 MtCO<sub>2</sub> nel 1990 e a 241 MtCO<sub>2</sub> nel 2004.

- d** I dati si riferiscono al 1992 e i valori dei tassi di crescita al periodo 1992-2004.

- e** L'OCSE, considerata come regione, comprende i seguenti paesi, che sono inclusi anche in altre sottoregioni elencate in tabella: Repubblica Ceca, Ungheria, Messico, Polonia, Corea del Sud e Slovacchia. Di conseguenza, in alcuni casi, la somma delle singole regioni può essere maggiore del totale mondiale.

- f** Il totale mondiale comprende le emissioni di anidride carbonica non incluse nei totali nazionali, quali quelle prodotte da oli combustibili per navi

e dall'ossidazione di prodotti non combustibili a base di idrocarburi (per es., l'asfalto), nonché le emissioni di paesi che non figurano nelle principali tabelle degli indicatori. Queste emissioni rappresentano circa il 5 per cento del totale mondiale.

