

4

**L'acqua: carenza, rischio
e vulnerabilità**

**«Non sentirai la mancanza dell'acqua
finché il tuo pozzo non sarà prosciugato»**

Bob Marley

**«Il rospo non beve tutta l'acqua
dello stagno in cui vive»**

Proverbio nativo americano

Oggigiorno, la percezione della sicurezza idrica è fortemente influenzata dall'idea di carenza

Per sicurezza umana si intende la difesa contro eventi imprevedibili che sconvolgono le vite umane e compromettono i mezzi di sostentamento. Poche risorse hanno un peso così fondamentale in termini di sicurezza umana come l'acqua che, in quanto risorsa produttiva, risulta essenziale per preservare i mezzi di sostentamento delle popolazioni più vulnerabili del mondo. All'acqua tuttavia sono ascrivibili altresì delle proprietà distruttive, come testimoniano tempeste e inondazioni. La sicurezza in termini di accesso all'acqua nella sua funzione «produttiva» e la difesa contro le vulnerabilità associate all'insicurezza dei flussi idrici rappresenta una delle chiavi fondamentali ai fini dello sviluppo umano.

Oggigiorno, la percezione della sicurezza idrica è fortemente influenzata dall'idea di carenza. La carenza idrica è comunemente percepita come *la* caratteristica peculiare dell'insicurezza idrica. Crescono le preoccupazioni relative al fatto che il mondo stia «esaurendo le riserve di acqua». Ma analizzare l'insicurezza idrica basandosi sul concetto di carenza è deformante e limitativo. Deformante perché gran parte di ciò che passa per carenza è in realtà la conseguenza di una cattiva gestione delle risorse idriche indotta dalle misure politiche adottate. Limitativo perché la disponibilità fisica di acqua rappresenta soltanto una dimensione dell'insicurezza idrica.

C'è una sorprendente somiglianza tra la percezione che si ha oggi della crisi idrica mondiale e i timori di un'imminente crisi alimentare in un'altra epoca. All'inizio del XIX secolo, Thomas Malthus predisse per l'umanità un futuro dai toni cupi. Nel suo *Saggio sul principio di popolazione* espone le sue famose, benché errate, previsioni secondo cui la popolazione sarebbe cresciuta a un tasso superiore rispetto alla crescita della produttività agricola, generando così uno squilibrio sempre maggiore tra il numero di bocche da sfamare e le scorte

alimentari. Secondo la sua tesi, la carenza di cibo avrebbe dato luogo a cicli ricorrenti di fame. «La potenza di crescita della popolazione umana è talmente superiore alla capacità della terra di produrre mezzi di sostentamento per molti, – concludeva Malthus, – che, in una forma o nell'altra, la morte prematura visiterà necessariamente la razza umana»¹.

Questa visione apocalittica fa da eco ad alcune delle valutazioni più pessimistiche degli scenari futuri della disponibilità idrica. La Commissione mondiale per l'acqua ha individuato nella «cupa aritmetica dell'acqua» una delle principali minacce per l'umanità². «La carenza idrica», scrive un altro commentatore, «rappresenterà per molte persone in questo nuovo secolo una condizione di vita determinante»³. Le immagini di laghi che si ritirano e corsi fluviali che scompaiono rafforzano la percezione che il mondo stia scivolando verso una crisi malthusiana, in cui la concorrenza per una risorsa sempre più scarsa provoca conflitti interni nonché vere e proprie guerre dell'acqua tra le nazioni.

Questo capitolo si apre con l'analisi della disponibilità idrica. La concreta carenza idrica, definita in termini di risorse inadeguate a sod-

La carenza rappresenta la conseguenza prevedibile della domanda inesauribile per una risorsa venduta a un prezzo inferiore rispetto al suo valore effettivo

disfare la domanda, rappresenta in alcuni paesi una caratteristica della sicurezza idrica. Ma la carenza assoluta è un'eccezione, non già la regola. La maggior parte dei paesi dispone di quantitativi di acqua sufficienti a soddisfare le esigenze domestiche, industriali, agricole e ambientali. Il vero problema sta nella gestione. Sino a tempi recenti, l'acqua era considerata una risorsa inesauribile da poter deviare, far defluire o inquinare per generare ricchezza. La carenza rappresenta il risultato indotto dalle politiche adottate e deriva direttamente da questo approccio difettoso, la conseguenza prevedibile della domanda inesauribile per una risorsa venduta a un prezzo inferiore rispetto al suo valore effettivo. Come fa notare un altro commentatore: «Se qualcuno si mettesse a vendere le Porsche a tremila dollari al pezzo, presto ci sarebbe una carenza anche di Porsche»⁴.

Carenza a parte, alla sicurezza idrica sono associati anche rischio e vulnerabilità, due tematiche trattate in questo capitolo. Dalle prime forme di civilizzazione sino al mondo globalizzato di oggi, il progresso umano è stato determinato dal successo, o insuccesso, delle società nello sfruttamento del potenziale produttivo dell'acqua e nella contemporanea limitazione del suo potenziale distruttivo. La prevedibilità e affidabilità dell'accesso all'acqua, nonché la difesa contro i rischi correlati alla stessa, sono essenziali per il benessere umano. Come dimostrano efficacemente le immagini delle sofferenze causate dalle alluvioni verificatesi in Mozambico e a New Orleans, e quelle provocate dalle siccità che hanno colpito il Kenya, l'eccessiva o la scarsa quantità di un elemento «buono» qual è l'acqua può trasformarsi in forza distruttiva. Il progresso è in parte determinato dal modo e dal luogo in cui la natura fornisce acqua, ma in misura più decisiva dalle isti-

tuzioni e dalle infrastrutture attraverso le quali le popolazioni e le società garantiscono l'accesso a flussi idrici prevedibili e la capacità di ripresa a seguito di eventi traumatici.

Alcuni eventi traumatici sono più prevedibili di altri. Il capitolo si conclude con l'analisi delle implicazioni derivanti da un evento traumatico incombente che, se gestito malamente, potrebbe causare la regressione dello sviluppo umano conseguito nel corso di diverse generazioni per una gran parte dell'umanità. Il cambiamento climatico rappresenta una minaccia ampia, e ampiamente prevedibile, per la sicurezza idrica di molti dei paesi più poveri del mondo e di milioni delle famiglie più povere che in essi risiedono. Di certo questa minaccia non è circoscritta ai paesi poveri; anche i paesi ricchi percepiranno l'impatto della variazione dei regimi pluviometrici, di eventi meteorologici estremi e dell'innalzamento del livello dei mari. I paesi poveri però, e le persone povere che in essi vivono, non dispongono delle risorse finanziarie che invece hanno e sfruttano i paesi ricchi per ridurre il rischio in base alle necessità. Per limitare il danno futuro procurato dal cambiamento climatico è fondamentale promuovere un'azione internazionale volta a limitare le emissioni di carbonio. Il verificarsi di un pericoloso cambiamento climatico è tuttavia inevitabile, poiché le attuali concentrazioni atmosferiche ci conducono forzatamente verso il futuro riscaldamento del globo. Per milioni di persone povere in tutto il mondo, che hanno avuto un ruolo irrilevante nella generazione delle emissioni attuali, la priorità è quella di migliorare le capacità di adattamento. Sfortunatamente, le strategie di adattamento sono assai meno sviluppate, sia a livello nazionale che internazionale, rispetto alle strategie di attenuazione.

Riconsiderare la carenza di acqua in un mondo sotto stress idrico

Qual è il livello mondiale di carenza idrica? La risposta non è né semplice né univoca. La carenza di acqua può essere espressa in termini

fisici, economici o istituzionali, e può fluttuare, come l'acqua stessa, in termini spaziali e temporali. La carenza rappresenta in definitiva la

funzione che lega domanda e offerta. Tuttavia, entrambi i termini dell'equazione domanda-offerta sono determinati dalle scelte politiche e dalle politiche pubbliche.

La carenza idrica

«Acqua, acqua da tutte le parti; | e non una goccia da bere», così si lamenta il vecchio marinaio di Samuel Taylor Coleridge (ne *La ballata del vecchio marinaio*). Questa osservazione è una prima utile approssimazione per capire la composizione della riserva mondiale di acqua dolce.

Anche se la terra è il pianeta dell'acqua, il 97 per cento di tale elemento risiede negli oceani⁵. La gran parte di ciò che rimane è intrappolata nelle calotte glaciali dell'Antartico o nel sottosuolo, cosicché per l'uso umano ne rimane meno dell'1 per cento, disponibile in laghi e fiumi di acqua dolce facilmente accessibili. A differenza di petrolio e carbone, l'acqua è una risorsa rinnovabile all'infinito. Nel ciclo naturale, l'acqua piovana cade dalle nuvole, ritorna al mare tramite i fiumi di acqua dolce, quindi evapora andando a formare nuovamente le nuvole. Questo ciclo spiega il motivo per cui è impossibile che il mondo esaurisca le riserve di acqua, tuttavia l'offerta idrica è limitata. Il sistema idrologico del pianeta pompa e trasferisce al terreno circa 44 000 chilometri cubi di acqua all'anno, equivalente a 6900 metri cubi per ciascun individuo vivente sul pianeta. Gran parte di quest'acqua è rappresentata da inondazioni incontrollabili, oppure da acqua immagazzinata in luoghi talmente remoti da risultare inutilizzabile per l'uomo. Eppure il mondo dispone di una quantità ben maggiore della soglia minima dei 1700 metri cubi a persona definiti per convenzione dagli idrologi come quantità minima necessaria per produrre cibo, sostenere le industrie e conservare l'ambiente⁶.

Sfortunatamente, la media internazionale è una cifra del tutto irrilevante. Da un certo punto di vista, l'acqua mondiale è come la ricchezza mondiale: in termini globali, infatti, la quantità è più che sufficiente; il vero problema è che alcuni paesi ne dispongono in quantità ben maggiori rispetto ad altri. Quasi un quarto della riserva mondiale di acqua dolce si trova nel lago

Baikal, nella semidisabitata Siberia⁷. Il problema della distribuzione viene messo ancor più in evidenza dalle differenze in termini di disponibilità che si riscontrano tra le varie regioni del mondo e all'interno delle stesse. Ad esempio, con il 31 per cento delle risorse globali di acqua dolce, l'America Latina dispone di una quantità di acqua pro capite 12 volte superiore a quella dell'Asia del sud. In alcuni posti, come Brasile e Canada, la quantità di acqua disponibile è di gran lunga superiore a quella che questi due paesi riescono effettivamente a usare; in altri invece, ad esempio i paesi del Medio Oriente, è molto inferiore rispetto alle esigenze. Lo Yemen, paese sotto stress idrico con i suoi 198 metri cubi pro capite, non trae alcun beneficio dalla sovrabbondanza di acqua dolce di cui gode il Canada (90 000 metri cubi pro capite). E i problemi delle regioni sotto stress idrico della Cina e dell'India non vengono certo alleviati dalla disponibilità idrica di cui gode l'Islanda, che supera di 300 volte la soglia minima dei 1700 metri cubi.

Spesso anche all'interno di una stessa regione del mondo si registrano discrepanze tra risorse idriche e popolazione. Nel suo insieme, l'Africa subsahariana dispone di una quantità ragionevole di acqua, ma scomponendo i fattori della distribuzione il quadro cambia. La Repubblica democratica del Congo possiede più di un quarto delle risorse idriche della regione, con 20 000 metri cubi o più per ciascun cittadino, mentre paesi quali il Kenya, il Malawi e il Sudafrica sono al di sotto della soglia di stress idrico.

Poiché l'acqua, a differenza del cibo e del petrolio, non è facilmente trasportabile in grandi quantità, il commercio ha un margine di manovra limitato per distribuire gli squilibri. Ciò che conta è la disponibilità e l'accesso a livello locale tra le popolazioni grazie alla presenza di infrastrutture idriche. Lo stesso principio si applica all'interno dei singoli paesi. La Cina settentrionale, ad esempio, può contare su meno di un quarto della disponibilità idrica pro capite delle regioni meridionali⁸. I dati nazionali del Brasile classificano il paese quasi al vertice della graduatoria della disponibilità idrica. Tuttavia, milioni di persone che vivono nell'enorme «poligono della siccità», un'area semiarida che si estende su sei stati e copre 940 000 chilometri

In termini globali, la quantità di acqua è più che sufficiente; il vero problema è che alcuni paesi ne dispongono in quantità ben maggiori rispetto ad altri

Entro il 2025, più di 3 miliardi di persone potrebbero vivere in paesi sotto stress idrico, mentre 14 paesi potrebbero passare dalla condizione di stress idrico a quella di carenza idrica

quadrati di territorio a Nordest, si trovano regolarmente in condizioni di carenza idrica cronica. L'Etiopia, con molti laghi e fiumi importanti, abbondanti falde acquifere e grandi volumi di precipitazioni, supera appena la soglia di stress idrico. Sfortunatamente, le precipitazioni sono fortemente legate alle stagioni e possono variare in misura sorprendente nel tempo e nello spazio. Questa variabilità, associata a scarse infrastrutture di stoccaggio e a bacini idrografici non adeguatamente protetti, espone milioni di persone alla minaccia di siccità e inondazioni.

Nell'ambito della disponibilità idrica bisogna considerare un altro fattore molto importante. Per i paesi che dipendono dai monsoni o da stagioni piovose brevi, le medie nazionali forniscono una visione distorta della disponibilità effettiva. In gran parte dell'Asia, quasi il 90 per cento delle precipitazioni annue cade in meno di 100 ore, creando così il rischio di alluvioni brevi ma intense durante determinate parti dell'anno, e prolungati periodi di siccità nel resto dell'anno⁹. La disponibilità reale riferita a un anno non dipende solo dalle precipitazioni, ma anche dalla capacità di stoccaggio e dal livello di rigenerazione dei flussi fluviali e delle falde acquifere.

Stress idrico e scarsità di acqua in aumento

Generalmente, gli idrologi valutano la carenza idrica considerando l'equazione popolazione-acqua. Come accennato in precedenza, per convenzione si considera che la quantità di 1700 metri cubi pro capite sia la soglia nazionale per soddisfare le richieste di agricoltura, industria, energia e ambiente. Una disponibilità idrica inferiore a 1000 metri cubi viene ritenuta una condizione di «carenza idrica», mentre al di sotto dei 500 metri cubi si parla di «carenza assoluta»¹⁰.

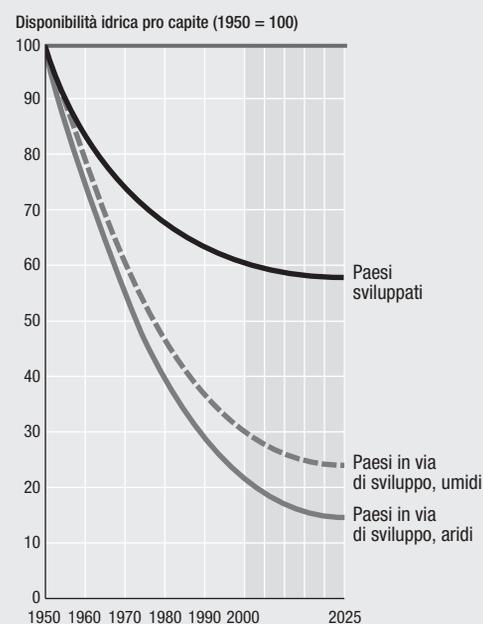
Oggi, circa 700 milioni di persone in 43 paesi vivono al di sotto della soglia di stress idrico. Con una disponibilità annua media di circa 1200 metri cubi pro capite, il Medio Oriente rappresenta la regione con il più elevato livello di stress idrico del mondo; soltanto Iran, Iraq, Libano e Turchia sono al di sopra della soglia. Con circa 320 metri cubi pro capite, i

palestinesi, specialmente quelli della striscia di Gaza, patiscono una delle più gravi carenze idriche mondiali. L'Africa subsahariana comprende un numero di paesi sotto stress idrico maggiore di qualunque altra regione. Circa un quarto della popolazione dell'Africa subsahariana vive oggi in un paese sotto stress idrico, ed è una percentuale che va aumentando.

Poiché in molti dei paesi a maggiore stress idrico si registrano elevati tassi di crescita della popolazione, la disponibilità pro capite sta subendo un rapido calo. Prendendo come punto di riferimento l'anno 1950, la distribuzione della crescita globale della popolazione ha cambiato radicalmente la disponibilità idrica pro capite. Se nei paesi ricchi la disponibilità si è stabilizzata negli anni Settanta, il calo è invece continuato nei paesi in via di sviluppo, specialmente in quelli più aridi (si veda la figura 4.1).

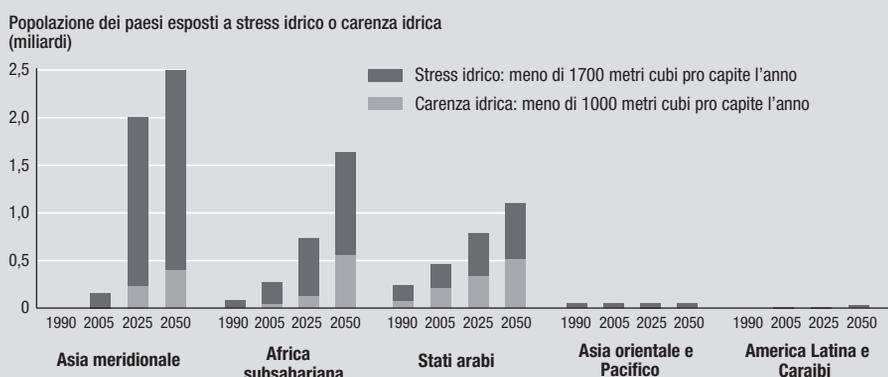
La velocità con cui si è verificata questa riduzione appare chiara facendo una proiezione nel futuro delle tendenze attuali. Entro il 2025, più di 3 miliardi di persone potrebbero vivere in paesi sotto stress idrico, mentre 14 paesi potrebbero passare dalla condizione di stress idrico a quella di carenza idrica (figure 4.2 e 4.3). Gli sviluppi che si verificheranno entro il 2025 comprendono:

Figura 4.1 Diminuzione della disponibilità idrica



Fonte: Pitman 2002.

Figura 4.2 In molte regioni è prevista un'accelerazione del processo di intensificazione dello stress idrico



Fonte: Calcoli basati su FAO 2006.

- Intensificazione dello stress idrico nell'Africa subsahariana, con la percentuale di popolazione della regione che vive in paesi sotto stress idrico che salirà da poco più del 30 all'85 per cento entro il 2025.
- Acuirsi dei problemi in Medio Oriente e Nordafrica, dove la disponibilità idrica media registrerà una diminuzione di più di un quarto. Si prevede che la disponibilità idrica media sarà di poco superiore a 500 metri cubi pro capite, e più del 90 per cento della popolazione dell'intera regione vivrà in paesi a carenza idrica.
- Ingresso dei paesi più popolosi quali Cina e India nella graduatoria mondiale dei paesi sotto stress idrico.

Per quanto cupa possa apparire questa stima, essa comunque sottovaluta il problema. Si consideri il caso dell'India. Anche se il paese è diretto verso la condizione di stress idrico, 224 milioni di persone vivono già in bacini fluviali con risorse idriche rinnovabili al di sotto della soglia di carenza idrica di 1000 metri cubi pro capite. La ragione è da rintracciare nel fatto che più di due terzi dell'acqua rinnovabile del paese si trova in aree che servono solo un terzo della popolazione. In Cina, i livelli pro capite nazionali sono di per sé bassi, circa un terzo della media globale. Ma la distribuzione irregolare all'interno del paese rende la situazione ben più grave: il 42 per cento della popolazione cinese, 538 milioni di persone, che vive nella regione settentrionale ha accesso soltanto al 14 per cento delle risorse idriche del paese. Se la regione settentrionale

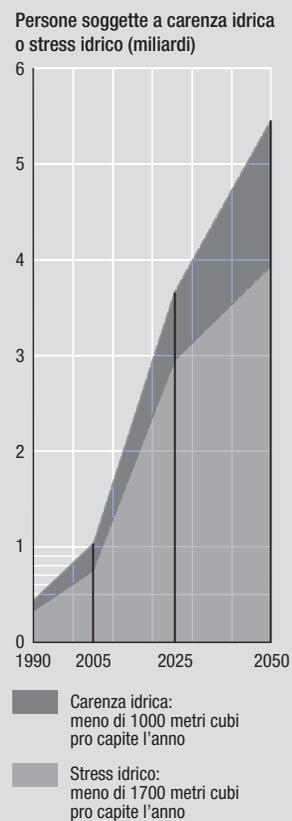
della Cina fosse un paese, la sua disponibilità idrica, pari a 757 metri cubi pro capite¹¹, sarebbe paragonabile a quella di alcune zone del Nordafrica, risultando ad esempio più bassa di quella del Marocco.

Alle soglie di stress idrico sono legati numerosi problemi. Come dimostrato dagli esempi precedenti, le medie nazionali possono nascondere il livello reale di disponibilità. Oltre alle questioni relative alla distribuzione, tra i vari paesi si riscontrano ampie differenze in termini di quantità di acqua necessaria a realizzare un determinato volume di produzione, conservare l'ambiente e soddisfare i bisogni umani. Nell'ambito dei conti nazionali viene considerata come acqua rinnovabile soltanto l'acqua piovana che scorre nei corsi d'acqua naturali e va a ricaricare le falde acquifere. Questa «acqua blu» rappresenta solo il 40 per cento delle precipitazioni totali, il resto, la cosiddetta «acqua verde», non raggiunge mai i corsi fluviali, ma va a nutrire il terreno, evapora o viene traspirata dalle piante¹². L'acqua verde rappresenta dunque la risorsa che mantiene le agricolture a secco, vale a dire il mezzo di sussistenza di una gran parte dei poveri del mondo. Tuttavia, per tutti i problemi e le omissioni ora descritte, i livelli nazionali di disponibilità idrica fotografano alcuni aspetti importanti della disponibilità.

La crescente domanda di acqua supera la crescita della popolazione

Nella storia dell'uso dell'acqua alcuni particolari sono cambiati, ma altri rimangono sempre

Figura 4.3 Intensificazione dello stress idrico globale



Fonte: Calcoli basati su FAO 2006.

4

L'acqua: carenza, rischio e vulnerabilità

Figura 4.4

Il nostro mondo più ricco ma più assetato

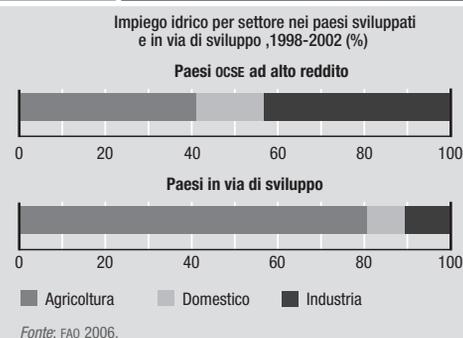
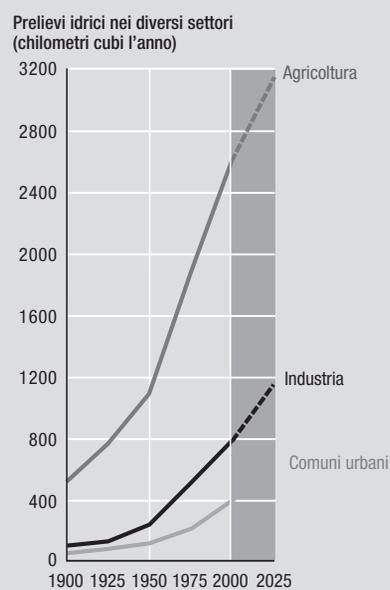
inalterati. Oggi, come nel passato, gli esseri umani si servono dell'acqua soprattutto per l'irrigazione. Alcune delle principali civiltà, quella egizia, quella mesopotamica, quella indiana e quella cinese, si basavano sul controllo dell'acqua fluviale per l'agricoltura. Ora come allora, l'irrigazione e l'agricoltura rimangono i settori dominanti dell'impiego idrico. Tuttavia, dall'inizio del XX secolo è andato aumentando l'uso di acqua da parte di industrie e comuni urbani, e parallelamente si è dilatato il divario esistente tra crescita della popolazione e domanda di acqua: con l'aumento della ricchezza e lo sviluppo dell'industrializzazione, ciascun individuo usa una maggiore quantità di acqua¹³. Queste tendenze hanno dato credito, seppur superficialmente, ai timori di tipo malthusiano riguardo alla carenza idrica nel futuro.

Da almeno un secolo si è registrata un'accelerazione dell'aumento dell'utilizzo idrico, una tendenza che ancora persiste. Nel corso degli ultimi cento anni, la popolazione è quadruplicata, mentre l'uso di acqua è sette volte maggiore. Se nel mondo è aumentata la ricchezza, è cresciuta anche la sete (si veda la figura 4.4). Sono cambiati i regimi di impiego idrico. Secondo le stime, nel 1900 l'industria utilizzava il 6 per cento dell'acqua mondiale, mentre oggi ne usa quattro volte tanto. Nello stesso periodo, anche la percentuale relativa ai comuni urbani è triplicata, raggiungendo il 9 per cento¹⁴.

Tuttavia, se nel XX secolo la domanda di acqua per l'industria e i comuni urbani è cresciuta in maniera spettacolare, l'agricoltura fa ancora la parte del leone. Nei paesi in via di sviluppo l'agricoltura rappresenta ancora più dell'80 per cento del consumo idrico (figure 4.5 e 4.6)

Non è difficile individuarne il motivo. In talune circostanze si suppone che la carenza idrica corrisponda alla mancanza di disponibilità di acqua sufficiente per soddisfare le esigenze domestiche o la domanda idrica delle città. Se è vero che alcune città sono afflitte da problemi di stress idrico, sarà l'agricoltura a dover affrontare una vera e propria sfida. Basta qualche semplice calcolo per capire il perché. Gli individui hanno un'esigenza idrica di base minima pari a 20-50 litri al giorno. Si confronti questo dato

con i 3500 litri necessari per produrre una quantità di cibo sufficiente a soddisfare il requisito minimo giornaliero di 3000 calorie (per produrre una quantità di cibo necessaria a nutrire una famiglia di quattro membri è necessaria una quantità di acqua pari a quella di una piscina olimpionica). In altre parole, per produrre cibo è necessaria una quantità di acqua circa 70 volte superiore a quella usata dalle persone per scopi domestici¹⁵. Per coltivare un solo chilo di riso, ad esempio, sono necessari dai 2000 ai 5000 litri di acqua¹⁶. Ma alcuni alimenti richiedono più acqua rispetto ad altri. La quantità di acqua necessaria per coltivare una tonnellata di zucchero è otto volte superiore a quella usata per

Figura 4.5 **Impiego idrico a livello mondiale**Figura 4.6 **L'agricoltura rimane il settore a più alto impiego idrico**

una tonnellata di grano. Per produrre un solo hamburger sono necessari 11 000 litri di acqua, quasi la quantità giornaliera disponibile per 500 persone che vivono in una baraccopoli urbana senza allaccio domestico alla rete idrica. Questi fatti servono a spiegare il motivo per cui con l'incremento degli stipendi e i cambiamenti nella dieta – con l'aumento della ricchezza le persone consumano più carne e più zucchero – la crescita dell'impiego idrico sia superiore a quella della popolazione.

Guardando al futuro, appare evidente che il regime della domanda idrica continuerà a cambiare. Considerata la continua accelerazione dei processi di urbanizzazione e crescita del settore industriale, la domanda idrica da parte dell'industria e dei comuni urbani continuerà a crescere (si veda la figura 4.6)¹⁷. Contemporaneamente, la crescita della popolazione e l'incremento del reddito determinerà un aumento della domanda di acqua destinata all'irrigazione in misura tale da soddisfare le richieste della produzione alimentare. Entro il 2025, ci saranno circa 8 miliardi di persone al mondo, e la percentuale dei paesi in via di sviluppo salirà dal 79 all'82 per cento. Entro il 2050, i sistemi agricoli mondiali dovranno provvedere al sostentamento di altri 2,4 miliardi di persone.

Da queste tendenze generali si possono evincere due conseguenze molto importanti. Innanzitutto, i prelievi idrici nei paesi in via di sviluppo aumenteranno: per l'anno 2025 si prevede che i prelievi idrici nei paesi in via di sviluppo

saranno maggiori del 27 per cento rispetto alla metà degli anni Novanta. Questo andamento risulta inverso rispetto a quanto accade invece nei paesi ricchi: negli Stati Uniti, l'impiego idrico è oggi inferiore rispetto a trent'anni fa, nonostante un incremento della popolazione pari a circa 40 milioni¹⁸. In secondo luogo, si verificherà una redistribuzione dell'impiego idrico a discapito dell'agricoltura e a favore dell'industria e dei comuni urbani. Le proiezioni indicano che, nell'ambito dell'utilizzo idrico globale, si assisterà a un calo costante della percentuale dell'agricoltura irrigua, che nel 2025 sarà pari a circa il 75 per cento del totale¹⁹. Questa cifra globale però sottovaluta la portata dell'adeguamento: in alcune zone dell'Asia meridionale, la percentuale di utenti dell'acqua non appartenenti al settore agricolo aumenterà entro il 2050 da meno del 5 per cento, com'è attualmente, a più del 25 per cento (si veda la tabella 4.1).

Ma dietro queste statistiche si celano alcune questioni che hanno profonde implicazioni per lo sviluppo umano. La domanda più ovvia è in che modo il mondo riuscirà a nutrire altri 2,4 miliardi di persone nel 2050 partendo da una base di risorse idriche che soffre già una grave situazione di stress; e in un mondo che conta circa 800 milioni di persone malnutrite questa domanda merita sicuramente una seria considerazione. Altrettanta attenzione va inoltre posta a una questione che nell'ambito del dibattito internazionale occupa una posizione meno prominente, vale a dire il fatto che la variazione della

Tabella 4.1

Proiezione per regione dell'impiego idrico e relativa diversione verso settori non agricoli, anni 2000 e 2050

Regione	2000		2050	
	Volume (km ³)	Percentuale del totale (%)	Volume (km ³)	Percentuale del totale (%)
Africa subsahariana	10	6	60	38
Asia orientale	101	6	511	35
Asia meridionale	34	3	207	25
Asia centrale ed Europa orientale	156	29	301	49
America Latina	53	15	270	53
Medio Oriente e Nordafrica	24	6	93	28
OCSE	518	93	774	72
Mondo	897	18	2216	41

Fonte: IWMI di prossima pubblicazione.

Le società umane si sono spesso insediate e sviluppate in prossimità di corsi fluviali

distribuzione idrica tra i vari settori avrà implicazioni importanti per la distribuzione idrica tra le persone. Il pericolo più ovvio sta nel fatto che a uscire perdenti dal confronto saranno coloro che traggono i propri mezzi di sostentamento dall'agricoltura, ma che non godono di diritti giuridicamente definiti, non hanno potere economico né voce politica (su questo argomento si tornerà nel capitolo 5).

Violazione dei limiti dell'uso sostenibile: problemi, politiche e risposte

Guardando alla storia dell'umanità, le società umane si sono spesso insediate e sviluppate in prossimità di corsi fluviali. Da un punto di vista storico, le popolazioni erano costrette a posizionarsi in prossimità di riserve idriche che garantissero loro la disponibilità di acqua potabile, di un mezzo per eliminare i rifiuti, nonché di una fonte di irrigazione e di energia per le industrie. Nel corso dell'ultimo secolo, allo sviluppo industriale si è accompagnata una maggiore capacità di spostare e controllare l'acqua, e parallelamente la capacità di utilizzarne di più, sprecarne di più, inquinare di più. In molte parti del mondo, l'umanità ha operato travalicando i confini della sostenibilità ambientale, creando minacce per lo sviluppo umano di oggi e costi per le generazioni di domani.

Oltre i limiti della sostenibilità

Cosa accade quando vengono violati i limiti dell'uso sostenibile? Gli idrologi affrontano la questione facendo riferimento a modelli complessi ideati allo scopo di cogliere il funzionamento degli ecosistemi dei bacini fluviali. La risposta semplificata è che l'integrità degli ecosistemi che sostengono i flussi idrici, e in ultima analisi la vita umana, è compromessa.

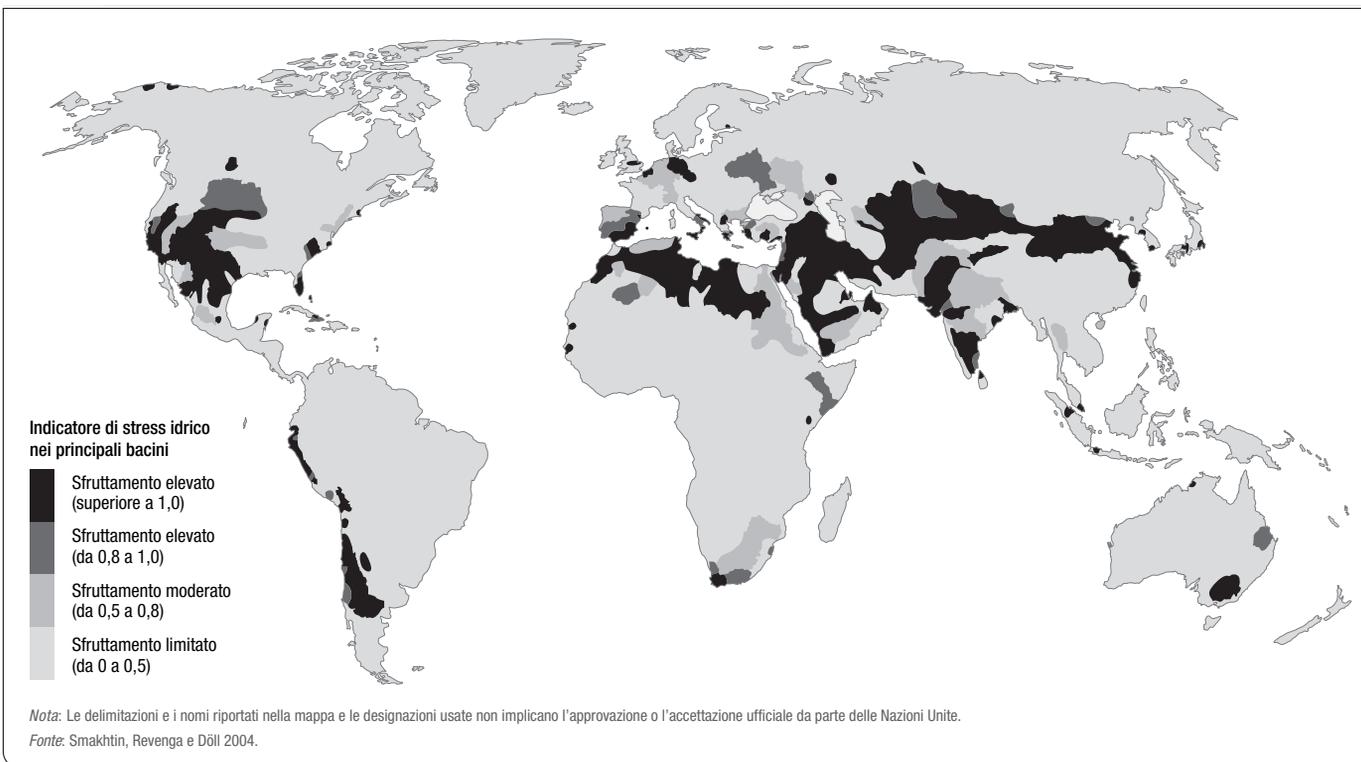
Nel corso del tempo la percezione dell'acqua è cambiata lentamente. Nel 1908, Winston Churchill, in piedi sulle rive nord del lago Vittoria, rimirava il secondo lago più grande al mondo, le cui acque, attraverso le cascate di Owen, si gettano nel Nilo. E così scriveva: «Quanta energia sprecata [...] uno stimolo a

cominciare a controllare le forze naturali libere dell'Africa»²⁰. Due decenni dopo, Stalin lamentava lo spreco di acqua del Volga, del Don e di altri fiumi, inaugurando un'epoca di immensi piani di irrigazione e dighe gigantesche che hanno ridotto le dimensioni del Mar Caspio. Nella metà degli anni Settanta, l'Unione Sovietica utilizzava una quantità di acqua otto volte superiore rispetto al 1913, gran parte della quale era destinata all'irrigazione.

Ciò che accomunava Churchill e Stalin, e molti altri leader politici dei primi nove decenni del XX secolo, era l'idea che l'acqua fosse a disposizione dell'uomo per essere sfruttata, senza tener conto della sostenibilità ambientale. Questo approccio si radicò profondamente nei modelli di *governance* dell'acqua. Nel corso della storia recente, i politici hanno concentrato la loro attenzione su tre grandi utenti dell'acqua: industria, agricoltura e famiglie. Non avendo alcuna voce politica, il quarto grande utente, l'ambiente, è stato ignorato. Oggi stiamo imparando a nostre spese che le risorse idriche sviluppate per l'agricoltura e l'industria tramite investimenti nelle infrastrutture prima non andavano «sprecate». I sistemi idrici interni, quali bacini idrografici, laghi e pianure alluvionali, forniscono tutti dei servizi ecologici vitali che dipendono dall'acqua.

I flussi idrici naturali assicurati dai corsi fluviali, o immagazzinati in laghi e acquiferi, definiscono i parametri della disponibilità idrica. La violazione di questi parametri determina l'impovertimento del patrimonio idrico. Per spiegare il significato di ciò si può ricorrere a un'analogia con la finanza. Le popolazioni e i paesi possono incrementare i consumi al di là dei loro attuali flussi di reddito contraendo prestiti e accumulando debiti a fronte di guadagni futuri. Se il reddito cresce in misura sufficiente a coprire il rimborso dovuto, il debito rimarrà sostenibile. Tuttavia, l'acqua si differenzia dal reddito per un aspetto fondamentale: poiché i futuri flussi idrici sono più o meno fissi, il consumo eccessivo comporta l'impovertimento del patrimonio e un debito idrologico non sostenibile²¹. In effetti, oggi siamo alle prese con una crisi del debito idrologico, consolidatasi nel corso dei decenni,

Cartina 4.1 L'uso eccessivo delle risorse idriche sta danneggiando l'ambiente in molti importanti bacini



che sta aggravandosi sia in termini di portata che di gravità.

Per la sua stessa natura il debito idrologico è difficile da misurare, ma le sue conseguenze sono assolutamente evidenti in molte regioni. L'International Water Management Institute si serve di una scala a quattro quarti per classificare i paesi in base alla sostenibilità del loro impiego idrico, tenendo in considerazione i requisiti idrici degli ecosistemi. Tali requisiti non riguardano una teorica contabilità ambientale; il mancato rispetto dei requisiti ecologici determina l'erosione dell'ambiente che garantisce i mezzi di sostentamento, generando così un danno a lungo termine per lo sviluppo umano. Lo stress ecologico si manifesta laddove l'impiego idrico da parte dell'uomo supera il livello necessario al mantenimento dell'integrità ecologica dei bacini fluviali (si veda la cartina 4.1). Questi rappresentano i punti caldi della crisi del debito idrologico.

Un uso eccessivo delle risorse idriche tende a verificarsi in quelle regioni che dipendono fortemente da agricolture irrigue, come la pianura indogangetica nell'Asia meridionale, la pianura

della Cina settentrionale e le Grandi Pianure dell'America settentrionale, nonché in aree in cui si assiste a una rapida urbanizzazione e crescita industriale. Secondo le stime, 1,4 miliardi di persone vivono oggi in aree di bacini fluviali «chiusi», in cui l'impiego idrico supera i livelli minimi di rigenerazione, o prossime alla chiusura²². Tali bacini coprono più del 15 per cento della superficie mondiale di terraferma. Tra gli esempi di maggior rilievo citiamo:

- Nella Cina settentrionale si stima che un quarto del flusso dello Huang He (Fiume Giallo) sia necessario al mantenimento dell'ambiente. I prelievi da parte dell'uomo ne lasciano attualmente meno del 10 per cento. Durante gli anni Novanta, il tratto inferiore del fiume è sceso tutti gli anni fino al livello minimo, con un record di 226 giorni nel 1997, quando il suo prosciugamento riguardò un tratto di 600 chilometri verso l'interno²³. Il prosciugamento del fiume causò un calo della produzione agricola pari in media a 2,7-8,5 milioni di tonnellate all'anno, con perdite stimate dell'ordine di 1,7 miliardi di dollari nel 1997.

Oggi i governi sono costretti a rispondere delle conseguenze provocate da errate politiche pubbliche adottate in passato. Ma in futuro saranno necessari approcci decisamente più radicali

- Nel bacino del Murray-Darling, in Australia, l'agricoltura irrigua utilizza circa l'80 per cento dei flussi idrici disponibili. Con richieste ambientali stimate pari circa al 30 per cento, il risultato è la distruzione estensiva dell'ambiente, fra cui rientrano salinità, inquinamento delle sostanze nutritive e perdita di aree di inondazione e terreni paludosi. Il bacino contiene due terzi dei terreni irrigui del paese. La sua produzione di riso, cotone, grano e bestiame rappresenta circa il 40 per cento della produzione agricola del paese, ma il prezzo ambientale da pagare è alto e insostenibile. Negli ultimi anni l'acqua del fiume Murray non ha praticamente mai raggiunto il mare²⁴.
- Il fiume Orange, nell'Africa meridionale, rappresenta un sito a crescente stress ambientale. I tratti a monte del bacino sono stati modificati e regolati a tal punto che la capacità di stoccaggio combinata dei serbatoi idrici lungo tutto il bacino è superiore alla portata annua²⁵.

Milioni di persone che vivono in aree sotto stress idrico stanno scoprendo che l'ambiente ci preclude oggi la possibilità di riscattare i debiti idrici su ampia scala. Negli ultimi 12 anni, i contadini delle zone vicino a San'a, nello Yemen, hanno dovuto mediamente scavare pozzi più profondi di 50 metri, mentre la quantità di acqua che riescono a estrarre è diminuita di due terzi²⁶. Se alcuni di coloro che vivono in aree sotto stress idrico dispongono di risorse economiche, capacità e opportunità per lasciarsi alle spalle il problema dell'acqua, lo stesso non può dirsi per molti milioni di persone, piccoli coltivatori, braccianti agricoli e pastori dei paesi poveri.

L'alto livello di stress ecologico di cui soffrono i sistemi idrici oggi va dunque a supporto della tesi malthusiana secondo cui il mondo sta esaurendo le risorse idriche? Ciò sembra vero soltanto a una lettura superficiale. Si consideri il caso del bacino del Murray-Darling, dove le prove di stress idrico sono inequivocabili. Questo stress deriva dalle politiche pubbliche applicate in passato, secondo cui valeva la pena sacrificare un intero ecosistema per coltivare riso, cotone e zucchero, tre dei prodotti agricoli a più

alto consumo idrico, da destinare all'esportazione. All'interno del bacino, la più grande riserva nazionale, Cubbie Station, contiene più acqua della Baia di Sydney, ma il 40 per cento viene dispersa a causa dell'evaporazione²⁷. Fino a tempi recenti, gli utenti dell'acqua hanno pagato tariffe irrisorie per l'utilizzo e lo spreco di questo prezioso patrimonio, e i contribuenti australiani hanno pagato il conto di programmi tecnici da molti milioni di dollari destinati all'intercettazione di acque di drenaggio salate. Il problema del bacino del Murray-Darling non è la carenza d'acqua, bensì l'eccessiva quantità di riso, di cotone e di bestiame.

I governi delle regioni sotto stress idrico hanno iniziato a prendere atto della necessità di affrontare l'insostenibilità del debito idrologico. In Cina, la gestione della domanda svolge un ruolo sempre maggiore nell'ambito della *governance* dell'acqua. Dal 2000, la Commissione per lo Huang He ha imposto delle restrizioni ai prelievi idrici da parte delle province situate a monte, incrementando così la portata nel tratto inferiore del fiume. Anche per il bacino del fiume Hei sono stati adottati provvedimenti che considerano l'ambiente come utente dell'acqua, ciononostante saranno necessarie in futuro azioni più rigorose. La Commissione per il Murray-Darling, in Australia, offre una cornice istituzionale di ampia portata per il ribilanciamento delle necessità degli utenti umani e dell'ambiente. Nell'ambito di questa cornice istituzionale vengono fissate annualmente le percentuali di estrazione secondo un rapporto determinato in base al regime di impiego idrico del 1993, nonostante alcuni sostengano che i limiti ambientali vengono comunque superati. I governi in Sudafrica e in altri paesi hanno promulgato leggi che prevedono l'obbligo di valutare le esigenze ambientali prima di rilasciare autorizzazioni per i diversi usi da parte dell'uomo (si veda il riquadro 4.7 più avanti in questo capitolo). Ciascuno di questi esempi dimostra che oggi i governi sono costretti a rispondere delle conseguenze provocate da errate politiche pubbliche adottate in passato. Ma in futuro saranno necessari approcci decisamente più radicali.

I sintomi dello stress idrico

I sintomi fisici che rivelano un impiego idrico eccessivo possono essere diversi. Tra i problemi meno visibili ma più invasivi rientra la riduzione delle falde freatiche, determinata dal fatto che le falde acquifere vengono sfruttate con una velocità maggiore rispetto a quella del ciclo idrologico di rigenerazione²⁸. Nello Yemen, in alcune parti dell'India e della Cina settentrionale, le falde freatiche si stanno riducendo a una velocità di più di un metro all'anno. In Messico, i tassi di estrazione in circa un quarto dei 459 acquiferi del paese eccedono di più del 20 per cento la rigenerazione a lungo termine, e la maggior parte di questo ipersfruttamento sta crescendo nelle zone aride del paese²⁹.

Il prosciugamento dei corsi d'acqua naturali rappresenta un altro sintomo di stress idrico. Secondo quanto riferito dal *Millennium Ecological Assessment*, gli ecosistemi basati sull'acqua rappresentano oggi le risorse naturali più degradate al mondo, un risultato che può essere imputato alla violazione dei confini ecologici³⁰. In Cina, lo Huang He (Fiume Giallo) e lo Yangtze Kiang (Fiume Azzurro) sono asciutti nei rispettivi tratti inferiori per gran parte dell'anno. Nell'elenco dei sistemi fluviali che registrano importanti problemi di prelievo eccessivo e riduzione della portata rientrano anche il Colorado, il Gange, il Giordano, il Nilo e il Tigri-Eufrate.

Ulteriori indicatori dell'impovertimento del patrimonio idrico sono i laghi e le acque dell'entroterra. Nel 1960, le dimensioni del lago d'Aral erano pari a quelle del Belgio e il lago sosteneva una florida economia locale. Oggi, è praticamente un lago morto con eccessiva concentrazione salina, le cui dimensioni si sono ridotte fino a un quarto di quelle iniziali. La ragione è da rintracciare nel fatto che i responsabili della pianificazione dello stato sovietico dell'epoca precedente avevano stabilito che i grandi fiumi dell'Asia centrale, il Syrdarja e l'Amudarja, dovevano essere messi al servizio della creazione di una vasta zona di coltivazione irrigua del cotone. Questo approccio arrogante alla gestione idrica decretò il destino di un intero sistema ecologico, con conseguenze devastanti per il benessere dell'uomo (si veda il capitolo 6). Lo sfruttamento

eccessivo ha contribuito al restringimento di numerosi dei maggiori laghi africani, tra cui il Ciad, il Nakivale e il Nakaru. Il lago Ciad si è ristretto fino al 20 per cento del suo precedente volume, in parte per via dei cambiamenti climatici e in parte a causa dell'eccessivo prelievo.

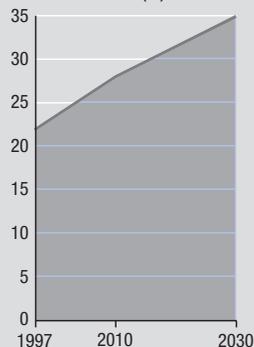
La quantità di acqua non è l'unico indicatore di riferimento per rilevare condizioni di carenza idrica. Anche la qualità ha una certa importanza in termini di volume di acqua disponibile per l'uso, e in molti dei bacini sottoposti a più forte stress idrico la qualità è stata compromessa dall'inquinamento. Tutti i 14 maggiori sistemi fluviali dell'India sono gravemente inquinati. Per citare un esempio, a Delhi 200 milioni di litri di acque reflue non trattate e 20 milioni di litri di rifiuti vengono scaricati quotidianamente nel fiume Yamuna. In Malaysia e in Thailandia, l'inquinamento idrico è così grave che in molti casi i fiumi contengono un carico di elementi patogeni dalle 30 alle 100 volte superiore rispetto a quanto consentito dalle normative sanitarie. Il fiume Tietê che scorre a San Paolo, in Brasile, soffre di un inquinamento cronico da effluenti non trattati ed elevate concentrazioni di piombo, cadmio e altri metalli pesanti³¹. Come si collega tutto questo alla carenza idrica? L'inquinamento dell'acqua ha ripercussioni negative sull'ambiente, minaccia la salute pubblica e riduce la portata di acqua disponibile per gli usi umani.

I sintomi fisici dello stress idrico e la concorrenza tra i vari utenti dell'acqua non agiscono isolatamente. La Cina settentrionale dimostra efficacemente come diverse forme di stress idrico possano creare un circolo vizioso: infatti, la grande crisi idrica è stata generata dall'interazione letale tra diminuzione della portata dei fiumi, riduzione delle falde freatiche, incremento della domanda da parte di utenti urbani e industriali e aumento dell'inquinamento³². Questa crisi non solo minaccia di mettere a repentaglio la crescita economica futura, ma rappresenta altresì una grande minaccia per la sicurezza alimentare, la riduzione della povertà e la sostenibilità ecologica futura. Una delle principali preoccupazioni degli attuali politici cinesi è dunque quella di invertire questo ciclo (si veda il riquadro 4.1).

Tra i problemi meno visibili ma più invasivi rientra la riduzione delle falde freatiche, determinata dal fatto che le falde acquifere vengono sfruttate con una velocità maggiore rispetto a quella del ciclo idrologico di rigenerazione

Figura 1
L'agricoltura perde terreno a favore di altri utenti

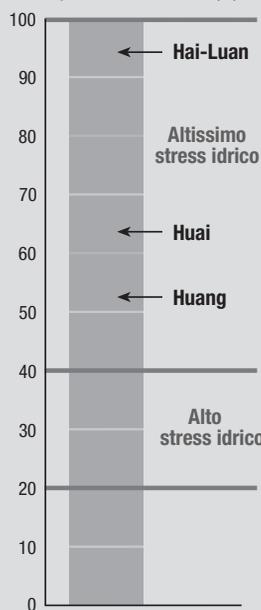
Previsione della percentuale di acqua destinata ai settori industriali e ai comuni urbani nei bacini delle «3H» in Cina (%)



Fonte: Cai 2006.

Figura 2
I bacini delle 3H in Cina sono soggetti ad altissimo stress idrico

Impiego idrico in rapporto alla disponibilità lorda, 2000 (%)



Fonte: Shalizi 2006.

Dal 1980, l'im-

piego idrico da parte dell'industria è raddoppiato raggiungendo la quota del 21 per cento, mentre la percentuale riferita ai comuni urbani è triplicata.

Dal 1979 a oggi, l'economia della Cina ha dimostrato il più elevato tasso di crescita al mondo. La povertà è diminuita considerevolmente, nonostante l'aumento della disuguaglianza, e anche l'istruzione e la salute hanno visto miglioramenti sorprendenti. Questa rapida crescita, però, ha messo sotto pressione le risorse idriche della Cina. Il successo economico è stato sostenuto in parte grazie a un debito ecologico crescente, tanto che la Cina settentrionale sta oggi affrontando una crisi sempre più seria della gestione idrica.

La Cina settentrionale è l'epicentro della crisi. I bacini dei fiumi Huai, Hai e Huang – i cosiddetti bacini delle «3H» – riforniscono poco meno della metà della popolazione del paese, il 40 per cento dei terreni agricoli, una quota rilevante della produzione dei principali cereali e un terzo del PIL. Circa la metà dei poveri delle campagne, in Cina, vive nell'area dei bacini, che tuttavia rappresenta meno dell'8 per cento delle risorse idriche nazionali. La disponibilità idrica per ogni bacino risulta quindi inferiore a 500 metri cubi di acqua pro capite, una cifra che rivela la grave carenza idrica di quest'area.

La rapida crescita ha incrementato la domanda di acqua.

Dal 1980, i tassi annui di prelievo nell'area dei bacini delle 3H sono aumentati di 42 miliardi di metri cubi, che equivale alla portata totale media del fiume Hai. Si è anche assistito a un cambiamento della composizione della domanda idrica, che ha visto l'agricoltura perdere terreno rispetto all'industria e ai comuni urbani (si veda la figura 1). Dal 1980, l'im-

piego idrico da parte dell'industria è raddoppiato raggiungendo la quota del 21 per cento, mentre la percentuale riferita ai comuni urbani è triplicata.

Le proiezioni attuali indicano che entro il 2030 la domanda crescerà di un ulteriore 20 per cento. La pressione risultante minaccia di esacerbare una già grave condizione di stress idrico a livello di qualità:

- *Inquinamento delle acque superficiali.* Più dell'80 per cento dei bacini dei fiumi Hai e Huai sono fortemente inquinati. L'agricoltura e l'industria rurale sono responsabili per circa metà del carico di inquinamento. Settori industriali a elevata crescita, quali il settore tessile, il settore chimico e quello farmaceutico, incidono per un quarto, mentre il restante carico di inquinamento è imputabile a liquami umani non trattati. Secondo l'Amministrazione statale per la protezione dell'ambiente, più del 70 per cento dell'acqua del sistema delle 3H risulta troppo inquinato per essere destinato all'uso umano.
- *Riduzione delle acque di scorrimento superficiali.* I flussi idrici che dai fiumi delle 3H scorrono verso l'oceano sono diminuiti del 60 per cento dal periodo 1956-1979. L'impiego idrico nei sistemi di questi tre fiumi supera oggi di gran lunga i livelli di sostenibilità. Secondo una stima della carenza, prelievi superiori al 20 per cento della portata disponibile rappresentano una minaccia per l'uso sostenibile dell'acqua, mentre prelievi dell'ordine del 40 per cento indicano una condizione di stress idrico estremo (si veda la figura 2). Nel sistema delle 3H, i prelievi variano da più del 50 per cento dello Huang He (Fiume Giallo), al 65 per cento dello Huai He, fino a più del 90 per cento dello Hai-Luan He. Queste cifre si collocano ben al di là dei limiti della sostenibilità. La trasformazione che ha avuto luogo negli ultimi decenni viene «fotografata» dalla portata del Huang He, considerato un tempo «il tormento» della Cina per via delle sue piene che causavano ingenti inondazioni. Oggi i suoi tratti inferiori si sono ridotti a un ruscello che a stento raggiunge il mare. I periodi di portata di magra sono aumentati dai 40 giorni che si registravano all'inizio degli anni Novanta, a più di 200 giorni alla fine dello stesso decennio.
- *Estrazione delle falde acquifere.* L'apporto idrico destinato all'agricoltura è stato sostenuto dallo sfruttamento delle falde acquifere, il cui impoverimento però è stato più veloce della loro capacità di rigenerazione. Nel bacino dello Hai He, l'approvvigionamento sostenibile dalle falde acquifere è pari a circa 17,3 miliardi di metri cubi all'anno, mentre i prelievi idrici superano i 26 miliardi di metri cubi. Oggi, le falde freatiche sono più basse di 50-90 metri rispetto a quattro decenni fa, e tale riduzione contribuisce all'intrusione di sali e ai fenomeni di subsidenza

(continua)

del suolo, che subisce un abbassamento di diversi metri in città quali Pechino, Shanghai e Tientsin, determinando altresì un aumento dei costi di pompaggio.

Questi sono i classici sintomi da stress idrico, ai quali vanno aggiunte le sempre maggiori sollecitazioni poste alle risorse idriche nelle città del nord. Ben noti sono i problemi che affliggono Pechino, ma ci sono altre sette città nella regione settentrionale del paese con più di 2 milioni di abitanti, e tutte devono fare i conti con situazioni di carenza idrica.

Si tratta dunque di una crisi da carenza idrica? In un certo senso, non del tutto. Gli attuali livelli di stress riflettono le conseguenze di azioni passate che incentivavano modelli di impiego idrico non sostenibili. Fino a tempi relativamente recenti, l'acqua non veniva valutata in termini di prezzo e a questo si deve, tra l'altro, l'assenza di incentivi per tutelare le risorse idriche. La produzione agricola è stata dominata dalla coltivazione a uso intensivo di acqua di cereali a basso valore aggiunto. Nei settori industriali, le aziende cinesi hanno usato una quantità di acqua 4-10 volte maggiore rispetto ai loro corrispettivi dei paesi industrializzati, in parte per via del livello delle tecnologie, ma anche per la scarsità degli incentivi di prezzo volti alla riduzione dell'impiego idrico.

La Cina ha risposto alla crisi idrica con politiche rivolte sia alla domanda che all'offerta. Sul fronte dell'offerta, il trasferimento di acqua sull'asse sud-nord ha lo scopo di deviare più di 40 miliardi di metri cubi di acqua, una quantità superiore alla portata complessiva del fiume Colorado, verso regioni industriali e urbane situate nel bacino dello Hai He, coprendo quindi una distanza di più di 1000 chilometri.

Sul fronte della domanda, l'attenzione è rivolta al riallineamento dell'impiego idrico con la capacità ecologica. Dal 2000, la Commissione per lo Huang He è stata autorizzata a eseguire trasferimenti ai sistemi ambientali, un intervento reso necessario dalle ricorrenti siccità. Sono state introdotte delle misure di efficienza finalizzate all'incremento della produttività dell'acqua nel settore agricolo, tra cui avanzate tecnologie di irrigazione e incentivi per la produzione di raccolti a più alto valore aggiunto. Nel campo dell'industria i prezzi dell'acqua stanno aumentando e sono in atto nuove misure di regolamentazione.

Gli interventi finalizzati a riallineare domanda e offerta tramite un'azione di redistribuzione amministrativa in condizioni di stress idrico mettono a dura prova la *governance* per quanto concerne:

- *Equità sociale.* Il supporto fornito dal governo all'espansione dei sistemi di irrigazione avanzati determina dei costi maggiori per l'acqua. È possibile che i coltivatori più poveri non siano in grado di permettersi l'accesso all'acqua per via dei bassi redditi e degli elevati costi dei fattori produttivi. Ciò potrebbe spingerli a usare una quantità minore di acqua, ad abbandonare le colture ad alto valore aggiunto o la stessa attività agricola. Per affrontare questa questione potrebbe essere efficace collaborare con associazioni di utenti dell'acqua per fornire supporto e protezione ai gruppi vulnerabili.
- *Frammentazione e politica del potere.* Le attuali misure politiche di trasferimento dell'acqua seguono le priorità dettate dai governi locali, spesso guidati da miopi interessi economici per raggiungere gli obiettivi nazionali. Il monitoraggio dell'inquinamento e i programmi di attuazione della legge vengono applicati in maniera selettiva. Per mantenere la redditività delle industrie, i dirigenti locali spesso eludono la legge e le normative volte alla limitazione dell'inquinamento.
- *Lacune nell'ambito dei diritti.* I coltivatori stanno perdendo i loro diritti sull'acqua, e spesso senza nessuna compensazione. Le associazioni di utenti dell'acqua, in genere sostenute dai governi locali, stanno tentando di istituire diritti idrici in ordine ai trasferimenti. Tuttavia, i modelli di redistribuzione riflettono le decisioni prese da parte di burocrazie spesso frammentate, messe sotto pressione da potenti gruppi operanti nell'industria e nell'ambito dei comuni urbani. Un ulteriore problema è rappresentato dal fatto che le commissioni esistenti a tutela dei bacini fluviali operano sotto il Ministero delle risorse idriche e non godono dell'autorità necessaria a imporsi su altri ministeri e province.
- *Gestione dei diritti ecologici.* Per i governi locali, l'imperativo dettato dalla crescita economica continua a essere prioritario rispetto alle considerazioni di carattere ecologico, perpetuando così una grave situazione di stress ambientale.

Un gran numero di province e comuni sta promuovendo riforme per accorpate le funzioni di diverse unità di gestione idrica in un'unica agenzia denominata Ufficio degli affari idrici. Questi enti, in collaborazione con le associazioni di utenti dell'acqua, potrebbero delineare dei diritti idrici solidi e coerenti per creare un sistema di trasferimento che tenga conto dell'equità sociale e della sostenibilità ecologica.

Fonti: Banca mondiale 2001; Shen e Liang 2003; CAS 2005; Cai 2006; Shalizi 2006.

Abbassamento degli acquiferi: chi paga le conseguenze?

Lo sviluppo intensivo e lo sfruttamento non sostenibile delle risorse idriche genera vincitori e vinti. L'ambiente rientra sempre nella

seconda categoria, mentre il bilancio tra i vari utenti umani è contrastante. In alcuni casi, gli incrementi di reddito sul breve termine vengono generati con sistemi che compromettono i mezzi di sussistenza sul lungo termine. In altri casi, il

Nello Yemen, acqua e povertà sono strettamente connessi. Nel paese si registrano livelli di disponibilità di acqua dolce tra i più bassi del mondo (198 metri cubi pro capite) e uno dei più elevati tassi di impiego idrico per l'agricoltura. Ad aggravare la condizione di carenza idrica concorrono variabili spaziali e temporali. Secondo le stime, entro il 2025 la popolazione raddoppierà, determinando un calo di un terzo della disponibilità idrica pro capite.

I sintomi fisici e sociali che rivelano una condizione di grave stress idrico sono già palesi. Da circa vent'anni, il ritmo di sfruttamento delle falde acquifere supera il ritmo di rigenerazione. Attorno alla città di San'a i tassi di estrazione dell'acquifero sono 2,5 volte superiori a quelli di rigenerazione. La crescente domanda urbana si scontra con la barriera dell'uso agricolo. L'estrazione non regolamentata nelle aree rurali (dei 13 000 pozzi in funzionamento, soltanto 70 sono di proprietà dello stato) e lo sviluppo di mercati privati per il trasferimento dell'acqua agli utenti urbani pongono oggi delle gravi minacce per i piccoli coltivatori diretti, minacce accentuate dal forte carattere di incertezza dei diritti idrici consuetudinari. In altre città come Ta'izz, le tensioni urbane che si creano per l'utilizzo idrico e lo sfruttamento delle falde acquifere hanno portato a un confronto violento.

Gli interventi volti a ricaricare gli acquiferi vengono compromessi dall'estrazione senza controllo, effettuata in particolare da società private di autocisterne che consegnano l'acqua in città. Circa due terzi dell'acqua disponibile in città proviene infatti da fornitori privati. Con l'attuale tasso di impoverimento, lo stress idrico ridurrà su larga scala la capacità dei mezzi di sostentamento nelle zone rurali.

Fonti: Molle e Berkoff 2006; Grey e Sadoff 2006; SIWI, Tropp e Jägerskog 2006.

passo con la salinizzazione del suolo, compromettendo i mezzi di sostentamento delle comunità rurali per via della ridotta produttività³⁵.

I costi e i benefici derivanti dallo sfruttamento non sostenibile delle falde acquifere non sono equamente distribuiti. In alcuni paesi il depauperamento delle falde acquifere è associato a processi che tendono a emarginare l'agricoltura (si veda il riquadro 4.2). Nell'ambito del settore agricolo, lo sfruttamento eccessivo delle falde acquifere può accentuare le disuguaglianze. Con l'abbassamento delle falde freatiche crescono i costi relativi al pompaggio dell'acqua nonché quelli di trivellazione dei pozzi. Poiché i coltivatori più abbienti dispongono dei mezzi per scavare più a fondo e pompare maggiori quantità di acqua, in alcune aree hanno sviluppato dei veri e propri monopoli sul mercato dell'acqua.

Lo stato indiano del Gujarat è una dimostrazione di questo problema. Nella parte settentrionale dello stato, l'abbassamento delle falde freatiche comporta una minaccia diretta per i piccoli proprietari terrieri che operano nel settore caseario, compromettendo i mezzi di sostentamento di centinaia di migliaia di persone vulnerabili. In alcune aree, i grandi proprietari terrieri che hanno accesso ai mercati finanziari hanno finanziato la costruzione di pozzi profondi, privando i villaggi vicini dell'acqua. I «signori dell'acqua» oggi dominano l'enorme mercato dell'acqua potabile e di quella destinata all'irrigazione, spesso rivendendo l'acqua agli stessi villaggi vicini i cui pozzi hanno a tutti gli effetti svuotato. Migliaia di villaggi sono diventati sprovvisti di acqua, la cui disponibilità dipende ora dalle consegne effettuate tramite le autocisterne³⁶.

Lo sfruttamento delle falde acquifere mette in luce come le pratiche attuate dagli utenti privati possano generare costi pubblici più elevati. L'acqua fornisce un veicolo per trasferire i costi ambientali, che rappresentano delle «esternalità», provocando una distorsione nei segnali del mercato. È probabile che gli individui si astengano da un uso eccessivo o dall'inquinamento dell'acqua se costretti ad assumersi tutti i costi delle conseguenze. Nell'isola di Giava, in Indonesia, le fabbriche tessili hanno inquinato le riserve idriche a tal punto che i raccolti di riso

depauperamento delle risorse idriche crea profitti per alcuni soggetti, ma aggrava la condizione di povertà ed emarginazione per altri. Le difficoltà sono messe in evidenza dalla questione sempre più grave relativa alle falde acquifere.

Lo sfruttamento delle falde acquifere ha contribuito notevolmente allo sviluppo umano, garantendo ai piccoli coltivatori diretti, 16 milioni dei quali vivono solo in India, l'accesso a flussi idrici affidabili per la produzione. Secondo quanto dichiarato da un commentatore, le falde acquifere hanno rappresentato «una grande forza di democratizzazione» nell'ambito della produzione agricola³³. Uno studio indica che le falde acquifere contribuiscono alle economie agricole asiatiche per 25-30 miliardi di dollari³⁴. Ma l'eccessivo sfruttamento delle falde acquifere si traduce nell'abbassamento delle falde freatiche, nell'aumento dei costi di pompaggio e nella diffusione di problemi ambientali come la salinizzazione del suolo. In Pakistan, lo sfruttamento delle falde acquifere è andato di pari

sono diminuiti ed è stata compromessa la disponibilità di pesce nei laghetti a valle³⁷. A farne le spese sono i coltivatori, non le fabbriche. Analogamente, in India, i fiumi Bhawani e Noyyal, nel Tamil Nadu, sono praticamente inutilizzabili per gli utenti agricoli che operano a valle a causa delle industrie di candeggio e tintura a uso intenso di manodopera che si trovano a monte, nella città di Tirupur³⁸.

Carenza indotta dalle misure politiche

I sintomi della carenza sembrano confermare alcuni dei peggiori timori malthusiani sull'interazione tra popolazione e acqua. Gli effetti congiunti della crescita della popolazione e dell'aumento della domanda in relazione a una base fissa di risorse idriche produce una condizione di stress idrico senza precedenti. Spesso si è sorvolato sul ruolo che le politiche hanno avuto nella creazione di tale condizione di stress tramite azioni e omissioni.

Le azioni prendono varie forme, tra le più nocive delle quali si trovano i sistemi di incentivi perversi che spingono all'uso eccessivo. Ancora una volta, le falde acquifere rappresentano un buon esempio. I costi di estrazione dell'acqua dalle falde acquifere dipendono dal costo di capitale delle pompe e dal costo ricorrente dell'energia elettrica. Una volta avvenuta l'installazione della pompa, l'unico limite all'attività di pompaggio è appunto il costo dell'energia elettrica. In molti casi, per gli utenti agricoli la fornitura di energia elettrica è stata gratuita oppure sovvenzionata, eliminando così qualunque incentivo a risparmiare l'acqua. In India, l'agricoltura rappresenta circa un terzo delle vendite degli enti pubblici per l'energia elettrica, ma solo il 3 per cento dei ricavi. Secondo la Banca mondiale, nel 2001 i sussidi per l'energia elettrica hanno rappresentato quasi un terzo del deficit di bilancio indiano³⁹. Tali sussidi hanno disincentivato il risparmio di acqua e favorito coltivazioni inadeguate. Ad esempio, la canna da zucchero, la cui coltivazione richiede un impiego idrico intensivo, molto probabilmente non verrebbe coltivata nelle attuali quantità prodotte in gran parte del Gujarat se l'acqua fosse regolamentata e avesse un prezzo ragionevole⁴⁰. I sussidi per l'energia elettrica, considerando che tendono a

essere più consistenti in funzione delle maggiori dimensioni dell'azienda agricola e della profondità del pozzo, sono fortemente regressivi: più ricco è il produttore, più ingenti sono i sussidi che riceve (si veda il riquadro 4.3).

È possibile rintracciare questo sistema di incentivi perversi in molti ambienti sottoposti a stress idrico. Un esempio estremo è rappresentato dalla pratica adottata in passato in Arabia Saudita di utilizzare i ricavi provenienti dal petrolio per pompare acqua per l'irrigazione da un acquifero fossile non rinnovabile al fine di coltivare nel deserto grano ed erba medica, che richiedono un uso intensivo di acqua. Negli anni Ottanta, il paese ha intrapreso un programma di rapido sviluppo dell'irrigazione basato sullo sfruttamento dell'acquifero fossile. Grazie alle misure di sostegno ai prezzi, ai sussidi destinati ai fattori produttivi e alla sottoscrizione da parte dello stato di piani di investimento nelle infrastrutture, l'Arabia Saudita raggiunse una condizione di autosufficienza nella produzione del grano, diventando in seguito perfino un importante esportatore. Circa un terzo del terreno arabile è ancora riservato alla produzione irrigua di grano. Secondo le stime, i costi di produzione sono da 4 a 6 volte superiori rispetto al prezzo mondiale, senza tener conto dei costi imputabili ai sussidi e di quelli riferibili all'impovertimento della falda. Ogni tonnellata di grano viene prodotta con circa 3000 metri cubi di acqua, il triplo della media mondiale. Nel 2004, è stata lanciata una nuova strategia di tutela delle acque con l'obiettivo di ridurre l'impiego idrico e salvaguardare l'acquifero⁴¹.

Alla base dei perversi sistemi dei sussidi si trovano spesso le politiche di fissazione dei prezzi. I sussidi ai produttori di prodotti che richiedono un uso intensivo di acqua, come semi oleosi, zucchero, grano e manzo, creano degli incentivi all'investimento che portano allo sfruttamento eccessivo. Contemporaneamente, i prezzi troppo bassi dell'acqua per irrigazione ne disincentivano il risparmio. Perfino in Medio Oriente e in Nordafrica, dove è assolutamente evidente il valore di scarsità dell'acqua, il costo dell'acqua è fissato ben al di sotto dei livelli di recupero dei costi. In Algeria, le stime indicano che le tariffe attuali sono pari solo all'1-7 per cento del costo

I sussidi ai produttori di prodotti che richiedono un uso intensivo di acqua, come semi oleosi, zucchero, grano e manzo, creano degli incentivi all'investimento che portano allo sfruttamento eccessivo

Gli acquiferi immagazzinano l'acqua al di sotto della superficie terrestre. Queste falde acquifere mantengono le paludi e forniscono acqua potabile e acqua per l'irrigazione. In molti paesi, tuttavia, il tasso di impiego supera di gran lunga quello di rigenerazione, creando implicazioni per le prospettive di sviluppo umano. Questo ipersfruttamento è stato sistematicamente incoraggiato da un perverso sistema di incentivi.

Il Messico vanta una buona storia di gestione idrica in numerose zone, ma nella parte settentrionale e centrale del paese la domanda di acqua per l'irrigazione e l'industria sta superando l'offerta (si veda la cartina). Lo sfruttamento delle falde acquifere ha colmato il divario.

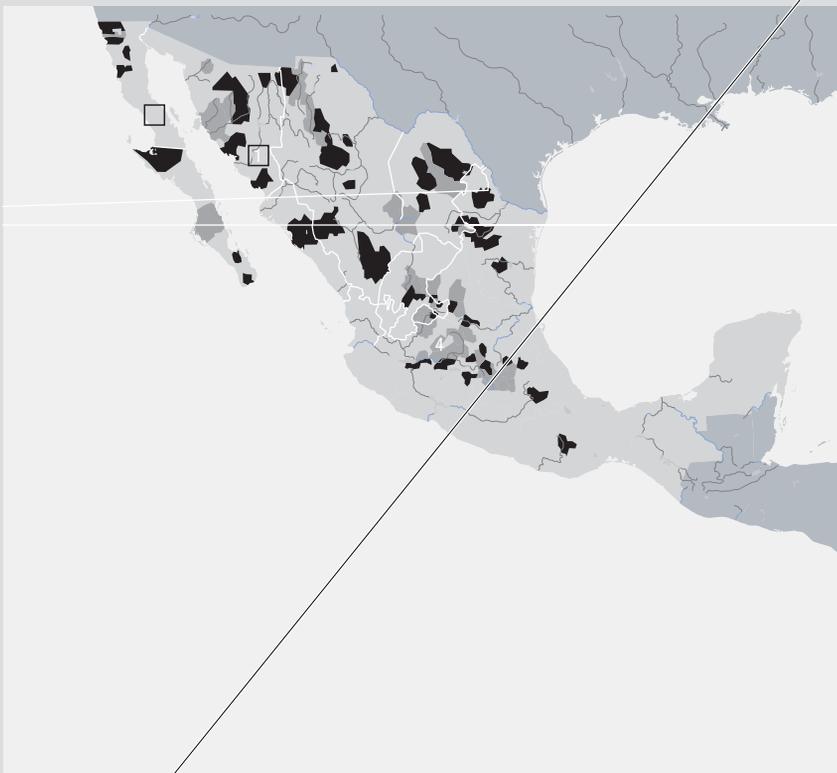
In Messico, l'agricoltura rappresenta l'80 per cento dell'impiego idrico. La produzione irrigua, dominata da prodotti a uso intensivo di acqua quali frutta, ortaggi e bestiame, costituisce più della metà della produzione agricola totale e circa un terzo delle esportazioni. Oggi le falde acquifere rappresentano, secondo le stime, il 40 per cento dell'impiego idrico totale in agricoltura, ma più di 100 dei 653 acquiferi del paese sono sfruttati in misura eccessiva, causando estesi danni ambientali e compromettendo l'attività agricola dei piccoli proprietari terrieri.

Lo sfruttamento eccessivo, incoraggiato dai sussidi all'energia elettrica, minaccia la produttività agricola sul lungo termine. Nello stato di Sonora, l'acquifero costiero di Hermosillo negli anni Sessanta forniva acqua da una profondità di circa 11 metri. Oggi le pompe estraggono acqua da una profondità di 135 metri, un'operazione che sarebbe antieconomica in assenza dei sussidi all'energia elettrica. L'eccessiva attività di pompaggio ha provocato l'intrusione salina e la perdita di terreni agricoli. Le società di esportazione operanti nel settore agroalimentare si stanno spostando dalle aree costiere più colpite verso l'interno, dove possono sfruttare nuove risorse.

Il costo annuo imputabile ai sussidi all'energia elettrica ammonta a 700 milioni di dollari. Poiché il consumo energetico dipende dalle dimensioni dell'azienda agricola, i trasferimenti risultano fortemente regressivi (si veda la figura). Ciò significa che molti dei maggiori utenti di acqua ricevono in media all'anno 1800 dollari, mentre gli utenti più piccoli appena 94 dollari. In riferimento alla distribuzione dei sussidi, il coefficiente Gini, misura utilizzata per indicare la disuguaglianza, è pari a 0,91 (il valore 1 indica la disuguaglianza totale), contro lo 0,54 del valore nazionale.

Garantendo sussidi al consumo, i sussidi destinati all'energia elettrica mantengono artificialmente alta la domanda idrica. L'analisi econometrica suggerisce che la revoca dei sussidi comporterebbe l'adozione da parte di due terzi degli irrigatori di pratiche più efficaci, quali ad esempio i sistemi di irrigazione a pioggia, incentivando altresì gli agricoltori a produrre coltivazioni che richiedono un uso meno intensivo di acqua. Il risparmio idrico complessivo rappresenterebbe circa un quinto dell'attuale utilizzo, un volume pari al consumo urbano totale.

Fonti: CNA 2004; Ezcurra 1998; Guevara-Sanginés 2006; Ponce 2005; Centro texano per gli studi pubblici 2002; Tuinhof e Heederik 2002.



marginale della fornitura idrica⁴². Tali politiche dei prezzi scoraggiano un uso efficiente e minacciano la sostenibilità. Considerando Medio Oriente e Nordafrica come un'unica regione, si stima che soltanto il 30 per cento dell'acqua di inondazione usata per l'irrigazione raggiunga le colture⁴³.

L'applicazione di politiche dei prezzi volte a promuovere l'efficienza e la sostenibilità ambientale pregiudicherà l'equità escludendo i coltivatori più poveri dai mercati idrici? La risposta dipende dall'ambiente politico generale e da una serie di fattori di distribuzione. Una ricerca condotta in Egitto suggerisce che un'eventuale tassa a copertura dei costi operativi e di manutenzione sarebbe pari al 3 per cento dei ricavi medi di un'azienda agricola (il doppio includendo i costi di capitale). Sebbene non si tratti di un importo insignificante, sarebbe comunque tollerabile per le aziende agricole commerciali. Collegando quest'imposta alle dimensioni dell'azienda, alla collocazione geografica e agli utili, si potrebbe limitare l'impatto sui nuclei familiari rurali poveri. I governi spesso giustificano sulla base dell'equità i sussidi attuali destinati all'acqua. Tuttavia, in alcuni paesi la distribuzione ineguale dei terreni mette in discussione questa giustificazione, poiché l'impiego idrico cresce in funzione delle dimensioni del terreno. In Tunisia, ad esempio, il 53 per cento dei proprietari terrieri occupa solo il 9 per cento dei terreni, e ciò suggerisce che i grandi produttori si accaparrano la maggior parte dei sussidi destinati all'acqua.

Ma i sistemi di sussidi perversi non si limitano ai paesi in via di sviluppo. Gli Stati Uniti e l'Europa garantiscono generosi sussidi per l'estrazione dell'acqua. I coltivatori californiani del Central Valley Project, un centro per la produzione delle principali coltivazioni a uso intensivo di acqua, come riso e grano, destinate all'esportazione, utilizzano circa un quinto dell'acqua dello stato. Secondo le stime, essi pagano un prezzo pari a meno della metà del costo dell'acqua, grazie a un sussidio annuo complessivo pari a 416 milioni di dollari. Anche in questo contesto i trasferimenti sono fortemente regressivi: il 10 per cento delle aziende agricole, quelle più grandi, riceve i due terzi dei sussidi

totali⁴⁴. In paesi dell'Europa meridionale quali la Spagna, la produzione di coltivazioni a uso intensivo di acqua rappresenta una causa della condizione di stress idrico. Questa produzione è in parte resa possibile grazie ai sussidi previsti dalle direttive della Politica agricola comune. Gli effetti dei sussidi all'acqua stanziati nei paesi ricchi travalicano i confini nazionali, soprattutto in relazione alle coltivazioni per le quali l'Unione Europea e gli Stati Uniti sono i principali esportatori. Quando gli Stati Uniti esportano colture a uso intensivo di acqua come il riso (gli USA sono il terzo esportatore mondiale di riso), esportano contemporaneamente anche ingentissimi sussidi idrici virtuali. I produttori di altri paesi esportatori, come Thailandia e Vietnam, e dei paesi importatori, come Ghana e Honduras, sono costretti a competere su mercati distorti da questi sussidi.

Per quanto dannose possano essere le azioni (sussidi perversi), le omissioni risultano forse anche più gravi. Benché disponibile in quantità limitate, l'acqua è stata trattata come una risorsa ambientale a cui non va attribuito alcun valore di scarsità. Gli ecosistemi basati sull'acqua creano le condizioni e mantengono i processi necessari a sostenere la vita umana, fra cui rientra anche la fornitura idrica per la produzione. Questi servizi, però, poiché solo di rado sono oggetto di scambio sui mercati e in genere non hanno alcun prezzo, non sono valutati adeguatamente, nonostante il contributo concreto che apportano al benessere degli ecosistemi basati sull'acqua (si veda il riquadro 4.4).

Le consuetudini che si riscontrano nell'ambito della contabilità nazionale dei paesi rinforzano il punto cieco del mercato relativamente all'acqua. Esiste un'ovvia asimmetria nel modo in cui i governi misurano, e quindi giudicano, il valore del capitale finanziario e il valore del capitale delle risorse naturali come l'acqua. Il deterioramento o l'impovertimento delle acque non viene riportato nei conti economici nazionali come perdita, o deprezzamento, del patrimonio delle risorse naturali. Secondo una logica perversa infatti, lo sfruttamento delle falde acquifere, il prosciugamento dei laghi e l'inquinamento dei fiumi può essere riportato nei conti economici nazionali come aumento di reddito.

Benché disponibile in quantità limitate, l'acqua è stata trattata come una risorsa ambientale a cui non va attribuito alcun valore di scarsità

Quanto vale l'acqua? I mercati sono in grado di dare solo una risposta molto limitata perché i servizi di ecosistema non sono generalmente oggetto di scambio, e perché forniscono beni pubblici il cui prezzo è difficile da valutare.

Gli ecosistemi rappresentano una fonte di grande ricchezza poiché forniscono servizi ecologici, come la filtrazione idrica, e sostengono gli ambienti vitali alla produzione di cibo e altri prodotti. Secondo una stima elaborata dall'Unione internazionale per la conservazione della natura (UICN), relativa al valore economico delle paludi nel bacino dello Zambesi, il valore dei servizi ecologici garantiti da queste paludi sarebbe pari a 63 milioni di dollari, più della metà dei quali riferibili a servizi di depurazione e trattamento dell'acqua. Nelle paludi nigeriane di Hadejia Nguru, il tradizionale sfruttamento delle golene rende, in produzione di riso, 12 dollari per metro cubo di acqua, in confronto agli 0,04 dollari per metro cubo dei programmi di irrigazione.

Le paludi sono fondamentali anche per i mezzi di sostentamento dei poveri. In Mali, le aree paludose situate nel delta del Niger assicurano i mezzi di sostentamento per 550 000 persone, fra cui pescatori, pastori, e gli agricoltori che coltivano metà del riso del Mali.

La città di New York fornisce uno degli esempi più evidenti di ecoservizi in funzione. La città ricava la maggior parte della sua acqua dalle riserve dei monti Catskill. In seguito allo sviluppo di questa regione però, l'inquinamento ha minacciato le risorse di acqua potabile della città. Dinanzi alla scelta se spendere 6-8 miliardi di dollari in impianti di filtrazione oppure investire 1,5 miliardi di dollari in piani di recupero ambientale, le autorità cittadine hanno optato per la seconda soluzione. Utilizzando i proventi ricavati dall'emissione di obbligazioni per l'ambiente, la città è riuscita ad acquistare terreni situati nel bacino imbrifero e in prossimità di questo, e a offrire incentivi per una gestione sostenibile delle risorse.

Come ha osservato il sovrintendente per l'ambiente di New York: «La filtrazione può sicuramente risolvere il problema; ma prevenirlo, salvaguardando il bacino imbrifero, è più veloce, più economico e ha molti altri vantaggi.»

Fonti: Bos e Bergkamp 2001; Postel e Richter 2003; WRI 2005.

tiva tra le generazioni, cioè la convinzione che abbiamo un obbligo nei confronti delle generazioni future⁴⁶. I governi attuali in genere violano questo principio esaurendo il patrimonio idrico nazionale.

La sfida principale per la *governance* dell'acqua è di portare la domanda a livelli tali da preservare l'integrità dell'ambiente. Nonostante la politica pubblica muti da paese a paese, sono comunque necessari cinque approcci generali:

- *Sviluppare una strategia nazionale.* Uno degli scopi principali perseguiti con la gestione integrata delle risorse idriche è quello di adeguare i modelli di impiego idrico in base alla disponibilità di acqua, tenendo conto delle necessità dell'ambiente. Per raggiungere questo obiettivo è necessario un elevato livello di informazione sulle risorse idriche, accompagnato dalla capacità dei governi locali e nazionali di attuare politiche dei prezzi e politiche di distribuzione che costringano la domanda a rimanere entro i confini della sostenibilità. Un'efficiente pianificazione nazionale deve prevedere delle disposizioni di legge inerenti all'ambiente considerandolo un utente dell'acqua.
- *Tagliare i sussidi perversi e ripensare la politica dei prezzi.* L'eliminazione dell'estrazione idrica sponsorizzata dallo stato, ottenuta riducendo o eliminando i sussidi all'energia elettrica usata per l'irrigazione, allevierebbe in parte la pressione sulle risorse idriche. In senso più generale, i governi non possono più trattare l'acqua come un bene gratuito. Con l'incremento dei prezzi e l'implementazione di politiche volte a tutelare gli interessi dei coltivatori più poveri, è possibile promuovere gli obiettivi di efficienza e di sostenibilità ambientale.
- *Far pagare chi inquina.* Far in modo che le industrie paghino per ripulire l'eventuale inquinamento prodotto ridurrebbe la pressione sulle risorse idriche. Ciò dipende in parte dalla regolamentazione statale. Incorporando in specifiche disposizioni fiscali il principio secondo cui «chi inquina paga» e applicando severe norme ambientali, le politiche statali possono potenziare la base delle risorse idriche. Una regolamentazione effi-

Correggere i conti del PIL tenendo conto delle perdite di capitale idrico cambierebbe in modo marcato gli indicatori del rendimento economico di un gran numero di paesi, segnalando allo stesso tempo la minaccia per le generazioni future⁴⁵.

Al centro dell'idea di sostenibilità dell'utilizzo delle risorse risiede il principio secondo cui i sistemi produttivi dovrebbero essere gestiti in maniera che l'uomo possa vivere delle risorse di cui dispone attualmente senza andare a erodere la base patrimoniale che passerà in eredità alle generazioni future. Questo concetto è di vitale importanza per lo sviluppo umano; in esso infatti è implicito il principio di equità distribu-

Fissare il prezzo dell'acqua a livelli che non tengono conto della scarsità, o della tutela ecologica, può celare un incentivo all'uso sconsiderato e all'inquinamento. Con i giusti incentivi, è possibile incrementare notevolmente la disponibilità idrica. Il caso dell'India è una dimostrazione sia del problema sia delle possibili soluzioni.

Le legge emanata nel 2003, che introduceva oneri fiscali per il controllo dell'inquinamento, è risultata inefficace. Per la maggior parte delle industrie che producono inquinamento, questi oneri sono soltanto un fattore minimo di costo. Nel settore dell'energia termica, della carta e della metallurgia, queste tasse rappresentano dallo 0,1 allo 0,5 per cento dei costi di esercizio. Anche le tariffe si sono dimostrate inefficaci. Molte industrie provvedono all'autoapprovvigionamento pompando acqua dalle falde acquifere. Anche laddove vengono applicate, queste tariffe si basano spesso sul prezzo medio più che sul costo marginale, ignorando inoltre le esternalità ambientali.

La carenza idrica ha dato origine a soluzioni tecnologiche innovative. I costi di esercizio di tali tecnologie sono diventati più concorrenziali considerato il maggior costo che comporta l'acquisto di acqua in zone in cui è carente. Ad esempio, a Chennai (Madras) il costo dei processi di trattamento delle acque reflue municipali basati sull'osmosi inversa è compreso tra 25 e 50 rupie per metro cubo, simile ai prezzi per l'acqua dolce applicati dal Comitato per la fornitura idrica e le fognature di Chennai.

Fonte: Bhushan 2004.

Alcune tra le migliori pratiche di impiego idrico applicate in India sono emerse in regioni a carenza idrica, ad esempio a Chennai, una delle città a più elevato stress idrico del paese. Molte industrie, in questa zona, hanno investito in processi di depurazione dell'acqua basati sull'osmosi inversa e in tecnologie di riciclaggio, riuscendo a filtrare le acque reflue. Con un investimento iniziale di poco inferiore ai 3 milioni di dollari, la Madras Fertilisers ricicla più dell'80 per cento dei 15,12 milioni di litri di acqua che usa quotidianamente per le torri di raffreddamento dell'impianto. La società fornisce inoltre 3 milioni di litri al giorno di acqua dolce alla città di Chennai.

Anche in altre zone si registra un miglioramento dell'efficienza idrica. La J K Papers, una delle società di carta e cellulosa a più elevata efficienza idrica del paese, ha la sua sede nella provincia di Rayagada, nell'Orissa, una zona a carenza idrica, mentre la Natural Sugar and Allied Industry, uno zuccherificio che vanta la migliore efficienza idrica, è situato nella provincia di Latur, nel Maharashtra, anch'essa una zona a carenza idrica. Il primo stabilimento tessile a «zero scarichi» del paese, la Arvind Mills, si trova a Santej, nel Gujarat, dove i periodi di carenza idrica sono un problema ricorrente.

Il successo di queste storie mette in evidenza come incentivi e tecnologia possano spostare i parametri della carenza idrica. Gran parte delle innovazioni sono state guidate dal settore privato. Guardando al futuro, c'è ancora margine per intervenire sugli oneri fiscali e proporre altri incentivi per incoraggiare la diffusione di tecnologie a efficienza idrica nell'interesse pubblico generale.

cace può inoltre creare incentivi per nuove tecnologie e nuovi modelli di intervento. In India, ad esempio, le società private hanno introdotto delle tecnologie che riducono l'inquinamento dell'acqua e ne aumentano la disponibilità per gli utenti collocati a valle (si veda il riquadro 4.5).

- *Valorizzare i servizi ecologici.* Andando oltre il principio del «chi inquina paga» e adottando quello secondo cui «prevenire l'inquinamento paga», si ottengono benefici anche maggiori. Con l'incremento del valore dell'acqua in quanto risorsa produttiva, la consapevolezza dei benefici economici associati agli scambi commerciali dei servizi di ecosistema si è sviluppata tramite il pagamento dei servizi forniti dai bacini imbriferi. In Costa Rica, la città di Heredia applica una tariffa dell'acqua corretta in
- *Regolamentazione dello sfruttamento delle falde acquifere.* Le falde acquifere rappresentano una risorsa ecologica strategica. Una gestione di questa risorsa che soddisfi le esigenze umane e ambientali è una delle sfide principali in termini di sicurezza idrica di questo inizio di XXI secolo. Paesi come la Giordania hanno intrapreso un'offensiva normativa in relazione alle falde acquifere. Come iniziativa preventiva sono stati condotti studi approfonditi sul bacino della falda acquifera, ai quali seguiranno una

base alle esigenze ambientali, per finanziare la conservazione del bacino idrografico a monte, riconoscendo ai coltivatori dai 30 ai 50 dollari all'ettaro a fronte di una buona gestione dei terreni⁴⁷. Questo approccio potrebbe essere applicato in misura più generale.

La deviazione dei corsi fluviali offre un miglioramento a breve termine per un problema di lungo termine, e di certo non è la panacea contro l'uso eccessivo

serie di misure da attuare sul fronte dell'offerta (regolamentazione tramite l'uso di autorizzazioni) e quello della domanda (installazione di contatori e aumento dei prezzi). Queste tematiche potrebbero essere seguite in misura più estesa, associando ad esempio alle strategie per il monitoraggio dei livelli della falda acquifera locale la determinazione di limiti di estrazione flessibili sulla base di questo monitoraggio.

Aumento dell'offerta: opzioni e limiti

Da tempi immemorabili, i governi dei paesi hanno risposto alle tensioni tra offerta idrica e domanda umana di acqua in quanto risorsa produttiva variando l'equazione esclusivamente con interventi sul piano dell'offerta. Le grandi opere ingegneristiche del xx secolo testimoniano questo approccio. L'aumento dell'offerta rappresenta dunque la via d'uscita alle ristrettezze idriche che affliggono il XXI secolo?

Deviazione dei corsi fluviali

Alcuni governi vedono ancora la deviazione dei corsi fluviali, uno dei più grandi interventi idrologici del xx secolo, come una soluzione parziale alle condizioni di stress idrico. In Cina, il programma di deviazione fluviale da sud a nord è un piano di infrastrutture tra i più grandiosi al mondo. Con un costo di 40-60 miliardi di dollari, questo progetto eclissa perfino le spese relative alla Diga delle Tre Gole. Lo scopo è quello di deviare circa 60 miliardi di metri cubi di acqua all'anno, approssimativamente il volume di un altro Huang He, dallo Yangtze alla pianura settentrionale e alle megalopoli del nord sotto stress idrico. Il piano cinese non è un caso isolato. In India, il Progetto di intercollegamento dei fiumi rappresenta un piano straordinariamente ambizioso per ridisegnare la mappa idrologica del paese, sfruttando i grandi fiumi settentrionali interessati dai monsoni, quali il Gange e il Brahmaputra, a favore dei fiumi meridionali che sono invece in fase di prosciugamento e restringimento, come il Krishna e il Cauvery, la cui portata è diminuita a causa degli eccessivi prelievi

idrici destinati all'agricoltura, all'industria e ai centri urbani.

Misurata in puri termini quantitativi, la deviazione dei corsi fluviali offre un miglioramento a breve termine per un problema di lungo termine, e di certo non è la panacea contro l'uso eccessivo. Inoltre, qualunque trasferimento di corsi d'acqua naturali porta con sé il rischio di creare gravi costi sociali ed ecologici e di imbattersi in nuove barriere ambientali. In Spagna, il piano che prevedeva la deviazione del fiume Ebro dal nord alle aree agricole meridionali è stato accantonato, in parte per via di una nuova valutazione politica dei costi, in parte perché il progetto non ha dimostrato di rispettare le linee guida per la sostenibilità ambientale sancite nella direttiva dell'Unione Europea sull'acqua. In Cina, la parte più ambiziosa del progetto sopra descritto prevede il prelievo di acque dalle sorgenti glaciali dello Yangtze in Tibet e il loro trasporto al Huang He. Tuttavia, il riscaldamento globale solleva serie questioni in termini di volume e periodicità futura dei flussi glaciali.

Desalinizzazione

«Se riuscissimo mai a ottenere acqua dolce dall'acqua di mare in modo competitivo e a basso costo, soddisferemmo numerosissimi interessi dell'umanità [e] renderemmo insignificanti tutte le altre conquiste scientifiche», osservava il presidente americano John F. Kennedy. La produzione di acqua potabile tramite l'estrazione del sale dall'acqua di mare non è un tentativo recente, bensì una pratica che risale ai tempi biblici. Ma offre effettivamente una soluzione ai problemi di carenza e stress idrico?

L'ostacolo principale alla desalinizzazione commerciale sono stati i costi energetici. Con lo sviluppo delle nuove tecnologie di osmosi inversa, i costi di produzione sono calati considerevolmente ed è aumentato il rendimento. Israele, uno dei leader mondiali nel settore, è in grado di desalinizzare l'acqua a costi al metro cubo paragonabili a quelli di convenzionali impianti di fornitura idrica. Tuttavia, il fatto che i costi di produzione siano sensibili al prezzo dell'energia, associato agli elevati costi determinati dal pompaggio dell'acqua su lunghe distanze,

crea delle condizioni restrittive. Per i paesi ricchi di petrolio e per le città relativamente ricche situate vicino al mare, i processi di desalinizzazione offrono la promessa di una fonte di acqua per il consumo domestico. Per i problemi che affliggono invece le città più povere dei paesi a basso reddito, le potenzialità di questo processo sono di gran lunga più limitate, e la desalinizzazione sembra non essere la soluzione per il fondamentale squilibrio tra domanda e offerta idrica. La desalinizzazione contribuisce oggi solo per lo 0,2 per cento ai prelievi idrici globali, dimostrando limitate potenzialità per l'industria o l'agricoltura (si veda il riquadro 4.6)⁴⁸.

Acqua virtuale

Le importazioni di acqua virtuale sono un'altra opzione da esercitare sul piano dell'offerta al fine di alleviare le condizioni di stress idrico. Quando i paesi importano cereali e altri prodotti agricoli, importano contemporaneamente anche l'acqua contenuta nel prodotto. Il commercio di acqua virtuale genera dei risparmi idrici per i paesi importatori, nonché risparmi idrici a livello globale per via del differenziale che si registra nella produttività idrica tra esportatori e importatori.

Il commercio di acqua virtuale ha conosciuto una crescita esponenziale, parallelamente al commercio dei prodotti alimentari. Su scala globale, si stima che gli scambi commerciali di acqua virtuale nel 2000 siano stati pari a circa 1340 miliardi di metri cubi, cioè il triplo del livello registrato nel 1960. Per contestualizzare questa cifra, va detto che essa rappresenta circa un quarto dell'acqua necessaria per coltivare prodotti alimentari in tutto il mondo. Alcuni analisti considerano il commercio di acqua virtuale un modo per i paesi a carenza idrica di risparmiare acqua importandola da paesi che devono affrontare minori costi di opportunità e possono godere di una maggiore produttività. In quest'ottica il commercio di acqua virtuale è considerato un esempio di vantaggio comparato che permette di superare i limiti che frenano il commercio dell'acqua vera e propria⁴⁹.

Gli scambi commerciali nel settore agricolo offrono veramente una via d'uscita dalle condizioni di stress idrico? Per alcuni paesi, special-

mente in Medio Oriente e in Nordafrica, il commercio di acqua virtuale è già parte integrante delle strategie nazionali di sicurezza alimentare⁵⁰. Per l'Egitto, la coltivazione di un volume di cereali equivalente alle importazioni nazionali richiederebbe un sesto dell'acqua raccolta nel lago Nasser, il serbatoio principale della diga di Assuan. Per i paesi in via di sviluppo, presi nel loro insieme, le importazioni di acqua virtuale nel 2025 rappresenteranno, secondo le proiezioni, il 12 per cento del consumo per l'irrigazione. Tuttavia, la tesi che vorrebbe ridurre lo stress idrico espandendo il commercio di acqua virtuale è stata sopravvalutata, non da ultimo dal punto di vista dello sviluppo umano.

Si consideri innanzitutto l'argomento secondo cui il commercio di acqua virtuale rappresenta un esempio di vantaggio comparato. I paesi ricchi rappresentano a livello mondiale più del 60 per cento delle esportazioni agricole. Considerando che nel 2005 questi paesi hanno stanziato più di 280 miliardi di dollari a sostegno dell'agricoltura, ne consegue che i mercati dell'acqua virtuale soffrono delle medesime distorsioni dei mercati di quei prodotti che favoriscono lo scambio di acqua⁵¹. Per quanto concerne invece i costi di opportunità associati all'impiego idrico, non è chiaro se i maggiori esportatori di prodotti a uso intensivo di acqua quali cotone e riso (Australia e Stati Uniti ad esempio) includano nel prezzo di esportazione il danno ambientale (o i sussidi all'acqua virtuale).

La complessa interazione tra importazioni di prodotti alimentari e sicurezza alimentare è un altro motivo di apprensione. Gravi problemi di sicurezza alimentare possono sorgere quando le importazioni di prodotti alimentari sono il risultato di una crescita lenta e di un calo della produttività agricola, come accade in gran parte dei paesi dell'Africa subsahariana. Si prevede ad esempio che le importazioni di cereali dell'Africa subsahariana saranno più che triplicate entro il 2025, arrivando a 35 milioni di tonnellate⁵². È improbabile che questa regione possa trovarsi nella posizione di finanziare queste importazioni su base prevedibile e sostenibile, e questo delinea uno scenario di crescente dipendenza dagli aiuti alimentari. Inoltre, quando i paesi

Il commercio di acqua virtuale genera dei risparmi idrici per i paesi importatori, nonché risparmi idrici a livello globale per via del differenziale che si registra nella produttività idrica tra esportatori e importatori

La desalinizzazione rappresenta un'opzione tecnica per ottenere acqua dolce dall'acqua di mare. La distillazione dell'acqua di mare tramite bollitura e la raccolta del relativo vapore è un'attività molto antica, che si è trasformata nel corso degli ultimi vent'anni grazie alle nuove tecnologie. Ma il suo campo di applicazione presenta dei limiti.

Nel 2002, il mercato globale della desalinizzazione ammontava a 35 miliardi di dollari. Oggi esistono più di 12 500 impianti operativi in 120 paesi. Tradizionalmente, il processo di desalinizzazione veniva eseguito tramite riscaldamento termico, che implicava l'uso di petrolio ed energia. Gli impianti più moderni hanno sostituito questa tecnologia con l'osmosi inversa, un processo che prevede la costruzione dell'acqua attraverso una membrana e la conseguente raccolta delle molecole di sale. I costi per produrre l'acqua tramite questa fonte sono calati drasticamente, da più di 1 dollaro per metro cubo di un decennio fa a meno della metà oggi. Una parte significativa del costo è determinata dall'energia necessaria a eseguire la conversione.

Israele rappresenta il *non plus ultra* nel campo della desalinizzazione dell'acqua. A seguito dell'attuazione di una strategia di pianificazione lanciata nel 2000, il Piano generale di desalinizzazione, il paese è oggi in grado di produrre attraverso la desalinizzazione circa un quarto della sua acqua dolce per usi domestici. Ad Ashkelon sorge un impianto da 250 milioni di dollari entrato in funzione nel 2005 che è la più grande e avanzata struttura al mondo per l'osmosi inversa, la cui produzione di acqua dolce costa 0,52 centesimi di dollaro per metro cubo. Questo impianto fornisce circa il 15 per cento dell'acqua dolce di Israele utilizzata per scopi domestici. I piani attuali prevedono un incremento della produzione degli impianti di desalinizzazione dagli attuali 400 milioni di metri cubi a 750 milioni di metri cubi nel 2020.

Attualmente, la capacità di desalinizzazione risulta fortemente concentrata, in particolare negli stati del golfo, dove l'Arabia Sau-

diya incide per un decimo della produzione totale. Altrove, Tampa Bay, in Florida, e Santa Cruz, in California, hanno adottato degli impianti di osmosi inversa, mentre la Cina ha annunciato che sono in fase di elaborazione dei piani per l'installazione di un impianto a Tientsin, la terza città del paese. In Spagna, il nuovo governo ha abbandonato i piani che prevedevano il pompaggio dell'acqua dal nord, ricco di acqua, all'arido sud, in favore di 20 impianti per osmosi inversa (sufficienti a soddisfare l'1 per cento delle esigenze), anche se il costo dell'acqua desalinizzata potrebbe non dissuadere i coltivatori dall'utilizzo delle attuali fonti di irrigazione provenienti dalle falde acquifere. Nel Regno Unito, il servizio pubblico di fornitura idrica che serve la città di Londra dispone di un impianto per osmosi inversa che entrerà in funzione nel 2007.

Questo modello di distribuzione mette in evidenza sia le potenzialità sia i limiti della desalinizzazione. Se da una parte calano i costi, dall'altra i costi di capitale per i nuovi impianti sono considerevoli e i costi di esercizio dipendono fortemente dal prezzo dell'energia. Lo dimostrano alcuni progetti recenti messi a punto in Israele e in altri paesi, dove le offerte di appalto per la fornitura idrica salgono a 0,80-1,00 dollaro per metro cubo. Il costo del pompaggio dell'acqua cresce notevolmente anche in funzione della distanza, e ciò significa che le città interne dovrebbero affrontare costi più elevati. Questi fattori aiutano a spiegare il motivo per cui gli stati ricchi di petrolio e le città costiere nelle aree sotto stress idrico rimarranno probabilmente i principali fruitori di tali soluzioni.

I modelli di utilizzo generali probabilmente subiranno un lento cambiamento. È possibile che in alcuni paesi la desalinizzazione inciderà in modo più significativo sulla quantità di acqua usata a scopi domestici e industriali. I comuni urbani attualmente incidono per due terzi, mentre l'industria incide per un quarto. Le potenzialità nel settore dell'agricoltura sono limitate dal costo, una condizione particolarmente vera per i produttori di colture di base a basso valore aggiunto che richiedono grandi volumi di acqua.

Fonti: Rosegrant e Cline 2003; Schenkeveld et al. 2004; Rijsberman 2004a; BESA 2000; Water-Technology.net 2006.

importano acqua virtuale, importano contemporaneamente sussidi reali e virtuali contro cui i loro coltivatori dovranno competere sui mercati locali. Questi sussidi possono determinare un calo dei prezzi e ridurre le quote di mercato con deleterie conseguenze per gli sforzi tesi alla riduzione della povertà nelle aree rurali.

Riciclaggio delle acque reflue

Alcune semplici politiche di gestione idrica, affiancate da una tecnologia adeguata, pos-

sono essere utili al fine di ridurre il divario tra domanda e offerta idrica. Un esempio è il riutilizzo delle acque reflue mediante processi di trattamento che le rendano adatte a essere restituite in tutta sicurezza ai fiumi e a essere utilizzate per l'irrigazione o per l'industria.

Il riciclaggio delle acque reflue per l'agricoltura periurbana è già una pratica applicata su larga scala. Si stima che con le acque reflue vengano irrigati, direttamente o indirettamente, circa 20 milioni di ettari di terreno a livello

mondiale, circa il 7 per cento delle aree irrigue totali⁵³. In Messico, nella valle del Mezquital, circa mezzo milione di nuclei familiari che vivono in aree rurali traggono il loro sostentamento da sistemi di irrigazione che sfruttano acque reflue non trattate. In Ghana, gli agricoltori attorno a Kumasi utilizzano le acque reflue su 12 000 ettari, più del doppio dell'area coperta da sistemi irrigui ufficiali in tutto il paese. È stato stimato che a Kumasi l'irrigazione con acque reflue durante la stagione secca determini un aumento del reddito agricolo medio del 40-50 per cento: grazie alla prevedibilità della fornitura e all'elevato contenuto di nutrienti delle acque reflue, gli agricoltori possono accedere ai mercati dei prodotti agricoli ad alto valore aggiunto⁵⁴.

L'espansione della capacità di riciclaggio delle acque reflue, tramite l'aumento dell'offerta e della produttività dell'acqua, potrebbe portare numerosi benefici per i produttori agricoli poveri e vulnerabili. Le acque reflue possono essere utilizzate anche per reintegrare gli acquiferi, alleviando così il problema dell'impovertimento delle falde acquifere. Se da una parte si prevede che entro il 2050 l'impiego idrico a fini urbani e industriali raddoppierà, le acque reflue potrebbero diventare una fonte di approvvigionamento sicura e in espansione: ciò che entra nelle città ne deve uscire in una forma o in un'altra. Tuttavia l'utilizzo di fonti di acque reflue senza le adeguate protezioni può esporre i produttori agricoli e le aree periurbane a gravi rischi sanitari. Uno studio condotto a Harunabad, nel Pakistan, ha rivelato che il tasso di incidenza di diarrea e infezione da anchilostoma tra i coltivatori che usano acque reflue è il doppio rispetto a quello che si registra nei coltivatori che lavorano con i canali di irrigazione⁵⁵.

L'uso regolamentato delle acque reflue trattate potrebbe attenuare in misura significativa le pressioni cui è oggi sottoposta la gestione idrica nel campo agricolo. Israele ne dimostra le potenzialità. Più dei due terzi delle acque reflue prodotte nel paese ogni anno vengono trattate e utilizzate per l'irrigazione agricola. La gran parte di quest'acqua viene fornita dalla società nazionale di fornitura idrica, che impone anche delle regole severe in relazione ai livelli di trat-

tamento: le acque reflue di più bassa qualità vengono destinate a coltivazioni più tolleranti come il cotone, mentre gli standard più elevati di trattamento vengono applicati all'acqua destinata all'irrigazione di ortaggi o alla reintegrazione delle falde acquifere⁵⁶. In questo modo, le acque reflue di Tel Aviv sono in grado di sostenere l'irrigazione agricola dell'arida regione meridionale. Altri paesi stanno seguendo l'esempio di Israele. Le città californiane situate in aree a carenza idrica stanno stanziando ingenti investimenti in impianti di depurazione di altissima qualità per il trattamento di tutte le acque reflue domestiche e industriali, riutilizzando l'acqua per l'agricoltura e il raffreddamento industriale. Nella città messicana di San Luis Potosí viene riciclato il 60 per cento delle acque reflue cittadine mediante un moderno impianto di depurazione, per poi essere distribuito ai coltivatori.

Nello sviluppo delle acque reflue come risorsa, molti paesi in via di sviluppo partono però da una posizione notevolmente svantaggiata. Gran parte delle città dei paesi in via di sviluppo a basso reddito hanno una capacità di trattamento delle acque reflue minima o addirittura inesistente. A differenza di Israele o della California, queste città non dispongono neppure delle capacità, a livello tecnologico e in generale, per suddividere le acque reflue in diversi regimi di trattamento e destinazione. La possibilità di intervenire in modo significativo sul versante dell'offerta grazie alle acque reflue è dunque preclusa a questi paesi?

Anche con severi vincoli alle risorse, si potrebbe fare molto di più. In alcuni paesi, il ritardo nelle capacità di trattamento delle acque reflue deriva direttamente da una pianificazione frammentaria e lacunosa. Molti governi hanno considerato gli investimenti in impianti di depurazione come un lusso che non potevano permettersi, ma se ai ritorni economici e sociali, potenzialmente consistenti, si aggiungesse l'incremento dell'approvvigionamento idrico per l'irrigazione, allora il rapporto costi/benefici cambierebbe. Se gli uffici di igiene e quelli preposti alle risorse idriche comunicassero con i dipartimenti addetti all'irrigazione, certamente gli investimenti in questo settore sarebbero

L'uso regolamentato delle acque reflue trattate potrebbe attenuare in misura significativa le pressioni cui è oggi sottoposta la gestione idrica nel campo agricolo

Le persone e i governi di tutto il mondo stanno scoprendo il valore dell'acqua e affrontando i costi che derivano dall'aver ignorato in passato il valore effettivo di questa risorsa

maggiori. Anche se sono pochi i paesi in via di sviluppo che sono nelle condizioni per imitare il sistema di destinazione delle acque reflue applicato da Israele, alcune semplici regole possono fare la differenza. In Messico, si ricorre all'espedito di vietare l'uso di acque reflue per la coltivazione di frutta e ortaggi. In Giordania e in Tunisia, sono state elaborate campagne di educazione pubblica altamente innovative rivolte ai produttori rurali per comunicare strategie atte a ridurre i rischi sanitari associati all'uso di acque reflue.

Regolamentare la domanda di una risorsa carente

«Quando i pozzi si prosciugheranno, – osservava Benjamin Franklin, uno dei padri della Dichiarazione di indipendenza statunitense, – ci renderemo conto del valore dell'acqua». Oggi, le persone e i governi di tutto il mondo stanno scoprendo il valore dell'acqua e affrontando i costi che derivano dall'aver ignorato in passato il valore effettivo di questa risorsa. Attualmente, le politiche pubbliche pagano lo scotto della prassi adottata in passato di trattare l'acqua come una risorsa da sfruttare senza limiti.

Con la maggiore consapevolezza del valore dell'acqua è cresciuto anche l'interesse ad aumentarne la produttività. Nella pratica, questo significa che nell'ambito del dibattito sull'utilizzo dell'acqua è possibile individuare due approcci generali alla produttività idrica, nonostante siano spesso confusi. Uno di questi approcci pone l'accento sull'importanza di aumentare la produttività fisica incrementando il cosiddetto rapporto *crop per drop* («raccolto per goccia»). Parallelamente a ciò, l'attenzione è focalizzata sull'aumento della produttività misurata in base al valore aggiunto alla produzione: l'acqua è una risorsa di capitale scarsa che andrebbe impiegata laddove è in grado di generare la massima ricchezza possibile.

Aumentare il rapporto *crop per drop*

Cosa implicano questi nuovi approcci per lo sviluppo umano? L'aumento della produttività idrica in termini di *crop per drop* è la tesi domi-

nante. Soddisfare i bisogni idrici di una popolazione in fase di crescita e proteggere contemporaneamente gli ecosistemi naturali su cui si basa la vita stessa rappresenta una condizione cruciale per lo sviluppo umano sostenibile. Per affrontare questa sfida, sarà necessario rendere la gestione idrica più snella e intelligente, sostituendo all'acqua tecnologia e conoscenza.

Aumentare la produttività è una delle strade per ridurre lo stress idrico, e il margine per aumentare il rapporto *crop per drop* è ampio. La buona notizia è che negli ultimi decenni si è assistito a un incremento spettacolare della produttività idrica. La quantità di acqua necessaria alla produzione di cereali per una persona si è dimezzata dal 1960. La cattiva notizia, invece, è che in molti bacini a più elevato stress idrico del mondo la produttività rimane molto bassa. I confronti tra i vari paesi dimostrano ampiamente qual è il margine per aumentare la produttività idrica misurata sulla semplice base del rapporto *crop per drop*. In California, 1 tonnellata di acqua produce 1,3 chilogrammi di grano, in Pakistan ne produce meno della metà⁵⁷. La produzione di una tonnellata di mais in Francia richiede meno della metà dell'acqua necessaria in Cina. Enormi sono anche le variazioni riscontrate tra i sistemi di irrigazione in funzione nei paesi in via di sviluppo: ad esempio, la Cina produce il doppio del riso rispetto all'India utilizzando lo stesso volume di acqua.

Il valore di riferimento dell'efficienza idrica in agricoltura è l'irrigazione a goccia, un metodo che fornisce acqua direttamente alla zona radicale delle piante⁵⁸. In Giordania, il metodo di irrigazione a goccia ha determinato una riduzione dell'impiego idrico pari a circa un terzo. Ma la Giordania è un'eccezione. La tecnologia a goccia infatti è stata adottata su meno dell'1 per cento dei terreni irrigui in tutto il mondo, e il 90 per cento di tale capacità si trova nei paesi sviluppati⁵⁹. A fare la differenza potrebbe essere la creazione di partenariati globali per il trasferimento di tecnologia supportati da aiuti internazionali.

Dal punto di vista dello sviluppo umano, il problema dell'irrigazione a goccia e di altre tecnologie in generale è di natura distributiva. Le nuove tecnologie hanno la potenzialità di rialli-

neare la domanda e l'offerta su livelli di impiego idrico più bassi. Tuttavia, la distribuzione delle tecnologie solo raramente è «neutra». A livello globale, le tecnologie per la conservazione dell'acqua si concentrano nei paesi ricchi, in parte per via dei costi di capitale che esse comportano. All'interno dei paesi, l'accesso alle innovazioni che consentono un uso parsimonioso dell'acqua richiede un accesso al capitale, alle conoscenze e alle infrastrutture. I coltivatori poveri che vivono in zone marginali sono i soggetti con minori probabilità di accesso a tali beni, in particolare le donne. Il pericolo è che con l'incremento della produttività idrica e la riduzione dell'utilizzo di acqua, le nuove tecnologie aiuteranno a risolvere un aspetto della crisi idrica ma aggraveranno le disuguaglianze a livello sociale ed economico. Ma non è impossibile evitare questo risultato: come dimostrato nel capitolo 5, sta aumentando la disponibilità di tecnologie di irrigazione a goccia economicamente accessibili.

Deviazione dell'acqua a favore di impieghi a più alto valore aggiunto

Deviare l'impiego idrico verso settori a più alto valore aggiunto solleva problemi analoghi. Questa è uno dei principali avvertimenti dei sostenitori della soluzione «soft» per lo stress idrico. Invece di aumentare il rapporto *crop per drop*, lo scopo, detto grossolanamente, è quello di ottenere più denaro per metro cubo. Alla base di ciò è l'idea che l'acqua, in quanto risorsa sempre più carente, debba essere impiegata laddove generi ritorni economici più elevati⁶⁰.

Da un lato, questa ipotesi sembra assolutamente ragionevole. Applicata alla California, dove l'acqua utilizzata ad esempio nella produzione di microchip produce più reddito e occupazione rispetto a quella usata nella produzione di riso e cotone, coltivazioni a uso intensivo di capitale e pesantemente sovvenzionate, le opzioni politiche appaiono estremamente chiare. In pratica, però, i sostenitori delle soluzioni «soft» tendono a sopravvalutare la loro tesi, che in termini di equità presenta un punto cieco. La tesi viene sopravvalutata per due aspetti. Il primo è che è difficile separare il valore dell'acqua da altri fattori nella produzione di prodotti finiti a elevato valore aggiunto. Il secondo e più

importante aspetto è che esistono pochissime prove del fatto che lo sviluppo di settori industriali a più alto valore aggiunto sia stato rallentato per via della competizione per l'acqua con il settore agricolo. Nella maggior parte dei casi, l'agricoltura è uscita perdente da qualunque competizione (si veda il capitolo 5).

Il punto cieco relativo all'equità riguarda la mancata considerazione di tutta una serie di conseguenze, sul piano della distribuzione, che possono derivare dal trasferimento dell'acqua. È indubbio che esistano grandi variazioni in termini di valore aggiunto dell'impiego idrico nell'ambito della produzione agricola. Uno studio condotto a livello internazionale relativo ai sistemi di irrigazione di 40 paesi ha rivelato una differenza dieci volte maggiore nel valore lordo del rendimento per unità di acqua consumata⁶¹. Tenendo fermi altri fattori, si potrebbe prevedere che una quantità equivalente di acqua generi dei flussi di reddito maggiori se usata nella produzione di prodotti ad alto valore aggiunto (frutta e ortaggi o carne e prodotti caseari) piuttosto che di prodotti di base come il riso⁶². Lo stesso vale per i prodotti industriali a elevato valore aggiunto. Ma nei paesi in cui la maggioranza della popolazione trae i propri mezzi di sussistenza dall'agricoltura, e in cui la produzione di prodotti alimentari di base rappresenta una grande percentuale del reddito e dell'occupazione per le famiglie povere, le perdite di acqua possono tradursi in una gravissima minaccia per lo sviluppo umano. Il pericolo ovvio è che la deviazione dell'acqua verso altri settori o altri prodotti genererà più ricchezza ma distruggerà i mezzi di sostentamento di alcune delle persone più vulnerabili.

Gestione integrata dell'acqua

Questi problemi legati alla distribuzione vengono trattati nel capitolo 5. Sullo sfondo, comunque, sta emergendo un nuovo consenso generale in merito alla gestione politica delle risorse idriche. In occasione del Vertice mondiale sullo sviluppo sostenibile del 2002, i governi nazionali hanno adottato la gestione integrata delle risorse idriche come modello per il futuro. Questo approccio pone l'accento sulla gestione della ripartizione dell'ac-

Nei paesi in cui la maggioranza della popolazione trae i propri mezzi di sussistenza dall'agricoltura, e in cui la produzione di prodotti alimentari di base rappresenta una grande percentuale del reddito e dell'occupazione per le famiglie povere, le perdite di acqua possono tradursi in una gravissima minaccia per lo sviluppo umano

Coordinare lo sviluppo e la gestione di acqua, territorio e risorse collegate al fine di massimizzare in maniera equa il benessere economico e sociale che ne risulta senza compromettere la sostenibilità degli ecosistemi vitali.

Questo è l'obiettivo dichiarato della gestione integrata delle risorse idriche. Adottato in occasione del Vertice mondiale sullo sviluppo sostenibile tenutosi a Johannesburg nel 2002 nell'ambito della più generale strategia internazionale per gli OSM, questo concetto segna la più recente tappa dell'evoluzione della struttura complessiva della *governance* dell'acqua a partire dalla Conferenza internazionale sull'acqua del 1992, in occasione della quale vennero stabiliti tre principi chiave per una buona *governance*:

- Il *principio ecologico*, volto all'integrazione della gestione idrica dei bacini fluviali piuttosto che dei singoli utenti istituzionali, con la *governance* integrata di acqua e territorio per ragioni ambientali.
- Il *principio istituzionale*, in virtù del quale la gestione delle risorse si basa sul dialogo tra tutti i soggetti coinvolti servendosi dell'operato di istituzioni trasparenti e responsabili governate dal principio della sussidiarietà, cioè la devoluzione dell'autorità al livello inferiore adeguato, a partire dai gruppi di utenti alla base fino agli enti locali e agli enti di gestione dei bacini fluviali.
- Il *principio economico*, che mira a sfruttare in misura maggiore gli incentivi e i principi basati sul mercato per migliorare l'efficienza dell'acqua in quanto risorsa sempre più carente.

Data la loro natura generale, questi principi rappresentano le fondamenta per un qualunque sistema di *governance* dell'acqua. Il punto di partenza per una gestione integrata delle risorse idriche è che tutta l'acqua dovrebbe essere trattata come una singola risorsa ambientale e distribuita nell'ambito di un quadro di politica pubblica coerente tra i principali gruppi di utenti dell'acqua: agricoltura, industria e nuclei familiari. Includendo anche la sostenibilità, il modello riconosce altresì l'esistenza di limiti ecologici all'impiego idrico, nonché il fatto che l'ambiente debba essere trattato come un utente che gode di diritti propri. Il problema è tradurre questi principi in politiche pubbliche concrete.

Nell'ambito della gestione integrata delle risorse idriche a livello di bacino, il modello forse più citato di pratica efficace è forse quello dell'Iniziativa per il bacino del Murray-Darling, nell'Australia sudorientale, che copre 20 fiumi e un gran numero di sistemi di falde acquifere che si estendono in cinque stati. Questo bacino rappresenta tre quarti dei terreni irrigui australiani, più di un quarto delle aziende zootecniche e metà dei terreni coltivati e dedicati alla pastorizia di ovini. L'iniziativa è un tentativo di cooperazione nell'ambito di

una gestione integrata dell'acqua in risposta alla crisi generata dal grave degrado ecologico e dall'eccessivo utilizzo dell'acqua per l'irrigazione in una regione semiarida.

Il campo di applicazione di questa iniziativa di cooperazione è impressionante. La Commissione per il bacino del Murray-Darling (MDBC), istituita nel 1988, fissa un tetto limite per l'impiego idrico, tenendo conto dei requisiti ecologici necessari al mantenimento dell'integrità del sistema. Una serie di diritti quantitativi relativi all'uso dell'acqua vengono assegnati dallo stato per essere distribuiti a diversi utenti. Le eventuali controversie vengono risolte mediante una procedura prestabilita, in cui sono contemplate disposizioni a disciplina della compravendita di diritti per l'uso dell'acqua da parte degli stati e degli individui.

La partecipazione pubblica alla gestione dell'acqua ha conosciuto un'evoluzione nel corso del tempo fino a includere oggi nei processi di consultazione gruppi ambientalisti, comitati a tutela dei bacini imbriferi, organizzazioni di agricoltori e rappresentanti di altri soggetti coinvolti. Il Comitato consultivo comunitario rende disponibili su ampia scala le informazioni tecniche relative alle assegnazioni idriche. L'autorità politica della MDBC ha le sue radici in una struttura istituzionale che delega l'autorità a partire da un Consiglio ministeriale di alto livello.

Riprodurre queste stesse condizioni nei paesi in via di sviluppo non è impresa semplice. La struttura di *governance* idrica implementata nel Sudafrica del dopo apartheid presenta alcune delle caratteristiche istituzionali dell'iniziativa del Murray-Darling. La pianificazione nazionale delle risorse idriche è altamente decentralizzata. Un potente organismo al vertice riunisce tutti i ministri coinvolti nella destinazione delle riserve idriche. Il sistema di assegnazione prevede dei diritti ambientali di utilizzo che prendono la forma di una riserva non negoziabile stabilita dal governo per garantire la quantità, la qualità e l'affidabilità dell'acqua necessarie per salvaguardare l'integrità dei sistemi ecologici. Nel ciclo di pianificazione annua, non viene autorizzato alcun impiego idrico fintanto che non sia stata stabilita la riserva ambientale.

L'evoluzione delle istituzioni, tuttavia, è un processo che richiede tempo. Per alcuni aspetti della gestione integrata dei bacini, il Brasile viene talvolta citato come modello. Ma anche il Ceará, che è ritenuto lo stato con le migliori prestazioni in tal senso, ha impiegato un decennio per sviluppare un modello di *governance* partecipativa dell'acqua.

In Brasile, la legge nazionale sull'acqua del 1997 ha rivoluzionato la gestione idrica. Il testo di legge fu redatto dopo cinque anni di dialogo nazionale strutturato, con migliaia di incontri e udienze pubbliche. Il decentramento della gestione idrica emerse come

(continua)

obiettivo politico cruciale, con i bacini fluviali individuati come unità appropriata per il decentramento dell'autorità. Vennero create nuove istituzioni a tutti i livelli, al vertice dei quali si trova un ente che riunisce i rappresentanti di tutti i ministeri con funzioni legate all'acqua, nonché i rappresentanti degli stati, gli utenti dell'acqua e le agenzie non governative.

Il Ceará è stato uno degli stati a conseguire i maggiori successi nelle riforme. Situato nella regione semi-arida e tendente alla siccità del Nordest, il Ceará è uno degli stati più poveri del Brasile, con più del 70 per cento dei nuclei familiari rurali al di sotto della linea di povertà. Il Ceará ha cinque grandi bacini fluviali, ma nessun corso d'acqua naturale perenne. I conflitti all'interno di questi bacini si sono andati intensificando poiché la crescente domanda da parte degli utenti industriali e urbani di Fortaleza, la capitale dello stato, è in concorrenza con gli utenti dell'agricoltura irrigua, che incidono sul consumo idrico per più dell'80 per cento.

La riforma idrica nello stato del Ceará rientrava in un processo di democratizzazione e decentramento di più ampio respiro. Il processo politico è ben illustrato dall'esempio del bacino del basso Jaguaribe. Un'assemblea costituita da 180 gruppi di utenti fu convocata dalla Compagnia di gestione delle risorse idriche del Ceará (COGERH), un'autorità di bacino controllata dallo stato. Questa assemblea, che raggruppava le industrie, le aziende agricole, i sindacati dei lavoratori rurali e le cooperative, ha elaborato un piano operativo per la gestione dell'uso dell'acqua nel bacino fluviale con la consulenza tecnica degli idrologi della COGERH. L'implementazione del piano è avvenuta sotto la supervisione di un Comitato dei rappresentanti eletto dall'assemblea. Dopo un anno di scarse precipitazioni, nel 2000, la Commissione degli utenti si riunì per elaborare strategie volte a ridurre i flussi idrici, su cui l'assemblea fu chiamata a votare.

Il successo di questa iniziativa è stato assicurato dagli alti livelli di partecipazione degli utenti e dal dibattito pubblico tenutosi in seno alla Commissione degli utenti, che è servito a istituzionalizzare le norme per la gestione della competizione per l'acqua. Un po-

tente organismo di consulenza tecnica, percepito come competente e indipendente al tempo stesso dai gruppi di interesse dei singoli utenti, ha svolto anch'esso un ruolo importante. Inoltre, il supporto di tutti i partiti alla COGERH e ad analoghi processi partecipativi di *policy-making* messi in atto in tutto lo stato nei settori della sanità e dell'istruzione ha depoliticizzato alcuni aspetti della gestione idrica.

Altrove, l'esperienza ha avuto risultati contrastanti. Il Vertice di Johannesburg fece appello a tutti i paesi affinché elaborassero entro cinque anni dei piani di gestione integrata delle risorse idriche, un traguardo che si è dimostrato irrealistico dopo averlo riesaminato a fronte delle limitate capacità. Al termine del 2005, solo 20 dei 95 paesi su cui il Partenariato globale per l'acqua ha condotto un'indagine avevano prodotto questi piani oppure li stavano già attuando. Solo cinque di essi si trovano nell'Africa subsahariana, e uno (il Brasile) nell'America Latina.

In alcuni casi, sono state profuse grandi energie nell'elaborazione di tali piani senza risultati tangibili. In Nicaragua, ad esempio, sono stati spesi più di due anni per la redazione di un piano in 13 volumi, al quale però non sono seguite azioni efficaci. Non si intende con ciò sottovalutare i progressi conseguiti. Partendo da una base debole, il Bangladesh, il Burkina Faso, la Namibia e l'Uganda hanno intrapreso importanti riforme istituzionali, anche se metterlo in pratica non sarà semplice.

La gestione integrata delle risorse idriche necessita di determinate istituzioni il cui sviluppo richiede diversi anni, anche in presenza di un forte impegno politico, e comunque non offre nessuna soluzione «chiavi in mano» ad alcuni dei problemi classici della gestione idrica. Un piano teorico di gestione integrata delle risorse idriche dice poco in merito agli interessi dei soggetti destinatari del servizio. In molti casi, la gestione integrata delle risorse idriche ha un oggetto tecnico ristretto. L'attenzione è stata rivolta a incrementare l'efficienza dell'uso dell'acqua tramite trasferimenti in settori a più alto valore aggiunto o mediante lo sfruttamento di nuove tecnologie,

Fonti: GWP 2000, 2004, 2006a; Biswas 2004; Shah 2005; Haisman 2005; Kemper, Dinar e Bloomquist 2005; Muller 2006; Lemos e de Oliveira 2005; Tortajada 2006a; Rogers 2002.

qua entro i limiti ecologici di disponibilità, tenendo conto dei principi di equità, efficienza e sostenibilità ambientale (si veda il riquadro 4.7). In pratica, è difficile bilanciare le richieste di diversi utenti in competizione per una risorsa cruciale nei rapporti di potere all'interno di una società, una risorsa che coinvolge questioni relative a voce politica e affidabilità istituzionale.

La sfida più grande è sviluppare una nuova etica della gestione idrica supportata dall'impegno ad affrontare le profonde disuguaglianze che generano insicurezza idrica. La questione centrale è stata efficacemente espressa da Sandra Postel e Brian Richter⁶³:

Smetteremmo di chiederci come poter manipolare ulteriormente fiumi,

Gli investimenti nelle infrastrutture idriche in alcuni casi hanno provocato gravi danni ambientali, ma hanno anche sorretto la prosperità economica e il progresso sociale

laghi e corsi d'acqua per soddisfare le nostre insaziabili richieste, e invece ci domanderemmo qual è il modo di soddisfare al meglio le esigenze umane e allo stesso tempo rispettare i requisiti ecologici di sistemi idrici sani. E inevitabilmente

questo approccio ci porterebbe a occuparci di questioni più profonde relative ai diritti umani, in particolare al modo in cui ridurre questo inaccettabile divario tra coloro che hanno e coloro che non hanno.

Affrontare il rischio, la vulnerabilità e l'incertezza

La disponibilità fisica di acqua rappresenta un aspetto della carenza idrica. Ma in tutti i paesi, la relazione tra sicurezza idrica e disponibilità idrica è mediata da infrastrutture e istituzioni che amministrano l'acqua. La capacità dei singoli paesi in questi ambiti varia notevolmente, con conseguenze sulla sicurezza idrica, assolutamente palesi se si considera la minaccia del riscaldamento globale, una minaccia che può essere affrontata soltanto attraverso una solida base di infrastrutture pensate per facilitare l'adattamento.

Il ruolo cruciale delle infrastrutture

A livello di infrastrutture, le disuguaglianze globali sono enormi. In tutti i paesi industrializzati, i flussi fluviali sono regolamentati e gestiti, e l'acqua immagazzinata e destinata a diversi usi. Poche persone in questi paesi sono consapevoli del modo in cui gli investimenti nelle infrastrutture idriche creino le condizioni per la sicurezza idrica, la crescita economica e l'occupazione, o di come proteggano contro la forza distruttiva dell'acqua che si manifesta nelle alluvioni e nelle siccità. Solo durante i periodi di crisi le infrastrutture idriche assumono una posizione prominente nell'ambito del dibattito politico pubblico. Negli Stati Uniti, l'uragano Katrina ci ha offerto un esempio tragicamente clamoroso dell'importanza delle infrastrutture e della vulnerabilità umana. L'evento fu così traumatico in parte per via del fatto che non erano assolutamente previste tante perdite umane e tali livelli di distruzione. Per contrasto, in gran parte del terzo mondo si pagano quotidianamente dei

costi umani generati dalla carenza di infrastrutture e dalla vulnerabilità agli eventi traumatici legati all'acqua.

Riduzione del rischio nei paesi ricchi

La portata degli investimenti nelle infrastrutture idriche nei paesi ricchi non è comunemente apprezzata. Gli investimenti nelle infrastrutture idriche in alcuni casi hanno provocato gravi danni ambientali, ma hanno anche sorretto la prosperità economica e il progresso sociale.

Negli Stati Uniti, molti investimenti del governo federale nella storia sono stati rivolti a immagazzinare l'acqua, a sfruttarla per generare energia elettrica e a limitare le possibilità di alluvioni. Secondo una stima, il corpo del genio dell'esercito degli Stati Uniti ha speso 200 miliardi di dollari, dal 1920 a oggi, solo per la gestione e l'attenuazione degli effetti delle alluvioni (producendo un beneficio di circa 700 miliardi di dollari)⁶⁴. L'Autorità della valle del Tennessee, istituita nel 1933 nell'ambito del New Deal per costruire dighe, impianti idroelettrici e serbatoi idrici, ha trasformato la valle del Tennessee, prima nota come la *Dust Bowl* (la conca di sabbia), per via delle frequenti tempeste di sabbia che la colpivano, un'area impoverita e soggetta ad alluvioni, con uno degli indicatori di sviluppo umano tra i peggiori degli Stati Uniti, in una zona di prosperità agricola. Nel corso di una generazione, è stato spezzato un ciclo di povertà rurale che affliggeva più di 2 milioni di persone in una delle regioni più povere degli Stati Uniti⁶⁵.

In numerosi paesi ricchi, per il progresso umano ha avuto un ruolo fondamentale l'attenuazione del rischio collegato alla gestione

idrica tramite lo sviluppo di sistemi di controllo delle alluvioni e di un'infrastruttura economica. L'esempio più eclatante è il Giappone, dove ingenti investimenti nelle infrastrutture realizzati dopo la guerra hanno sostenuto il rapido sviluppo dell'energia idroelettrica, il controllo delle alluvioni e l'agricoltura irrigua. Fino alla seconda guerra mondiale, le alluvioni provocate dalle forti piogge stagionali e dai tifoni avevano enormi effetti negativi sull'economia giapponese, con perdite stimate a un livello superiore al 20 per cento del RNL. A partire dagli anni Settanta, l'impatto delle alluvioni non ha mai superato l'1 per cento del RNL⁶⁶. La maggior parte della popolazione giapponese e il 60 per cento delle attività produttive del paese sono dislocate su pianure poco al di sopra del livello del mare e quindi vulnerabili alle inondazioni; ma le infrastrutture e la gestione idrica hanno ridotto il rischio a un costo medio pari a circa 9 miliardi di dollari all'anno.

Deficit infrastrutturale nei paesi poveri

La distribuzione globale delle infrastrutture idriche è inversamente proporzionale alla distribuzione globale dei rischi di insicurezza idrica. Climi stagionali, precipitazioni variabili e rischi di alluvioni e siccità sono una minaccia molto maggiore nei paesi in via di sviluppo che non in quelli ricchi, ma nei paesi in via di sviluppo le istituzioni e le infrastrutture necessarie a garantire la sicurezza idrica sono molto più deboli⁶⁷.

Le siccità dimostrano chiaramente gli effetti dei costi generati da infrastrutture deboli. La mancanza di pioggia impoverisce i bacini imbrikeri, i terreni coltivabili e i pascoli, degradando i terreni e distruggendo le coltivazioni. Dalle tempeste di sabbia degli anni Trenta negli Stati Uniti al Sahel degli anni Settanta e all'Africa orientale oggi, le siccità hanno dimostrato un'enorme capacità di distruzione e di erosione dei progressi ottenuti con tanta fatica sul piano dello sviluppo umano. Le siccità hanno un grave impatto sulle popolazioni rurali povere, provocando la riduzione della produzione, la perdita di bestiame e di fertilità del suolo, nonché situazioni di carenza estrema di acqua potabile. Se il bestiame muore e il raccolto è scarso, i nuclei

familiari poveri dispongono di un reddito minore e l'alimentazione peggiora. Potrebbero volerci anni per ripristinare i loro beni.

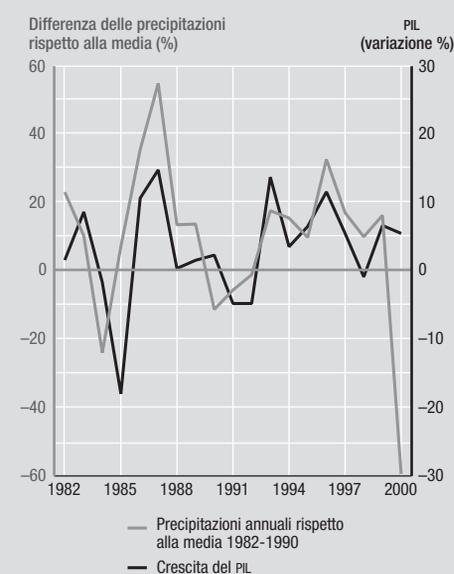
L'Africa subsahariana è la regione più colpita. Nel 2005, più di 20 milioni di persone erano a rischio siccità solo nel Corno d'Africa. In gran parte del Sahel, dell'Africa orientale e dell'Africa meridionale, le siccità hanno carattere endemico, con il verificarsi di eventi significativi ogni 3-5 anni. Ma l'Africa subsahariana non è la sola regione interessata. Nell'Asia meridionale, circa il 15 per cento della popolazione vive in aree che negli ultimi due anni sono state afflitte dalla siccità. Periodi di siccità più frequenti e lunghi si sono registrati anche in Medio Oriente. In Marocco, una grave siccità che si verificò a metà degli anni Novanta provocò una riduzione del 45 per cento del rendimento agricolo, mentre i lavoratori rurali e i piccoli proprietari terrieri persero secondo le stime 100 milioni di giornate lavorative⁶⁸.

La variabilità dell'offerta idrica rappresenta un'altra fonte principale di insicurezza idrica, tanto per le persone quanto per le economie nazionali. Si consideri il caso dell'Etiopia, dotata di risorse idriche maggiori rispetto alla gran parte dei paesi tendenti alla siccità. L'Etiopia conta 12 bacini fluviali e dispone di più di

La distribuzione globale delle infrastrutture idriche è inversamente proporzionale alla distribuzione globale dei rischi di insicurezza idrica

Figura 4.7

In Etiopia la variabilità del reddito va di pari passo con la variabilità delle precipitazioni



Fonte: Banca mondiale 2006f.

La siccità che colpisce le province di Wajir e Turkana, nella regione nordorientale del Kenya, rappresenta una catastrofe umanitaria. Le dimensioni di questa tragedia hanno attirato l'attenzione dei media internazionali, anche se non si tratta di un evento insolito: il Kenya è stato interessato da una serie di siccità e inondazioni che si sono susseguite dalla metà degli anni Novanta. Le alluvioni del 1997-1998 furono seguite immediatamente da una siccità che perdurò dal 1998 al 2000. La condizione di siccità in cui versa oggi il Nordest

del paese è una prosecuzione di quell'evento, e più di 3 milioni di persone rischiano la fame.

Oltre alle sofferenze umane, i costi sono stati enormi. Intere comunità pastorizie hanno visto le loro greggi e i loro beni decimati, una situazione che ha aggravato la loro condizione di vulnerabilità. Gli ingenti costi economici hanno rallentato l'intera economia e frenato gli sforzi tesi a ridurre la povertà.

L'inondazione del 1997-1998, legata a El Niño, ha provocato danni stimati nell'ordine dell'11 per cento del PIL (si veda la tabella). Le siccità del 1998-1999 e del 1999-2000 hanno generato delle perdite superiori al 16 per cento del PIL. Si stima che l'80 per cento delle perdite abbia colpito l'industria e il settore idroelettrico. I costi economici complessivi sono probabilmente molto superiori poiché nel computo delle perdite non sono compresi gli effetti della malnutrizione, della riduzione degli investimenti nell'agricoltura e della perdita di investimenti nell'industria.

Le perdite relative ai raccolti e ai mezzi di sostentamento, pari a meno del 16 per cento del totale, hanno rappresentato una quota relativamente esigua delle perdite complessive, ma hanno avuto un impatto devastante sui poveri, causando malnutrizione su larga scala, impoverimento dei patrimoni e aumento della vulnerabilità nei confronti di rischi futuri.

Impatto delle alluvioni e siccità Kenya, 1997-2000

Impatto	Ammontare (milioni di dollari)	Percentuale del tot. (%)
<i>Alluvione del 1997-98</i>		
Infrastrutture dei trasporti	777	88
Infrastrutture di fornitura idrica	45	5
Settore della sanità	56	6
Totale	878	
Percentuale del PIL (%)		11
<i>Siccità del 1998-2000</i>		
Perdite del settore idroelettrico	640	26
Perdite della produzione industriale	1400	58
Perdite della produzione agricola	240	10
Perdite del settore dell'allevamento	137	6
Totale	2471	
Percentuale del PIL (%)		16

Fonti: Banca mondiale 2004c, 2006e.

1600 litri di acqua per persona all'anno⁶⁹. Il problema di questo paese, in cui la stragrande maggioranza delle persone trae i propri mezzi di sostentamento dall'agricoltura a secco, è l'insicurezza. Secondo le stime, la variabilità delle precipitazioni ha spinto altri 12 milioni di persone al di sotto della linea di povertà assoluta nella seconda metà degli anni Novanta. Con più dell'80 per cento della popolazione che vive in zone rurali, la metà della quale risulta sottotonutrita, l'acqua rappresenta la chiave per le prospettive di sviluppo umano delle famiglie. Questo è il motivo per cui le persone stesse identificano la variabilità delle precipitazioni come la minaccia maggiore ai propri mezzi di sussistenza. Ma come in altri paesi prevalentemente agricoli, la mancanza di pioggia in Etiopia trasmette onde d'urto che si propagano oltre i nuclei familiari e coinvolgono l'intera economia (si veda la figura 4.7). Un singolo evento di siccità su un periodo di 12 anni determina una diminuzione del 7-10 per cento del PIL e un incremento del 12-14

per cento della povertà. Il modello economico proposto dalla Banca mondiale suggerisce che l'incapacità di attenuare gli effetti della variabilità delle precipitazioni riduce di un terzo le potenzialità di crescita economica dell'Etiopia, con le ovvie conseguenze che si ripercuotono sulla riduzione della povertà⁷⁰. Si stima che nel 2015 la variabilità idrologica avrà incrementato i livelli di povertà di una percentuale compresa tra un quarto e un terzo, che equivale a circa 11 milioni di persone.

Le infrastrutture idriche sono di fondamentale importanza per ridurre la vulnerabilità dei nuclei familiari e rafforzare la loro capacità di assorbire gli eventi traumatici. In Indonesia, si stima che 25 000 persone all'anno perdano la vita per problemi legati alla siccità; in Australia, che ha una esposizione al rischio di siccità simile, non si registrano invece decessi per tale motivo. In Giappone, gli investimenti hanno ridotto l'impatto delle alluvioni in maniera tale che i costi derivanti dai danni provocati da tali

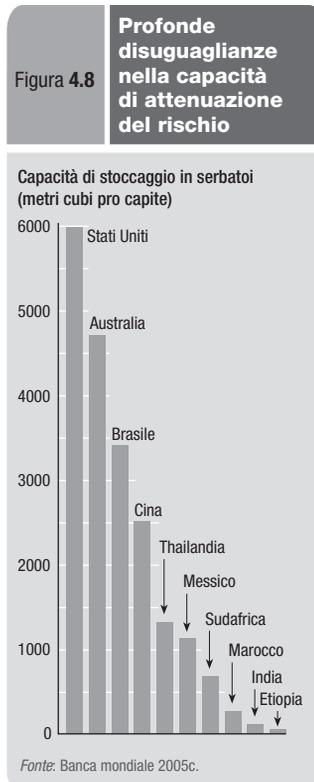
eventi traumatici raramente risultano superiori allo 0,5 per cento del RNL, e rare risultano le perdite di vite umane. Ma le alluvioni che nel 2000 si sono abbattute sul Mozambico hanno lasciato 700 morti e mezzo milione di senza-tetto. I raccolti sono andati distrutti, le infrastrutture danneggiate. Si stima che le perdite totali siano ammontate al 20 per cento del RNL, mentre la crescita economica è calata dall'8 per cento del 1999 al 2 per cento del 2000. Le alluvioni hanno altresì danneggiato o distrutto 500 scuole elementari e sette scuole del livello secondario⁷¹. Considerata come episodio singolo, l'esperienza del Mozambico sottolinea come gli eventi climatici possano cancellare i progressi conseguiti su un vasto fronte. In molti casi, comunque, i paesi devono affrontare situazioni di alluvioni e siccità consecutive, se non addirittura simultanee (si veda il riquadro 4.8). I poveri invariabilmente sono quelli che corrono il rischio maggiore per le carenze delle infrastrutture. In Mozambico, i nuclei familiari poveri che vivono in aree pianeggianti lungo le sponde di corsi fluviali hanno subito l'impatto delle inondazioni. A New Orleans, la devastazione causata dall'uragano Katrina ha colpito l'intera città, ma le zone maggiormente colpite sono stati i quartieri poveri abitati da neri. Se è vero che gli effetti di eventi meteorologici estremi coinvolgono l'intera società, i nuclei familiari più poveri sono quelli più esposti al rischio e meno in grado di attenuare gli effetti di tale rischio attraverso risparmi e polizze assicurative.

Le disuguaglianze a livello di patrimonio idrico si manifestano nei costi economici e umani associati a eventi meteorologici estremi. Una quantità eccessiva o eccessivamente esigua di acqua è la causa della maggior parte dei disastri naturali. I fattori ciclici e il cambiamento del clima stanno agendo in concomitanza determinando un incremento della frequenza di eventi meteorologici estremi come siccità e alluvioni. Tutti i paesi sono colpiti, ma quelli ricchi hanno la possibilità di proteggere i loro cittadini e il loro rendimento economico grazie allo spiegamento estensivo di infrastrutture idriche. La capacità di invaso dell'acqua è un indicatore approssimativo per confrontare la capacità delle infrastrutture dei diversi paesi (si veda la figura

4.8). Gli Stati Uniti immagazzinano 6000 metri cubi d'acqua a persona e l'Australia circa 5000, contro i 43 dell'Etiopia. Il fiume Colorado ha 1400 giorni di capacità di invaso, l'Indo appena 30 giorni⁷².

I confronti tra i vari paesi in termini di capacità di invaso dell'acqua offrono interessanti spunti relativi a un aspetto della capacità di attenuazione del rischio. Tuttavia, la capacità di invaso è solo una traccia per capire il collegamento esistente tra infrastrutture e vulnerabilità. Paesi come il Ghana e lo Zambia vantano alti livelli pro capite di invaso idrico – anzi, addirittura più alti degli Stati Uniti – ma una limitata capacità di attenuazione del rischio. La maggior parte della capacità di invaso è destinata alla generazione di energia elettrica, mentre solo una parte molto limitata delle infrastrutture è dedicata ai piccoli coltivatori. Le grandi infrastrutture idriche hanno anche un rovescio della medaglia, come evidenziato nell'attuale dibattito in merito alla portata adeguata degli interventi.

Nell'ambito di questo dibattito, le grandi dighe sono un tema di primo piano per una serie di buone ragioni. Secondo le stime, a causa di progetti inadeguati, nel corso degli ultimi cinquant'anni 40-80 milioni di persone sono state costrette a trasferirsi, molte delle quali senza ricevere un congruo risarcimento. Nella fretta di sviluppare grandi infrastrutture destinate all'irrigazione e alla generazione di energia elettrica, numerosi governi hanno calpestato i diritti e le rivendicazioni di comunità prive di poteri di contrattazione, penalizzando spesso soprattutto le popolazioni indigene⁷³. Inoltre, molte dighe hanno causato immensi danni sociali ed ecologici. Tra gli effetti a monte rientrano l'interrimento, la salinizzazione e la deforestazione; gli effetti a valle vanno dalla riduzione delle riserve ittiche al danneggiamento dei terreni paludosi e alla riduzione dei flussi di sedimenti e nutrienti. In alcuni casi, i benefici economici sono stati esagerati. I miglioramenti della produttività per gli utenti a monte sono stati compensati dagli effetti nocivi a valle e dai cambiamenti degli ecosistemi alluvionali. La Commissione mondiale sulle dighe (WCD) ha riscontrato una sistematica sottovalutazione dei



I piccoli sistemi di raccolta dell'acqua non solo permettono di immagazzinare acqua in modo efficace, riducendo quindi il rischio, ma anche di immagazzinarla in prossimità delle persone che ne hanno bisogno

costi finanziari delle dighe (in media del 47 per cento) e una sistematica sopravvalutazione dei rendimenti economici riferiti all'irrigazione su larga scala⁷⁴.

Su questo sfondo, appare chiaro che i programmi relativi alle grandi infrastrutture dovrebbero essere sottoposti a un esame critico che ne evidenzii gli eventuali impatti sull'ambiente e sui poveri. Allo stesso tempo non bisogna neanche trascurare il contributo reso dalle grandi infrastrutture a favore dello sviluppo umano. In molti paesi, tali infrastrutture garantiscono acqua per l'irrigazione, riducendo la variabilità dei flussi idrici e diminuendo i rischi legati alla sicurezza idrica derivanti dall'imprevedibilità delle precipitazioni. L'accesso all'irrigazione rappresenta una delle strategie di base per attenuare l'insicurezza idrica⁷⁵. In Asia, la diffusione della povertà al di fuori dei sistemi irrigui è in genere superiore del 20-40 per cento rispetto a quella registrata all'interno di detti sistemi (si veda il capitolo 5). Le infrastrutture idriche, inoltre, offrono un'importante fonte di energia rinnovabile: ad esempio, nell'Africa subsahariana, garantiscono il 22 per cento dell'energia elettrica generata.

Se da una parte non bisogna sottovalutare il contributo offerto dalle grandi infrastrutture all'irrigazione e alla generazione di energia elettrica, dall'altra non va trascurato neanche il potenziale contributo delle infrastrutture di piccole dimensioni. I piccoli sistemi di raccolta dell'acqua non solo permettono di immagazzinare acqua in modo efficace, riducendo quindi il rischio, ma anche di immagazzinarla in prossimità delle persone che ne hanno bisogno. Il fatto che grandi volumi di acqua siano immagazzinati nella diga di Kariba in Zambia non è certo di alcun aiuto per i coltivatori che vivono in zone del paese con tendenza alla siccità.

La polarizzazione del dibattito sui meriti relativi delle infrastrutture di piccole e grandi dimensioni rappresenta sempre più spesso soltanto un diversivo rispetto alla sfida reale. La combinazione appropriata di infrastrutture va decisa a livello nazionale e locale tramite un dialogo aperto tra le autorità e i cittadini. Ma la scelta vera spesso non è tra infrastrutture piccole e infrastrutture grandi. Nella maggior parte dei

paesi in via di sviluppo, il problema non è decidere quali delle due debbano avere la priorità, poiché sono necessarie entrambe.

Riscaldamento globale: l'emergenza prevedibile

Nell'ambito del Vertice per la Terra, tenutosi a Rio de Janeiro nel 1992, fu redatta una Convenzione quadro sui cambiamenti climatici, che stabiliva il principio secondo cui i gas a effetto serra andavano stabilizzati su livelli che impedissero all'uomo di influenzare il clima. I paesi sviluppati venivano incoraggiati a stabilizzare entro il 2000 le emissioni ai livelli del 1990. La convenzione adottava inoltre un approccio precauzionale, avvertendo che «laddove vi siano rischi di danni gravi e irreversibili, la mancanza di una piena certezza scientifica non deve giustificare il ritardo nelle azioni da adottare»⁷⁶.

Pochi avvertimenti sono stati così pericolosamente ignorati. Il cambiamento climatico rappresenta oggi una minaccia senza uguali per lo sviluppo umano. Una minaccia concretizzata nelle variazioni dei cicli idrologici e dei regimi pluviometrici, e nell'impatto dell'innalzamento della temperatura della superficie terrestre sull'evaporazione dell'acqua. Come effetto complessivo si avrà un acuirsi del rischio e della vulnerabilità, che metterà a repentaglio i mezzi di sostentamento, la salute e la sicurezza di milioni di persone.

Gli esercizi di modellazione climatica indicano una complessa serie di risultati possibili come conseguenza del cambiamento del clima. A parte la complessità, si riscontrano due temi ricorrenti. Il primo riguarda il fatto che le zone aride diventeranno più aride e quelle umide diventeranno più umide, con importanti conseguenze per la distribuzione della produzione agricola. Il secondo tema è che si registrerà un aumento dell'imprevedibilità dei flussi idrici, legata a una maggiore frequenza di eventi meteorologici estremi. Nonostante le differenze tra i vari paesi e all'interno degli stessi, è possibile prevedere alcune conseguenze generali:

- *Lo sviluppo agricolo e rurale subirà l'urto del rischio climatico.* Questo è un importante

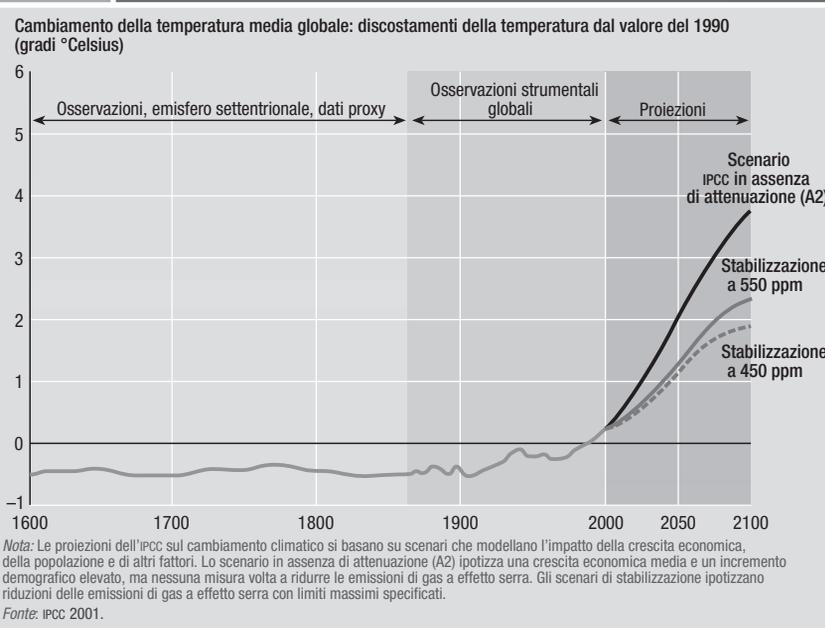
punto di partenza perché il settore rurale rappresenta circa i tre quarti di coloro che vivono con meno di 1 dollaro al giorno e da un quarto a due terzi del RNL per i paesi a basso reddito. Per alcune regioni, la riduzione della disponibilità idrica associata al cambiamento dei regimi pluviometrici potrebbe ridurre di un terzo i raccolti entro il 2050, minacciando i mezzi di sussistenza di milioni di persone nelle campagne⁷⁷.

- **Aumento della povertà estrema e della malnutrizione in concomitanza con l'aumento dell'insicurezza idrica.** Sono stati fatti vari tentativi di valutazione dell'impatto quantitativo del cambiamento climatico sulla sicurezza alimentare e la nutrizione. Inevitabilmente, le previsioni sono rischiose perché il cambiamento del clima, soggetto esso stesso a notevole variazione, interagirà con numerose altre variabili e tendenze. Ciononostante, i segnali di avvertimento risultano evidenti nei risultati ottenuti dagli esercizi di modellazione ambientale, che suggeriscono come i cambiamenti climatici potrebbero portare a un incremento globale della malnutrizione del 15-26 per cento, aumentando il numero assoluto di persone malnutrite di 75-125 milioni entro il 2080⁷⁸. Ma il rischio strutturale di povertà investirà un numero di persone di gran lunga più ampio. Le perdite subite dalla produzione agricola produrranno effetti moltiplicatori che si diffonderanno in tutte le economie, trasmettendo la povertà dalle zone rurali a quelle urbane.
- **I modelli meteorologici più estremi aumenteranno rischio e vulnerabilità.** Il cambiamento del clima renderà più potenti i monsoni asiatici e gli effetti del Niño, con importanti implicazioni per la produzione agricola. Nel corso del tempo, aumenterà la tendenza a siccità e alluvioni⁷⁹.
- **Il restringimento dei ghiacciai e l'innalzamento del livello dei mari comporterà nuovi rischi per la sicurezza umana.** Il ritiro dei ghiacciai porterà con sé la minaccia di inondazioni a breve termine e diminuzione sul lungo periodo della disponibilità idrica in Asia, America Latina e parti dell'Africa

orientale⁸⁰. L'innalzamento del livello dei mari ridurrà la disponibilità di acqua dolce, colpendo milioni di persone che vivono in paesi poco sopra il livello del mare e nei delta dei fiumi⁸¹.

Per una gran parte delle persone che vivono nei paesi in via di sviluppo, le proiezioni relative al cambiamento del clima indicano una minore sicurezza dei mezzi di sussistenza, una maggiore vulnerabilità alla fame e alla povertà, un peggioramento delle disuguaglianze sociali e un maggiore degrado ambientale. I cambiamenti climatici, a differenza dello tsunami dell'Oceano Indiano o del terremoto che ha colpito il Kashmir, minacciano non una catastrofe unica, bensì un disastro che va lentamente dispiegandosi. Nonostante sia possibile attenuare il cambiamento climatico futuro, abbiamo comunque già oltrepassato il punto di non ritorno e le pericolose variazioni del clima appaiono oggi inevitabili. La risposta che saprà dare la comunità internazionale determinerà le prospettive di sviluppo umano per le generazioni di oggi e per quelle future. Una priorità immediata consiste nell'integrare le strategie per attenuare il cambiamento climatico e nell'adottare strategie di supporto al processo di adattamento alle inevitabili modificazioni dei modelli meteorologici.

Figure 4.9 Nel prossimo secolo il mondo si riscalderà notevolmente



I ghiacciai si vanno restringendo e il livello dei mari si sta innalzando molto più rapidamente rispetto a quanto anticipato dai modelli climatici di un decennio fa

Il mondo si riscalda

Nel xx secolo, l'attività umana ha portato a un aumento della presenza nell'atmosfera dei gas a effetto serra, principalmente biossido di carbonio, metano e ozono, pari a circa il 30 per cento in più rispetto ai livelli preindustriali. Questo incremento avrà conseguenze importantissime per l'umanità nel XXI secolo e oltre.

L'impatto del brusco aumento dei gas a effetto serra è già evidente. Nel corso dell'ultimo secolo, la terra si è riscaldata di 0,7 gradi, ma la velocità di questa variazione sta aumentando. I dieci anni più caldi sono collocati tutti dal 1994 in poi. Il decennio degli anni Novanta è stato il più caldo dal XIV secolo. I ghiacciai si vanno restringendo e il livello dei mari si sta innalzando molto più rapidamente rispetto a quanto anticipato dai modelli climatici di un decennio fa.

Le concentrazioni di biossido di carbonio, il principale gas a effetto serra, continuano costantemente a salire. Attualmente, le emissioni si aggirano attorno ai 7 miliardi di tonnellate all'anno, con concentrazioni atmosferiche che raggiungono le 380 parti per milione (ppm). Quale sarà l'evoluzione esatta delle emissioni future dipenderà da numerosi fattori, fra cui la crescita della popolazione, lo sviluppo economico, il cambiamento delle tecnologie, i prezzi dei combustibili fossili e soprattutto le azioni dei governi. In qualunque caso, la presenza di biossido di carbonio nell'atmosfera mostra una chiara tendenza all'aumento. Il *World Energy Outlook* prevede che entro il 2030 le emissioni di biossido di carbonio aumenteranno del 63 per cento rispetto ai livelli registrati nel 2002⁸².

Quale significato ha tutto ciò in relazione al cambiamento climatico? Anche se tutte le

emissioni cessassero domani, le temperature continuerebbero ad aumentare in conseguenza dell'effetto ritardato delle emissioni passate. Se le tendenze degli ultimi cinquant'anni perdurassero, le concentrazioni di biossido di carbonio salirebbero a 550 ppm entro la metà del XXI secolo e successivamente continuerebbero a salire.

Da più di due decenni, organismi internazionali come il Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici (IPCC) stanno consolidando le basi scientifiche per una corretta comprensione del cambiamento climatico⁸³. Gli scenari proposti da tali organismi, che non prevedono alcuna attenuazione, suggeriscono che entro il 2100 l'andamento delle emissioni potrebbe portare a un aumento delle temperature globali di 1,4-5,8 gradi. Negli scenari più positivi, con la stabilizzazione delle emissioni a 450 ppm, il mondo sarebbe comunque sottoposto a un incremento di circa 2 gradi (si vedano la figura 4.9 e la tabella 4.2)⁸⁴. Ciò che questi scenari mettono in evidenza è il fatto che le attuali concentrazioni di gas a effetto serra negli oceani e nell'atmosfera prospettano comunque un cambiamento climatico di una certa entità.

Benché l'analisi delle prospettive per raggiungere la stabilizzazione a diversi livelli esuli dal campo del presente rapporto, due osservazioni hanno un'influenza diretta sulla sicurezza idrica. La prima è che l'attuale quadro multilaterale è assolutamente insufficiente rispetto alle necessità. Il Protocollo di Kyoto prevede entro il 2012 una riduzione del 5 per cento rispetto ai livelli del 1990 delle emissioni di biossido di carbonio da parte degli stati firmatari. Tuttavia, due importanti paesi industrializzati, l'Australia

Tabella 4.2 Soglie e traguardi del riscaldamento globale

Traguardo di stabilizzazione (concentrazione di CO ₂ equivalenti, parti per milione)	Periodo in cui le emissioni globali devono scendere sotto i livelli del 1990 per raggiungere il traguardo di stabilizzazione	Variazioni delle emissioni globali entro il 2050 in relazione ai livelli del 1990 (%)	Variazioni della temperatura sulla base dei modelli climatici dell'IPCC (°Celsius)
400	2020-30	da -40% a -55%	1,2-2,5
450	2030-40	da -15% a -40%	1,3-2,7
550	2045-65	da -10% a +10%	1,5-3,2

Nota: Scenari relativi alla stabilizzazione della temperatura proposti dall'IPCC: nella dicitura «CO₂ equivalenti» sono compresi tutti i gas a effetto serra.
Fonte: Stern Review on the Economics of Climate Change 2006..

e gli Stati Uniti, non hanno ratificato il protocollo, e i traguardi in esso fissati non si applicano ai paesi in via di sviluppo. La conclusione è che questo protocollo copre oggi meno di un terzo delle emissioni globali.

La seconda osservazione è che la stabilizzazione a 550 ppm o meno, richiederà un livello di cooperazione internazionale senza precedenti. Attualmente, si registra un aumento delle emissioni: per arrivare a una stabilizzazione a 550 ppm, sarà necessario che entro il 2050 le emissioni di biossido di carbonio vengano riportate approssimativamente ai livelli attuali, e che da quel momento in poi continuino a diminuire fino a un livello netto prossimo allo zero; per abbassare il livello a 450 ppm (che rappresenta comunque lo scenario di un cambiamento climatico pericoloso), sarà necessario che entro il 2050 le emissioni di biossido di carbonio siano pari a circa la metà dei livelli attuali. Il divario tra questi requisiti e gli scenari di sviluppo previsti dall'IPCC la dicono lunga sulla sfida che si trova oggi ad affrontare la comunità internazionale (si veda la figura 4.10).

Per vincere questa sfida, saranno necessari propositi molto più ambiziosi di quelli espressi nell'attuale Protocollo di Kyoto. I governi di alcuni paesi sviluppati stanno facendo pressione affinché nel prossimo protocollo venga fissato un limite di stabilizzazione di circa 550 ppm, quasi il doppio del livello preindustriale. Altri, fra cui l'Unione Europea, sono a favore di un traguardo basato sulla temperatura, con l'obiettivo di limitare l'incremento della temperatura a un massimo di 2 gradi sopra i livelli pre-industriali. Ciò implicherebbe l'impegno da parte dei paesi sviluppati a ridurre le emissioni entro il 2020 del 15-30 per cento rispetto ai livelli del 1990, e dell'80 per cento entro il 2050⁸⁵. Per contestualizzare le dimensioni di questa sfida, le emissioni pro capite in riferimento a tutto il mondo dovranno scendere dall'attuale valore di circa 4 tonnellate di biossido di carbonio a 1,2-2,8 tonnellate entro il 2050. Maggiore sarà il ritardo nel raggiungere il tetto massimo di emissioni, maggiori saranno i tagli necessari⁸⁶.

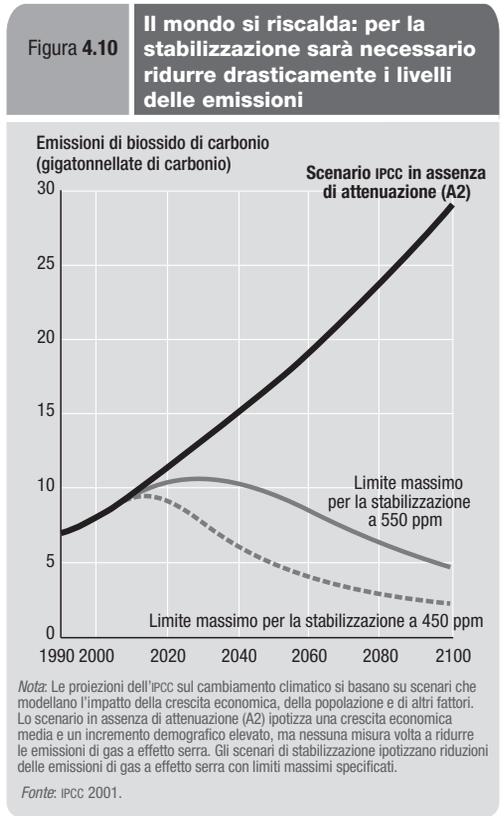
Per ottenere un'attenuazione adeguata del cambiamento climatico saranno necessari nuovi approcci multilaterali. L'attuale quadro interna-

zionale riconosce il principio fondamentale delle «responsabilità comuni ma differenziate» tra le nazioni sviluppate e quelle in via di sviluppo. I paesi ricchi devono evidentemente fare di più per decarbonizzare le loro economie. Allo stesso tempo, non si può ignorare l'impatto sempre più profondo dei paesi in via di sviluppo sull'ambiente. Questo è il motivo per cui il protocollo che succederà a quello di Kyoto dovrà coprire non solo l'intero mondo sviluppato, ma anche i principali paesi in via di sviluppo come Cina, India e Brasile. Finanziamento, trasferimento delle tecnologie e condivisione equa degli oneri sono la chiave per far convergere tutti i paesi in una struttura multilaterale capace di conseguire un'attenuazione effettiva.

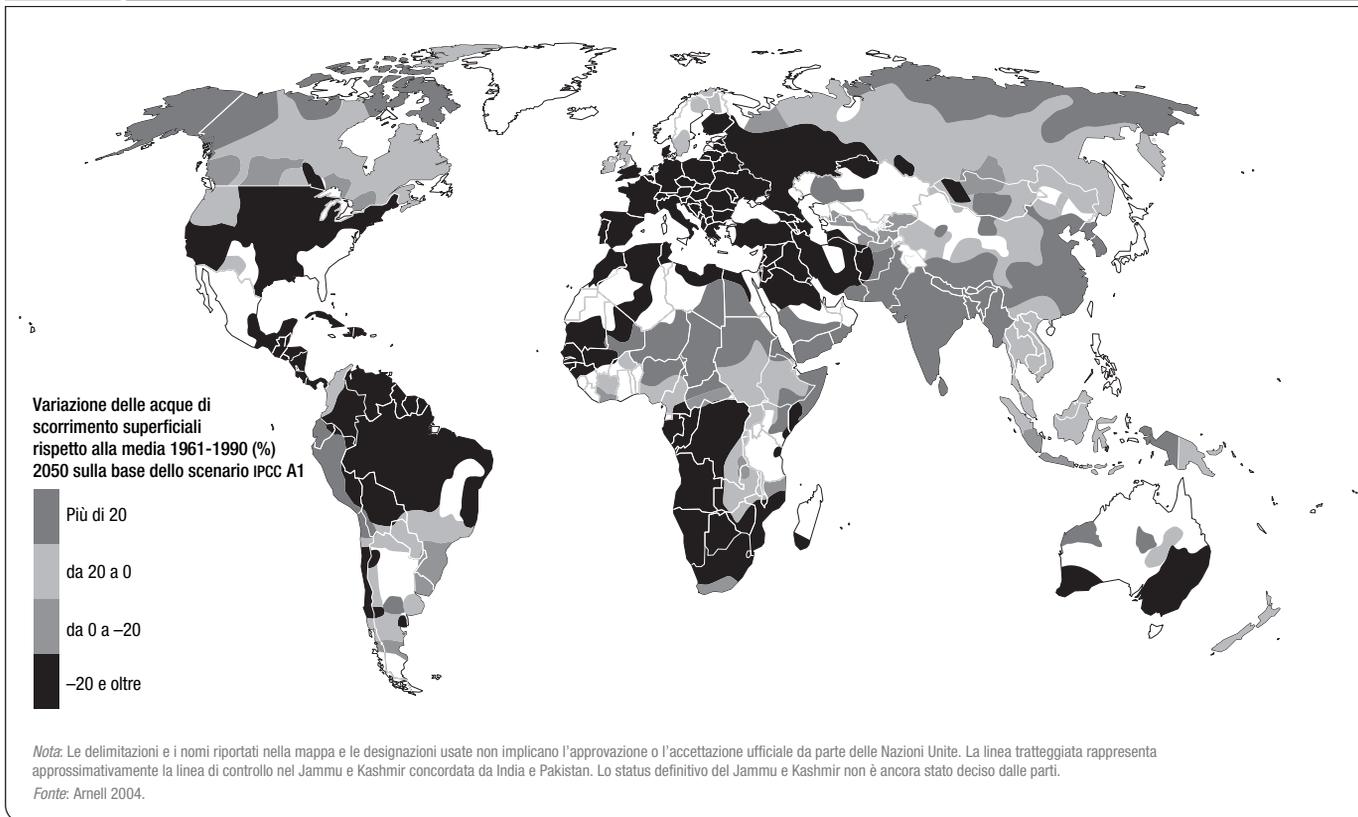
Cambiamento climatico e sicurezza idrica

Il processo di riscaldamento globale è già in atto, ma l'innalzamento delle temperature, di proporzioni molto maggiori, che si prevede avrà luogo nel corso del XXI secolo produrrà grossi cambiamenti in termini di evaporazione e precipitazioni, ai quali va aggiunta una minore prevedibilità del ciclo idrologico. L'innalza-

L'innalzamento delle temperature, di proporzioni molto maggiori, che si prevede avrà luogo nel corso del XXI secolo produrrà grossi cambiamenti in termini di evaporazione e precipitazioni, ai quali va aggiunta una minore prevedibilità del ciclo idrologico



Cartina 4.2 Il cambiamento climatico provocherà in molte regioni un calo delle acque di scorrimento superficiali



mento delle temperature dell'aria provocherà un incremento del fenomeno dell'evaporazione degli oceani, intensificando il ciclo dell'acqua, e provocherà anche un'evaporazione più rapida dell'acqua sulla terraferma, determinando una riduzione della quantità di acqua piovana che raggiunge i fiumi. Tali cambiamenti saranno accompagnati da nuovi regimi pluviometrici e da eventi meteorologici più estremi, fra cui alluvioni e siccità.

Come incideranno questi cambiamenti in termini di sicurezza idrica e sviluppo umano nei paesi più poveri del mondo? È possibile che in ogni paese si verifichino numerose alterazioni dei cicli idrologici collegati ai microclimi. Alcuni idrologi, inoltre, segnalano la possibilità che si verifichino dei veri e propri «capovolgimenti», considerato che il cambiamento climatico dà origine a nuovi cicli di variazione meno prevedibili⁸⁷. L'accelerazione del processo di scioglimento dei ghiacci artici, ad esempio, potrebbe scatenare una serie di eventi idrologici imprevedibili. Ciò che è prevedibile è il diffuso aumento della condizione di stress idrico per un gran numero di paesi.

Un esito plausibile formulato in base agli scenari di sviluppo elaborati dall'IPCC è quello fotografato nelle previsioni relative alla disponibilità idrica nell'anno 2050 (si veda la cartina 4.2). Tali previsioni indicano un calo delle acque di scorrimento superficiali derivanti dalle precipitazioni uguale o maggiore al 30 per cento per vaste aree del terzo mondo, fra le quali:

- I paesi dell'Africa meridionale con tendenza alla siccità, fra cui Angola, Malawi, Zambia e Zimbabwe. Questa regione deve fronteggiare le prove più serie in termini di sicurezza alimentare, per via degli alti livelli di povertà e malnutrizione e di una crisi prolungata dell'agricoltura a secco.
- Una lunga striscia di territorio che si estende dal Senegal e dalla Mauritania a gran parte del Nordafrica e del Medio Oriente. Quest'area include alcuni dei paesi sottoposti a più grave stress idrico al mondo, in cui l'elevata crescita della popolazione e la bassa disponibilità idrica pro capite rappresentano già adesso un serio problema per la sicurezza idrica.

- Gran parte del Brasile, comprese le regioni semiaride del Nordest, nonché alcune parti del Venezuela e della Colombia.

Sotto alcuni importanti aspetti, proiezioni come quelle indicate nella cartina 4.2 sottovalutano il problema. La disponibilità idrica sarà influenzata anche dai cambiamenti delle temperature e della periodicità dei flussi. In alcune parti dell'Africa subsahariana, inclusa la regione del Sahel e l'Africa orientale, scorrerà più acqua ma la disponibilità sarà minore per l'intensificarsi del fenomeno dell'evaporazione. Allo stesso modo, gran parte dell'Asia meridionale si trova di fronte alla prospettiva di un incremento della media dei flussi idrici annui, a fronte però di un minor numero di giorni di pioggia. La ragione di ciò è da rintracciare nell'intensificazione dei monsoni, dovuta al fatto che l'aumento delle temperature determinerà l'incremento del volume di acqua pompata dagli oceani attraverso il ciclo idrologico.

È difficile estrapolare dalla disponibilità idrica dati relativi ai mezzi di sussistenza, tuttavia è possibile trarre almeno tre conclusioni di carattere generale. La prima è che la produzione dell'agricoltura a secco, fonte di sussistenza per molte delle popolazioni più povere del mondo, corre seri rischi in molte regioni. Per l'Africa subsahariana le minacce sono particolarmente serie, sia perché dipende in gran parte dall'agricoltura a secco, sia per la vulnerabilità che si accompagna agli alti livelli di povertà. Ma la portata della minaccia che incombe sull'Africa subsahariana ha distolto l'attenzione da altre zone. Ad esempio, le simulazioni dell'impatto generato dal cambiamento climatico sulla produzione agricola del Brasile rivelano un calo dei raccolti che va dal 12 al 55 per cento nelle zone aride degli stati di Ceará e Piauí, nelle cui aree rurali si registrano concentrazioni estremamente elevate di povertà e malnutrizione⁸⁸.

La seconda conclusione di carattere generale è che la vulnerabilità e l'insicurezza idrica aumenteranno. I tassi di produttività nel settore agricolo, in particolare quelli riferiti alla produzione a secco, vengono influenzati tanto dalla periodicità dei flussi idrici quanto dal relativo volume. Uno dei risultati evidenti emersi dalle simulazioni è che i flussi idrici risulteranno più

variabili e incerti. Aumenterà altresì l'incidenza di eventi estremi come siccità e inondazioni, aggravando i rischi per le popolazioni che vivono in paesi in cui le infrastrutture per sostenere l'adattamento sono limitate.

La terza conclusione che emerge dall'IPCC è che, in termini generali, nei paesi sviluppati aumenterà la produttività dei cereali, che al contrario diminuirà in molti paesi in via di sviluppo. Anche in questo caso l'impatto di una maggiore dipendenza dalle importazioni di prodotti alimentari ha conseguenze potenzialmente negative per la sicurezza alimentare di molti paesi.

Africa subsahariana: un'intera regione a rischio

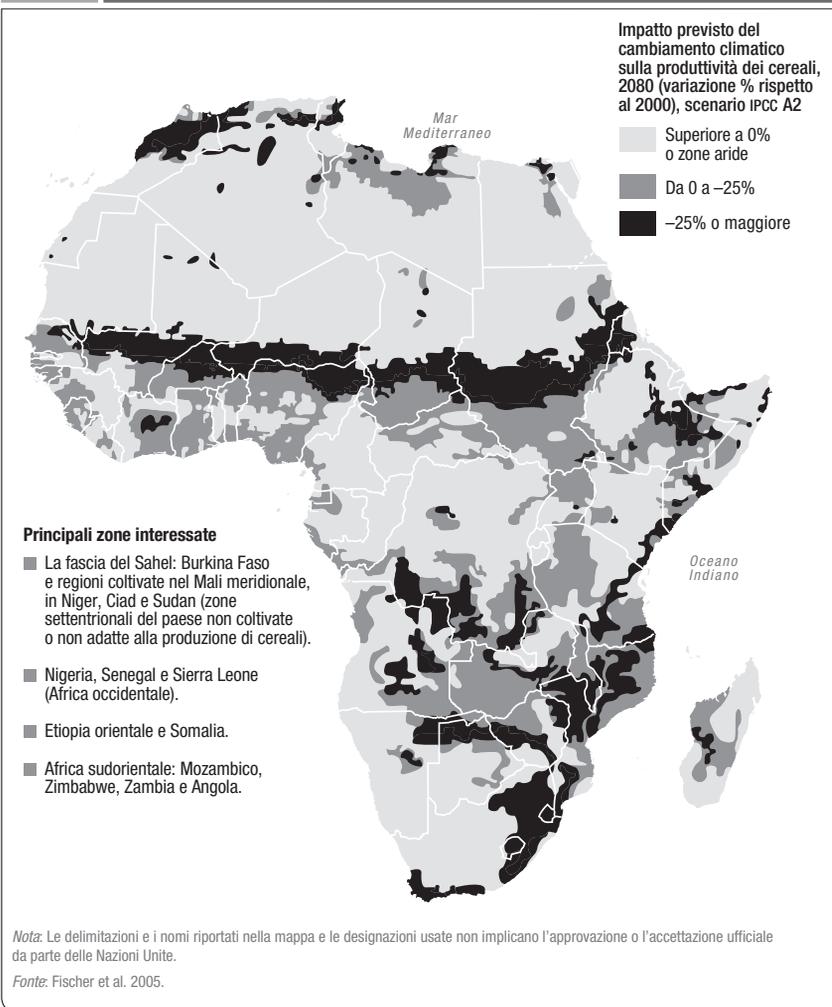
L'Africa subsahariana dimostra la complessità e le dimensioni della minaccia alla sicurezza idrica originata dal cambiamento globale del clima⁸⁹.

Qualunque valutazione della minaccia che incombe sull'Africa subsahariana per via del cambiamento climatico deve prendere le mosse dall'alto livello di povertà e vulnerabilità preesistente. Quasi la metà della popolazione di questa regione, circa 300 milioni di persone, vive con meno di 1 dollaro al giorno, e la maggior parte si trova in aree rurali, dove reddito e occupazione dipendono quasi interamente dall'agricoltura a secco. Nell'Africa subsahariana, il clima è già molto variabile e imprevedibile, e la regione è gravemente vulnerabile a inondazioni e siccità. Un terzo della popolazione di questa regione vive in zone con tendenza alla siccità, mentre le inondazioni rappresentano una minaccia continua in molti paesi.

In conseguenza del cambiamento climatico ampie zone di questa regione diverranno più aride, mentre aumenterà di decine di milioni il numero di persone a rischio per fame e povertà. Il cambiamento climatico sta già colpendo la regione. Riduzione dei livelli delle precipitazioni nel Sahel, aumento dell'incidenza delle siccità e maggiore volatilità sono tra i sintomi più ricorrenti. Ma il futuro indica cambiamenti molto più estremi: l'innalzamento della temperatura tra 0,2 e 0,5 gradi per decennio, con il 10 per cento in meno di precipitazioni nelle regioni interne secondo gli scenari intermedi del riscaldamento globale, e perdite idriche causate

La produzione dell'agricoltura a secco, fonte di sussistenza per molte delle popolazioni più povere del mondo, corre seri rischi in molte regioni

Cartina 4.3 Il cambiamento climatico minaccia di ridurre la produttività dei cereali in gran parte dell'Africa subsahariana



opportuno sin dall'inizio chiarire che non si tratta di una scienza esatta. Tuttavia, recenti modellizzazioni hanno fornito degli importanti spunti che potrebbero servire da avvertimento. L'esempio illustrato nella cartina 4.3 si basa su uno degli scenari relativi al cambiamento climatico elaborati dall'IPCC e sulla prova esistente della relazione tra disponibilità idrica e produttività in riferimento al settore dei cereali⁹⁰. Questo esempio mette in evidenza delle zone ad alto rischio comprendenti un'ampia striscia della regione del Sahel, che si estende dalla Mauritania al Niger, al Burkina Faso, al Ciad e al Sudan. In vaste zone dell'Africa meridionale, la prospettiva è un considerevole calo del rendimento dei raccolti, mentre contemporaneamente si configura una condizione di insicurezza alimentare cronica per paesi quali Etiopia e Somalia. Se a ciò si aggiunge la sempre più probabile incidenza delle siccità, il calo del rendimento dei raccolti si tradurrà in aumento della povertà, diminuzione del reddito e insicurezza dei mezzi di sussistenza, nonché in un maggiore rischio di episodi cronici di carestia.

Per quanto sconcertante, anche questo fosco scenario potrebbe peccare di ottimismo. Più di 600 000 chilometri quadrati di terreni agricoli oggi classificati come moderatamente degradati potrebbero diventare gravemente degradati in conseguenza del cambiamento climatico, e gran parte di questi terreni si trova nel Sahel. Questo risultato intensificherebbe la pressione sulle terre coltivate, dando origine a crescenti tensioni ambientali e potenziali conflitti per l'uso dei terreni. Alcune colture di base potrebbero essere colpite in maniera molto più dura rispetto a quanto previsto dallo scenario sopra descritto. Una ricerca condotta su più paesi suggerisce che la produttività del mais, una coltura di base in gran parte della regione, è altamente sensibile alla variabilità della disponibilità idrica durante il periodo di fioritura. Gli scenari sul medio termine a livello subregionale evidenziano alcune delle minacce emergenti:

- *Africa orientale.* Le proiezioni per il 2030 indicano che la regione avrà una maggiore quantità di pioggia ma diventerà più arida a causa dell'aumento della temperatura. In

dall'aumento delle temperature. Il picco del riscaldamento si avrà nelle regioni semiaride ai margini del Sahara, nel Sahel e nelle zone interne dell'Africa meridionale. I cambiamenti indotti dal clima che interessano raccolti ed ecosistemi colpiranno in modo drammatico alcune delle popolazioni più povere dell'Africa subsahariana (come pure dell'America Latina e dell'Asia meridionale), in parte perché molte di queste vivono in aree altamente soggette a eventi climatici estremi, in parte perché la loro limitata capacità di adattamento non permette la conversione all'agricoltura irrigua, all'uso di sementi migliorate e a mezzi di sussistenza alternativi.

È rischioso proporre una simulazione dell'impatto del cambiamento climatico sul rendimento dei raccolti e sulla produttività. Sarebbe

Tanzania, l'aumento previsto della temperatura varia tra 2,5 e 4,0 gradi. Secondo le previsioni, in alcune parti del paese si registrerà un livello più alto di precipitazioni, mentre nel resto, tra cui le zone meridionali soggette a siccità, le precipitazioni diminuiranno. Si prevede inoltre un calo del 33 per cento della produttività del mais⁹¹. In Kenya, si prevede un aumento della media delle precipitazioni, ma i livelli di pioggia diminuiranno nelle zone semiaride. La produttività dei raccolti in entrambi i paesi ne risentirà. In base ad alcune proiezioni dell'IPCC, il rendimento delle colture alimentari di base, del caffè e del tè diminuiranno di un terzo per via dei cambiamenti climatici⁹².

- *Africa meridionale.* Secondo gli scenari intermedi di riscaldamento globale, la media della temperatura regionale subirà un aumento compreso tra 1,5 e 3,0 gradi, accompagnata da un calo del 10-15 per cento nella media delle precipitazioni annue, soprattutto nella stagione della crescita. Entro il 2050, si prevede che la portata del fiume Zambesi subirà un calo pari a circa un terzo, e che nel bacino dello Zambesi tale calo raggiungerà il 40 per cento o più. Le emergenze alimentari croniche che affliggono il Malawi, il Mozambico, lo Zambia e lo Zimbabwe diverranno più frequenti. I raccolti di mais subiranno un calo netto, per via dell'aumento di 1-2 gradi della temperatura e a causa della minore disponibilità di acqua⁹³.
- *Il Sahel.* Negli ultimi venticinque anni, nel Sahel si è registrato il più sostanziale e sostenuto calo delle precipitazioni mai registrato altrove, intercalato da ricorrenti siccità in Burkina Faso, Mali e Niger. Nell'Africa orientale, la portata del deflusso dei fiumi è diminuita di più del 40 per cento dagli anni Settanta. Guardando al futuro, il fiume Niger, che garantisce acqua a dieci paesi aridi e poveri, potrebbe perdere un terzo della sua portata. Alcune simulazioni basate sul lavoro svolto in Sudan indicano una riduzione del 20-76 per cento del potenziale produttivo in riferimento al sorgo, e del 18-82 per cento in riferimento al miglio⁹⁴.

Scioglimento dei ghiacciai

In molte parti del mondo, i ghiacciai fungono da vere e proprie «banche dell'acqua». Nella stagione invernale, i ghiacciai immagazzinano ghiaccio e neve che vengono poi rilasciati lentamente con l'aumento delle temperature, generando flussi di acqua che scendono verso le zone pianeggianti dove operano i produttori agricoli. Oggi, queste banche si stanno sciogliendo a ritmo accelerato e con il ritiro dei ghiacciai si impoveriscono notevolmente le scorte di acqua.

In gran parte dell'Asia meridionale e centrale e dell'America Latina, i mezzi di sussistenza nelle aree rurali dipendono dai ghiacciai. I ghiacciai dell'Himalaya e del Tibet da soli alimentano sette dei più grandi fiumi del mondo, il Brahmaputra, il Gange, l'Indo, l'Irrawaddy, il Mekong, il Salween e lo Yangtze, che assicurano l'approvvigionamento idrico a più di 2 miliardi di persone. Con il riscaldamento globale, i ghiacciai si stanno sciogliendo molto più rapidamente, un fenomeno che aumenta il rischio di inondazioni in primavera, seguite da carenze idriche nella stagione estiva. Nei prossimi cinquant'anni, lo scioglimento dei ghiacciai potrebbe rivelarsi una delle più gravi minacce al progresso umano e alla sicurezza alimentare (si veda il riquadro 4.9).

Eventi climatici estremi

Il luogo e il momento in cui si verificano eventi climatici estremi e conseguenti emergenze umanitarie rimane un elemento imprevedibile. Oggi è tuttavia possibile anticipare con un certo grado di esattezza il loro incremento. Per molti milioni di persone, i flussi idrici saranno caratterizzati da una maggiore incertezza e imprevedibilità.

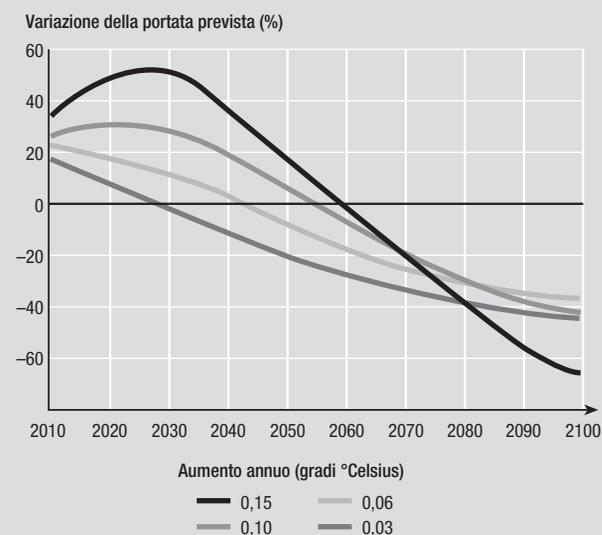
Al di là delle complesse variazioni che interessano i singoli sistemi meteorologici, a livello delle forze che governano il ciclo idrologico si stanno manifestando alcuni cambiamenti di base. Il riscaldamento globale sta determinando l'innalzamento delle temperature dei continenti, mentre lo scioglimento dei ghiacciai provoca la diminuzione della temperatura dei mari. La variazione tra questi due fenomeni influenza i monsoni asiatici. Un clima più caldo consente

Nei prossimi cinquant'anni, lo scioglimento dei ghiacciai potrebbe rivelarsi una delle più gravi minacce al progresso umano e alla sicurezza alimentare

I ghiacciai sono delle vere e proprie banche in cui l'acqua viene conservata sotto forma di ghiaccio e neve durante l'inverno e rilasciata lentamente nei fiumi e nei laghi con l'innalzamento delle temperature. L'impatto maggiore del riscaldamento globale è stato rilevato proprio a livello dei ghiacciai. Negli anni Novanta, la massa glaciale calava con una velocità tripla rispetto a quella del decennio precedente, indicando un'accelerazione globale del processo di scioglimento. Ma soltanto nei decenni a venire si manifesteranno le conseguenze più profonde.

Pakistan. I ghiacciai dell'Himalaya assicurano al Pakistan circa 180 miliardi di metri cubi di acqua all'anno, che affluiscono nell'Indo e in altri sistemi fluviali. I flussi idrici provenienti dai ghiacciai sostenevano l'agricoltura di alcuni dei primi insediamenti umani che fiorirono lungo le sponde del fiume Indo, a Harappa e a Mohenjo-Daro. Oggi, questi ghiacciai mantengono il sistema di irrigazione basato sull'Indo, il più grande sistema contiguo di irrigazione al mondo. Anche in presenza di un'azione correttiva a livello globale, il ritiro dei ghiacciai continuerà per almeno mezzo secolo. La portata dei fiumi crescerà, aumentando la probabilità di improvvise alluvioni e aggravando i già seri problemi legati al drenaggio dell'acqua per l'irrigazione. È probabile che nella seconda metà del XXI secolo si assisterà a una drammatica diminuzione della portata dei fiumi, plausibilmente di più del 30 per cento (si veda la figura). Questa importante riduzione permanente della portata avrà enormi conseguenze per i mezzi di sussistenza

Lo scioglimento dei ghiacciai produrrà una drammatica riduzione della portata dell'Indo



Fonte: Banca mondiale 2005b.

nell'area del bacino dell'Indo e per l'approvvigionamento alimentare del Pakistan.

Nepal. In Nepal, i ghiacciai si restringono a una velocità di 30-69 metri al decennio, mentre più di 20 laghi glaciali vengono oggi definiti a rischio di rottura degli argini e straripamento. Sa-

(continua)

all'aria di trattenere una maggiore quantità di vapore acqueo, e di conseguenza i monsoni estivi porteranno una maggiore umidità. La maggior parte dei modelli climatici suggerisce che le precipitazioni monsoniche subiranno variazioni tra il 25 e il 100 per cento. Delle fluttuazioni di appena il 10 per cento provocano come è noto gravi siccità e inondazioni⁹⁵. La maggiore intensità delle precipitazioni può avere conseguenze devastanti, come ha dimostrato nel 2005 l'alluvione di Mumbai in cui persero la vita 500 persone.

Dei semplici modelli che distinguono tra vincitori e vinti non colgono la dimensione reale del pericolo che rappresenta il cambiamento climatico per i sistemi idrologici. Ciò è dovuto in parte al fatto che la creazione di modelli che rappresentano i cambiamenti complessivi possono oscurare le ampie variazioni all'interno

dei singoli paesi. Alcuni paesi dell'Africa subsahariana, come quelli nella regione del Sahel, possono ricevere una maggior quantità di acqua dalle precipitazioni, ma ne perdono una quantità ancora più cospicua attraverso l'evaporazione determinata dall'aumento della temperatura. La riduzione della ritenzione a livello del suolo potrà causare un calo della produttività e un aumento del rischio di perdita del raccolto, anche se le precipitazioni medie annue dovessero aumentare.

Le proiezioni relative all'India mettono in evidenza la complessità dei modelli di cambiamento climatico (si veda la cartina 4.4). La maggior parte dei modelli elaborati indica un incremento delle precipitazioni in riferimento all'intero paese. Tuttavia, durante le intense precipitazioni monsoniche cadrà una maggiore quantità di acqua proprio in quelle zone

ranno necessari cospicui investimenti pubblici per gestire questo pericolo.

Cina. Quasi tutti i ghiacciai cinesi hanno già evidenziato un sostanzioso scioglimento. Il ritiro dei ghiacciai in Tibet è stato descritto come una catastrofe ecologica, e la maggior parte dei ghiacciai potrebbe scomparire entro il 2100. L'avanzare di questa catastrofe minaccia la Cina. In passato, si sosteneva che il ritiro dei ghiacciai avrebbe aiutato a superare il problema dello stress idrico aumentando i flussi idrici nelle zone aride del nord e dell'ovest del paese. La maggior parte dei modelli oggi suggerisce che si tratta di un beneficio illusorio. Se lo scioglimento dei ghiacciai nel Tibet farà aumentare la quantità di acqua che scende a valle gran parte del volume aggiuntivo di quest'acqua evaporerà a causa dell'aumento della temperatura. I 300 milioni di coltivatori che vivono nell'arida regione occidentale della Cina vedranno probabilmente un calo del volume di acqua proveniente dai ghiacciai.

Le Ande. Durante le stagioni secche, i ghiacciai delle Ande rappresentano la fonte principale di acqua potabile e acqua per l'irrigazione per le popolazioni urbane e per gli agricoltori. Questi ghiacciai sono fra quelli che stanno perdendo massa più velocemente al mondo. Si prevede che alcuni ghiacciai di piccole e medie dimensioni scompariranno entro il 2010. In Perù, la copertura dei ghiacciai è diminuita di un quarto negli ultimi trent'anni. A breve, i gestori delle risorse idriche dovranno affrontare l'eventualità di una rapida diminuzione dei flussi nei serbatoi e nei sistemi di irrigazione,

con un aumento dei costi a carico dei consumatori urbani necessari a finanziare nuovi serbatoi. Gli effetti sul lungo periodo vedranno, tra l'altro, una riduzione dei flussi idrici destinati all'agricoltura durante la stagione secca.

Asia centrale. La maggior parte dell'Asia centrale (Kazakistan, Kirghizistan, Tagikistan, Turkmenistan e Uzbekistan) copre zone aride e semi aride, in cui l'evaporazione naturale è molto superiore alle precipitazioni. Quasi tutta l'acqua dolce ha origine da nevi e ghiacciai perenni situati sulle montagne del Kirghizistan e del Tagikistan. L'acqua proveniente dallo scioglimento dei ghiacciai affluisce nei fiumi Amudarja e Syrdarja, e nelle relative pianure alluvionali, provvedendo ai mezzi di sussistenza di 22 milioni di persone in Tagikistan, Turkmenistan e Uzbekistan. L'agricoltura irrigua rappresenta il 25 per cento del RNL in Uzbekistan e il 39 per cento in Turkmenistan. Per i paesi a monte, e cioè Kirghizistan e Tagikistan, l'acqua proveniente dalla medesima fonte viene utilizzata per generare energia elettrica. Il ritiro dei ghiacciai rappresenta una seria minaccia ai mezzi di sussistenza e alle economie di tutta la regione. Il ritmo di questo processo di ritiro è in fase di accelerazione. Nel 1949, i ghiacciai coprivano circa 18 000 chilometri quadrati dell'entroterra montuoso del Tagikistan. Le immagini dal satellite scattate nel 2000 indicano che quest'area si è ridotta ad appena 12 000 chilometri quadrati, in percentuale una riduzione del 33 per cento in cinquant'anni. Se la tendenza attuale continuerà, entro un secolo assisteremo alla scomparsa dei ghiacciai del Tagikistan.

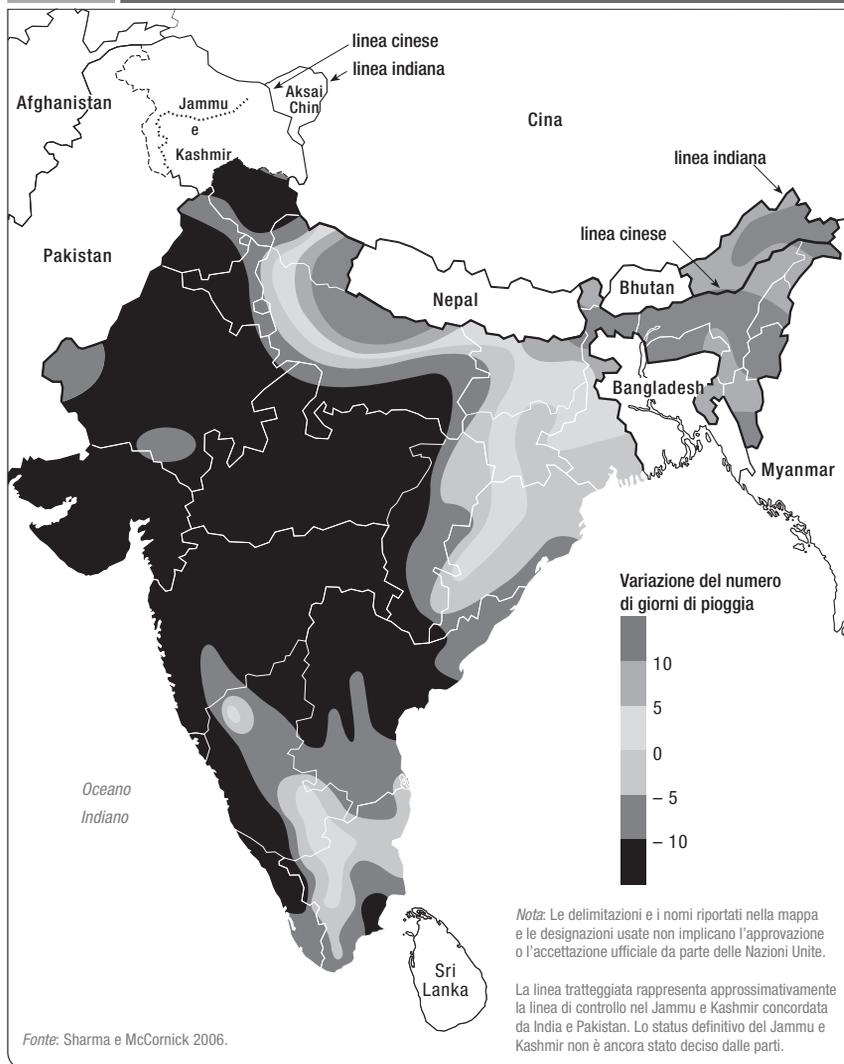
Fonti: Maslin 2004; UNDP 2005a; Banca mondiale 2005c; Programma Nepal WWF 2005; Programma mondiale di valutazione dell'acqua 2006; Schneider e Lane 2006.

del paese dove già si registrano buoni livelli di precipitazioni. Contestualmente, i due terzi del paese, fra cui le zone semiaride dell'Andhra Pradesh, del Gujarat, del Madhya Pradesh, del Maharashtra e del Rajasthan, avranno meno giorni di pioggia. Ciò si tradurrà in una perdita netta in termini di sicurezza idrica, per cui la raccolta idrica e la capacità di invaso acquisteranno un ruolo importante. La capacità di adattamento è uno dei fattori che determinerà il profilo dei vincitori e dei vinti. I sistemi di irrigazione offriranno una certa protezione, e i grandi coltivatori commerciali saranno nella posizione di poter investire in tecnologie che aumentino la produttività idrica. Il rischio verrà deviato verso i produttori che dipendono dalle precipitazioni e che non dispongono di capitali sufficienti per adattarsi tramite nuovi investimenti.

Anche i regimi pluviometrici su più ampia scala subiranno le conseguenze dei cambiamenti dei sistemi meteorologici. Il fenomeno periodico conosciuto con l'acronimo ENSO (El Niño/Oscillazione meridionale) è caratterizzato da una variazione dell'intensità e della direzione delle correnti e dei venti nell'Oceano Pacifico. A esso sono state associate le siccità verificatesi in Africa orientale, India settentrionale, Nordest del Brasile e Australia, nonché le catastrofiche inondazioni e gli uragani, da New Orleans al Mozambico. Si discute molto se il fenomeno dell'ENSO sia legato, e come, al riscaldamento globale, una delle incognite più grandi e più temibili negli scenari del cambiamento climatico.

Quello che si sa per certo è che sta aumentando l'incidenza di eventi meteorologici estremi, insieme al numero di persone inte-

Cartina 4.4 **Meno giorni di pioggia in India a causa del cambiamento climatico**



Innalzamento del livello dei mari

L'innalzamento del livello dei mari rappresenterà uno dei maggiori fattori determinanti per la sicurezza idrica di grande parte della popolazione mondiale nel XXI secolo. L'aumento del fenomeno della salinizzazione potrebbe determinare una riduzione considerevole della disponibilità di acqua dolce in molti paesi, mentre le inondazioni delle zone costiere minacciano i mezzi di sussistenza di milioni di persone.

Un gruppo sostanzioso di paesi ne sarà interessato. In Bangladesh, Egitto, Nigeria e Thailandia, un gran numero di persone vive nei delta dei fiumi minacciati dall'intrusione salina. Le regioni del Bangladesh poco sopra il livello del mare mantengono più di 110 milioni di persone in una delle regioni più densamente popolate al mondo, e più della metà del territorio del Bangladesh è situato a meno di 5 metri sopra il livello del mare. La Banca mondiale ha stimato che entro la fine del XXI secolo il livello del mare in riferimento a questo paese potrebbe innalzarsi fino a 1,8 metri, cosicché gli scenari più pessimistici prevedono una perdita di terreno pari al 16 per cento. L'area interessata mantiene il 13 per cento della popolazione e produce il 12 per cento del PIL. Analogamente, in Egitto, l'innalzamento del livello del mare indebolirebbe la fascia di sabbia a protezione del delta del Nilo, con serie conseguenze per le indispensabili falde acquifere, la pesca d'acqua dolce nell'entroterra e le zone di terreni agricoli a coltivazione intensiva⁹⁷.

Non c'è un'adeguata consapevolezza dei problemi che potrebbe comportare l'adattamento alle mutate condizioni climatiche. I governi di alcuni paesi ricchi hanno cominciato a elaborare programmi di investimento per contrastare gli effetti del cambiamento climatico. Si considerino come esempio i Paesi Bassi. Un ruolo di primo piano nell'ambito della pianificazione nazionale nei paesi sviluppati è dato sempre più alla protezione delle zone costiere pianeggianti tramite un potenziamento delle difese dalle acque del mare e tramite misure volte a migliorare considerevolmente la capacità di invaso. Le compagnie assicuratrici stanno adeguando le valutazioni del rischio e costituendo delle riserve per affrontare future richieste di risarcimento.

Ma i paesi poveri devono fronteggiare problemi di diverso ordine, inerenti sia alle persone interessate sia ai costi associati al controllo dell'innalzamento dei mari. Le persone che vivono in questi paesi affrontano rischi maggiori, mentre la capacità dei loro governi di limitare tali rischi è compromessa dalla loro capacità finanziaria.

La risposta internazionale è carente rispetto alle misure di adattamento

Attenuazione e adattamento sono i due fili conduttori di qualunque strategia per affrontare la minaccia rappresentata dal cambiamento del clima. L'attenuazione consiste nel minimizzare i futuri cambiamenti climatici rendendo meno stretto il legame esistente tra crescita economica ed emissioni di carbonio. L'adattamento consiste invece nell'affrontare il fatto che il cambiamento del clima è un processo inevitabile e che molti dei paesi più minacciati da tale processo sono quelli che dispongano delle minori capacità di adattamento. La risposta internazionale si è dimostrata inadeguata su entrambi i fronti, ma in modo particolare su quello dell'adattamento.

Negli ultimi anni, si è assistito a un'inversione di rotta nell'ambito della risposta internazionale all'attenuazione del cambiamento climatico. Il Protocollo di Kyoto, entrato in vigore nel 2005 con il supporto di 130 paesi (ma non l'Australia e gli Stati Uniti), rappresenta il più vasto tentativo di negoziare limiti vincolanti per le emissioni. Questo protocollo prevede anche meccanismi di flessibilità che consentono la compravendita di carbonio tra paesi e introduce il cosiddetto Clean Development Mechanism (CDM), in virtù del quale i paesi sviluppati possono ottenere dei crediti di emissioni finanziando progetti da attuare nei paesi in via di sviluppo finalizzati alla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra. Sebbene sia limitato a singoli progetti, il numero di questi CDM è in crescita⁹⁸. Oltre Kyoto, stanno emergendo strategie di attenuazione a vari livelli. Collegata al Protocollo di Kyoto, ma indipendente da esso, è l'iniziativa della UE per lo scambio delle emissioni tra i 25 membri dell'Unione (Emissions Trading Scheme). Anche sette stati della parte nordorientale degli Stati Uniti parteci-

pano a un programma di scambi di emissioni su base volontaria, la Regional Greenhouse Gas Initiative, lanciato alla fine del 2005. Contemporaneamente, 28 stati USA hanno elaborato dei piani di azione per ridurre le emissioni nette di gas a effetto serra. Lo stato della California ha introdotto traguardi specifici innovativi per la riduzione delle emissioni.

L'attuale Protocollo di Kyoto soffre però di un orizzonte temporale limitato (che ha ostacolato lo sviluppo del mercato delle emissioni), dell'assenza di alcuni dei più importanti paesi sviluppati e della non inclusione dei paesi in via di sviluppo. In effetti, il suo campo di applicazione copre una parte limitata delle emissioni di carbonio e di altri gas a effetto serra che sono causa del riscaldamento globale. Ampliare questo campo di applicazione solleva questioni importanti in termini di equità e di condivisione dei costi comuni. I paesi industrializzati, in cui vive circa il 12 per cento della popolazione mondiale, sono responsabili della metà delle attuali emissioni globali. L'impatto dei cittadini di questi paesi in termini di emissioni di carbonio è anche maggiore. Le emissioni medie pro capite variano da 10 tonnellate di CO₂ equivalenti nell'Unione Europea alle 20 tonnellate pro capite negli Stati Uniti. A queste cifre corrispondono le 1,2 tonnellate dell'India e le 2,7 tonnellate della Cina. Gli alti tassi di crescita di Cina e India potrebbero comunque determinare un aumento della percentuale di emissioni di carbonio dei paesi del terzo mondo dall'attuale metà a circa due terzi nel 2015. Nell'ambito di una strategia globale volta al contenimento del riscaldamento globale, per tracciare un percorso di crescita che preveda l'innalzamento degli standard di vita e la riduzione della povertà nei paesi in via di sviluppo sarà necessario un cambiamento radicale delle politiche nazionali, in modo da facilitare la diffusione di tecnologie pulite, con il supporto della cooperazione internazionale.

Dopo il 2012, sarà necessario delineare una serie di obiettivi ambiziosi e ben definiti che fornisca un chiaro insieme di segnali di mercato e garantisca un quadro di azione per i governi nazionali, le industrie e le famiglie. Contenere l'incremento della temperatura entro i 2 gradi di aumento rispetto ai livelli del 1990 dovrebbe

Dopo il 2012, sarà necessario delineare una serie di obiettivi ambiziosi e ben definiti che fornisca un chiaro insieme di segnali di mercato e garantisca un quadro di azione per i governi nazionali, le industrie e le famiglie

L'aiuto bilaterale è riuscito a compensare i fallimenti del sistema multilaterale? La risposta è negativa se si prende come riferimento il supporto garantito alle attività di adattamento nell'agricoltura, il settore che deve affrontare le minacce maggiori

essere considerato il tetto massimo, e affinché ciò accada le emissioni globali nel 2050 dovranno essere inferiori al livello del 1990 (circa il 13 per cento sotto i livelli attuali), con la stabilizzazione a circa 450 ppm delle concentrazioni di gas a effetto serra (misurate in CO₂ equivalenti). Per raggiungere questo obiettivo, saranno necessarie riforme fondamentali delle politiche energetiche globali. Tra gli strumenti politici di riforma rientrano le imposte sul carbonio, il rafforzamento del mercato dei permessi negoziabili di emissione, gli incentivi per lo sviluppo di tecnologie pulite e le strategie per il trasferimento delle tecnologie ai paesi in via di sviluppo. Contrariamente ad alcune affermazioni, il processo di adeguamento non comprometterà le prospettive di crescita nei paesi ricchi: i costi per raggiungere l'obiettivo di 450 ppm per i paesi sviluppati rappresentano circa lo 0,02-0,1 per cento del RNL annuo, a fronte di tassi di crescita annui medi del 2-3 per cento⁹⁹. Per i paesi in via di sviluppo, la prospettiva di sostenere la crescita entro un quadro multilaterale atto a limitare il cambiamento climatico richiederà finanziamenti per il trasferimento di tecnologia di gran lunga più ingenti rispetto a quelli previsti dagli attuali accordi fissati nel CDM.

Al di là delle strategie di attenuazione, il sostegno all'adattamento ai cambiamenti climatici nei paesi in via di sviluppo è lacunoso e frammentario. Assolutamente inadeguata si è dimostrata la risposta multilaterale, che ha evidenziato errori di più ampia portata nel modo in cui i sistemi di *governance* globale rispondono ai problemi globali. Lo stesso vale a livello nazionale. Molto pochi sono i paesi in via di sviluppo che hanno assegnato una priorità al processo di adattamento nell'ambito di importanti documenti di pianificazione quali i DSRP (Documenti strategici per la riduzione della povertà), o i documenti inerenti alla gestione integrata delle risorse idriche.

La dicono lunga le disposizioni previste per il finanziamento dei processi di adattamento. Sono stati posti in essere vari meccanismi di finanziamento, ma i flussi sono limitati. Il Protocollo di Kyoto comprende una disposizione in base alla quale viene istituito il Fondo per l'adattamento. Il finanziamento di questa strut-

tura proviene da una piccola tassa (con un tetto del 2 per cento) sull'acquisto di crediti nell'ambito del CDM. In base alle proiezioni dell'OCSE, questa tassa genererà entro il 2012 circa 20 milioni di dollari. Il meccanismo multilaterale principale per il finanziamento delle attività di adattamento è il cosiddetto Fondo globale per l'ambiente (GEF). Ma anche in questo caso i parametri finanziari sono modesti: circa 50 milioni di dollari sono stati stanziati a supporto delle attività di adattamento che creano benefici ambientali a livello globale. Nell'ambito di un altro piano di finanziamento chiamato Fondo speciale per i cambiamenti climatici, gestito dal GEF, i donatori hanno contribuito con altri 45 milioni di dollari. Nel 2001, nell'ambito del GEF, fu istituito lo speciale Fondo per i paesi meno sviluppati, per sostenere i programmi nazionali di adattamento, che ha ricevuto il contributo di 12 donatori. All'inizio del mese di agosto del 2006, questo fondo aveva ricevuto un contributo di 100 milioni di dollari, di cui soltanto 9 milioni di dollari sono stati spesi per progetti in 43 paesi, una risposta molto limitata¹⁰⁰.

L'aiuto bilaterale è riuscito a compensare i fallimenti del sistema multilaterale? La risposta è negativa se si prende come riferimento il supporto garantito alle attività di adattamento nell'agricoltura, il settore che deve affrontare le minacce maggiori. La duplice sfida che coinvolge questo settore consiste nel mettere in piedi le infrastrutture necessarie all'attenuazione del rischio e nell'attuare le strategie di riduzione della povertà per potenziare la capacità di adattamento a livello delle famiglie. L'assistenza allo sviluppo svolge un ruolo cruciale, specialmente nell'Africa subsahariana. Tuttavia, i flussi di aiuti stanziati per l'agricoltura sono diminuiti da una media annua di circa 4,9 miliardi di dollari nei primi anni Novanta, agli attuali 3,2 miliardi di dollari, e dal 12 al 3,5 per cento del totale degli aiuti. Tutte le regioni ne sono state colpite: gli aiuti all'agricoltura nell'Africa subsahariana si sono ridotti da 1,7 miliardi di dollari a poco meno di 1 miliardo di dollari in termini reali tra il 1990 e il 2004. In questo stesso arco di tempo, i paesi del G8 hanno operato tagli agli aiuti all'agricoltura stanziati per questa regione per

590 milioni di dollari, più della metà (si veda la figura 4.11)¹⁰¹. Questo è esattamente il contrario di ciò che deve accadere nell'interesse di uno sviluppo umano sul lungo periodo.

Va riconosciuto, indubbiamente, che c'è incertezza sugli effetti futuri. Ma l'incertezza produce effetti sia positivi che negativi: il risultato potrebbe essere molto peggio rispetto a quello indicato dalle attuali proiezioni. Sarà necessario sviluppare efficaci strategie di adattamento nel

contesto di strategie più ampie per lo sviluppo sostenibile, tra cui misure per ridurre la vulnerabilità nei confronti di eventi traumatici e di condizioni di stress. Ciò implica che l'adattamento deve tener conto del contesto, e che la chiave del successo sta in una pianificazione nazionale basata sulla partecipazione locale. Tuttavia, il supporto internazionale è un requisito indispensabile ai fini dell'efficacia delle attività di adattamento.

La via futura

Il mondo non è sul punto di rimanere senz'acqua, ma molti paesi stanno esaurendo il tempo a loro disposizione per affrontare i problemi critici posti dalle situazioni di stress idrico.

A livello nazionale il punto di partenza è il fatto che l'acqua debba essere trattata come una risorsa carente, concentrando l'attenzione in maniera più decisa sulla gestione della domanda idrica *entro* i limiti della sostenibilità ecologica. La gestione integrata delle risorse idriche fornisce un quadro generale affinché i governi possano allineare i regimi di utilizzo idrico alle necessità e alle richieste di diversi utenti, tra cui anche l'ambiente (si veda il riquadro 4.7). Di fondamentale importanza risultano altresì le politiche pubbliche che intervengono sui segnali del mercato e sugli incentivi di prezzo per dare maggior peso alla salvaguardia, aumentando il rapporto *crop per drop* e riducendo l'inquinamento.

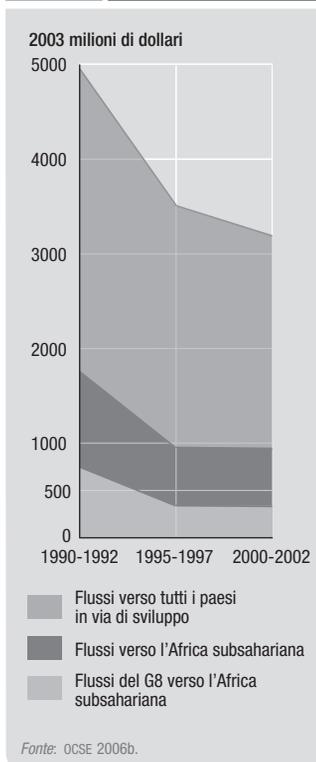
I sistemi di contabilità ambientale che considerano l'acqua come un patrimonio e conteggiano il suo depauperamento sotto la colonna delle perdite contribuirebbero a cambiare il modo in cui i responsabili delle politiche considerano l'acqua. Il *Millennium Ecosystem Assessment* ha indicato l'incapacità dei mercati e dei sistemi di contabilità nazionali di attribuire un valore agli ecosistemi come un fattore che contribuisce al degrado ambientale. È evidente più che mai nell'ambito delle risorse idriche, dove l'impoverimento del patrimonio viene registrato come fat-

tore produttivo per l'aumento della ricchezza. Sistemi di contabilità ambientale che attribuiscono un reale valore economico agli ecosistemi basati sull'acqua darebbero un contributo al dibattito politico sul prezzo dell'acqua, la sua ripartizione e le necessità ambientali¹⁰².

La gestione integrata delle risorse idriche rappresenta un veicolo per attuare riforme di più ampio respiro, mentre il quadro politico può inevitabilmente variare da paese a paese. Fra i requisiti di base rientrano:

- L'elaborazione di strategie nazionali per il monitoraggio della disponibilità idrica, la valutazione dei limiti sostenibili all'utilizzo umano e la regolamentazione dei prelievi entro tali limiti.
- L'adozione di strategie dei prezzi che riflettano l'effettivo valore di scarsità dell'acqua mantenendo l'equità tra gli utenti.
- Il taglio di sussidi perversi che spingono all'uso eccessivo di acqua, la garanzia del fatto che chi inquina paga e la creazione di incentivi destinati a prevenire l'inquinamento.
- L'esecuzione di analisi a livello nazionale sulla rigenerazione delle falde acquifere e i tassi di estrazione, accompagnate dall'introduzione di sistemi tariffari e normativi che impediscano l'ipersfruttamento.
- L'introduzione di un approccio che tenga conto del valore dei servizi ecologici assicurati dalle zone paludose e altri sistemi basati sull'acqua.

Figura 4.11
Calo dei flussi di aiuti stanziati a favore dell'agricoltura



Sono necessarie risorse supplementari per affrontare i problemi legati allo stress idrico che accompagneranno il cambiamento climatico

Il cambiamento climatico presenta delle sfide di ordine diverso. L'attenuazione è un imperativo. In caso di fallimento della comunità internazionale sul fronte dell'attenuazione, le prospettive per lo sviluppo umano nel XXI secolo subiranno una seria battuta d'arresto. Obiettivi coraggiosi, fra cui la stabilizzazione a 450 ppm delle emissioni di CO₂ equivalenti, dovrebbero essere supportati da chiare strategie a lungo termine relative allo scambio di emissioni, agli incentivi per tecnologie pulite e ai finanziamenti per il trasferimento delle tecnologie.

Al di là dell'attenuazione, l'elaborazione di strategie di adattamento dovrebbe essere considerata una priorità assoluta, in riferimento sia agli aiuti bilaterali sia alle iniziative multilaterali. Ancora una volta il punto di partenza è la pianificazione nazionale. Vincolati da capacità limitate e talvolta da una *governance* poco efficace, e pochi paesi in via di sviluppo hanno promosso strategie nazionali volte alle attività di adattamento.

L'aiuto internazionale deve ricoprire un ruolo centrale nel supporto ai processi di adattamento, soprattutto in agricoltura. In pratica, è difficile separare gli effetti del cambiamento climatico dai problemi più generali che coinvolgono i piccoli produttori agricoli dei paesi

in via di sviluppo. Tuttavia, sono necessarie risorse supplementari per affrontare i problemi legati allo stress idrico che accompagneranno il cambiamento climatico. L'aumento degli aiuti stanziati per l'agricoltura dall'attuale livello di circa 3 miliardi di dollari all'anno a 10 miliardi di dollari entro il 2010 dovrebbe essere considerato il requisito minimo.

L'Africa subsahariana è una priorità. Come in altre regioni, i flussi di aiuti devono riflettere le stime di programmazione nazionale per il finanziamento dell'agricoltura. Un quadro è fornito dal Programma globale per lo sviluppo agricolo dell'Africa (CAADP) elaborato dall'Unione Africana e dal Nuovo partenariato per lo sviluppo dell'Africa. Il CAADP rappresenta una strategia di finanziamento a medio termine che mira alla creazione delle infrastrutture necessarie ad aumentare la produttività e ridurre la fame, ponendo l'accento sullo sviluppo di sistemi idrici sostenibili. I fondi di finanziamento richiederanno un incremento degli aiuti all'agricoltura primaria dagli attuali 0,9 miliardi di dollari circa a 2,1 miliardi di dollari entro il 2010. Tali cifre rientrano nell'ambito degli incrementi concordati dai membri del G8 a Gleneagles, e per il benessere di milioni di coltivatori poveri è importante che questo impegno venga onorato.