

Le risorse idriche a livello mondiale : cambiamento climatico e regime idrico

Autor(en): **Salveti, Andrea**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archi : rivista svizzera di architettura, ingegneria e urbanistica =
Swiss review of architecture, engineering and urban planning**

Band (Jahr): - **(2002)**

Heft 5

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-132462>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Le risorse idriche a livello mondiale

Cambiamento climatico e regime idrico

Andrea Salvetti

Istituto Scienze della Terra, SUPSI

L'acqua: una risorsa illimitata?

L'acqua occupa certamente un posto particolare tra tutte le risorse naturali e il recente dibattito in seno alla Conferenza ONU di Johannesburg ha ulteriormente sottolineato questo aspetto. L'acqua è la sostanza più abbondante sul pianeta, disponibile in diverse quantità praticamente ovunque e gioca un ruolo importante per tutti gli ecosistemi e per la vita umana. Di fondamentale importanza è l'acqua dolce, senza la quale nessuna forma di vita è possibile, non presentando in natura nessun sostituto. Gli uomini hanno da sempre consumato acqua dolce, tuttavia per molti secoli l'impatto dell'uomo sulle risorse idriche è stato praticamente insignificante e comunque a carattere locale. Grazie alle sue straordinarie qualità – il continuo rinnovo tramite il ciclo idrologico e la sua capacità autodepurativa – ha mantenuto a lungo le caratteristiche di purezza, di qualità e di disponibilità apparentemente illimitata, fornendo l'illusione di una risorsa inesauribile e inalterabile, considerata come un dono gratuito dell'ambiente naturale. La situazione è radicalmente cambiata nel corso degli ultimi decenni. In molte regioni il risultato a lungo termine delle attività umane spesso irragionevoli è purtroppo emerso in tutta la sua gravità. Questo riguarda sia l'uso diretto della risorsa idrica sia le trasformazioni a cui sono stati soggetti i bacini idrografici.

Questi effetti negativi sono essenzialmente dovuti a un drastico aumento dei prelievi idrici a partire dagli anni cinquanta. A sua volta questo incremento può essere spiegato dall'intenso sviluppo dell'economia mondiale sulla scia della rivoluzione scientifica e tecnologica. A titolo di esempio, nel decennio 1951-60 il volume delle captazioni di acqua è cresciuto quattro volte. Essenzialmente a seguito dell'espansione delle aree irrigue, della crescita dei consumi nel settore industriale e della costruzione intensiva di dighe e serbatoi in tutti i continenti.

Nel corso degli ultimi 25-30 anni in ogni parte del globo si è riscontrato un cambiamento antropo-

genico del regime idrologico naturale di fiumi e laghi, con conseguenze sulla disponibilità, sulla variazione temporale delle risorse e sulla loro qualità.

Il valore delle risorse idriche, la loro dinamica temporale e distribuzione spaziale non è più unicamente determinata, come in passato, dalle variazioni naturali del clima, ma sempre più dalle attività umane. In molte regioni del globo le risorse idriche sono state drasticamente ridotte in quantità e spesso contaminate. Per questa ragione esse non sono più in grado di soddisfare le crescenti richieste e risultano spesso i fattori limitanti dello sviluppo e della crescita di molti paesi.

I problemi più gravi si manifestano specialmente nelle regioni aride, caratterizzate da risorse idriche assai limitate, dove spesso la crescita della popolazione aggiunge ulteriori motivi di preoccupazione. Durante la prima conferenza delle Nazioni Unite dedicata al tema delle risorse idriche, tenuta in Argentina nel 1978, si discusse in particolar modo della situazione sfavorevole di un terzo del pianeta, situato in zone aride e in quella sede si fece già menzione che lo stesso problema si sarebbe probabilmente presentato in altri paesi verso la fine del secolo scorso. Questa conferenza contribuì a dare inizio e a coordinare diversi studi volti alla stima delle risorse idriche globali; contribuì inoltre ad attirare l'attenzione dell'opinione pubblica, dei governi e di chi decide sui problemi legati all'acqua.

I problemi legati alle risorse idriche sono ora nell'agenda di molteplici organizzazioni internazionali e non-governative come UNESCO, WMO, UNEP, FAO, IAHS, IAWR e altre ancora. Sulla base di una stretta collaborazione internazionale la prima stima completa e dettagliata delle risorse idriche mondiali fu pubblicata nel 1974; l'affidabilità dei dati è in certi casi dubbia, a causa delle molteplici fonti di provenienza dei dati, dei metodi di calcolo e dei periodi di osservazione.

Recentemente l'UNESCO ha avviato un nuovo programma di stima delle risorse idriche all'interno del Programma Idrologico Internazionale (IHP),

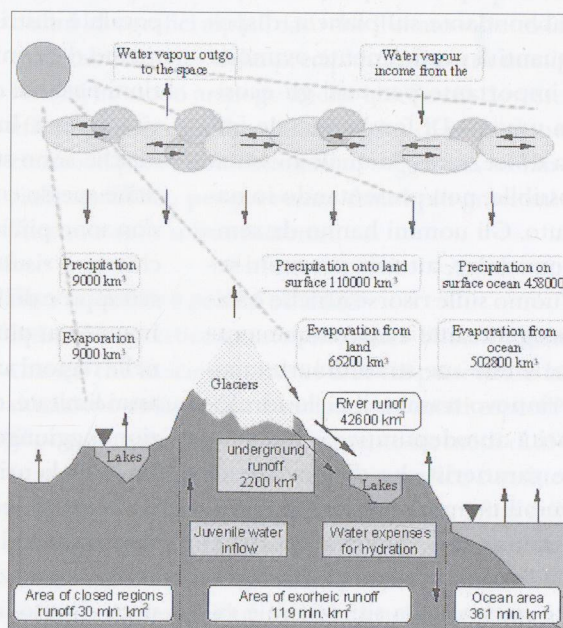
che fa uso di tutti i dati recentemente raccolti con maggiore affidabilità nei diversi paesi e fornisce pertanto un quadro aggiornato e abbastanza preciso della distribuzione delle risorse idriche sulla terra.

La distribuzione della risorsa acqua e il ciclo idrologico
 La maggiore difficoltà per la stima delle risorse idriche immagazzinate sulla terra è senza dubbio legata al fatto che l'acqua è molto dinamica, in continuo movimento e passaggio dalla fase liquida a quella solida, o viceversa. Pertanto, oltre alla stima quantitativa dei volumi immagazzinati, è necessario determinarne lo stato di aggregazione (libera o legata chimicamente) e il volume occupato. Solitamente le stime si riferiscono alla cosiddetta idrosfera. Questa è costituita da acqua libera, allo stato liquido, solido o gassoso, che si trova nell'atmosfera, sulla superficie terrestre e nel primo strato della crosta, fino ad una profondità di circa 2'000 metri. Le stime più recenti indicano un volume complessivo di circa 1383 milioni di chilometri cubi ($1.386 \cdot 10^{18} \text{ m}^3$). Tuttavia, il 97.5% di questo volume è costituito da acqua salata e solo il restante 2.5% da acqua dolce. La porzione maggiore di acqua dolce (68.7%) è immagazzinata sotto forma di ghiaccio e nevi permanenti nelle regioni antartiche, artiche e nelle zone montane. Un ulteriore 29.9% costituisce le riserve idriche sotterranee e solo lo 0.26% del volume totale di acqua dolce è concentrato nei laghi o scorre nei corsi d'acqua superficiali. Queste sono le fonti più accessibili per ragioni economiche e inoltre essenziali per tutti gli ecosistemi acquatici. I valori riportati sopra costituiscono un valore medio su lungo periodo nei diversi comparti della idrosfera. Per periodi più brevi (anni, stagioni, mesi) i valori accumulati variano permanentemente, in ragione degli scambi che hanno luogo tra oceani, terre emerse e atmosfera. Questi flussi costituiscono il cosiddetto ciclo idrologico globale, schematicamente riassunto nella figura 1.

Ogni anno il volume idrico mobilizzato riguarda circa $577'000 \text{ km}^3$. Questo comprende l'acqua che evapora dagli oceani ($502'800 \text{ km}^3$) e dalle terre emerse ($74'200 \text{ km}^3$). Lo stesso volume raggiunge la terra sotto forma di precipitazione (direttamente sull'oceano $458'000 \text{ km}^3$ e sulle terre emerse $119'000 \text{ km}^3$). La differenza tra precipitazione ed evaporazione sui continenti ($119'000 - 74'200 = 44'800 \text{ km}^3/\text{anno}$) rappresenta approssimativamente il deflusso nei corsi d'acqua superficiali ($42'600 \text{ km}^3/\text{anno}$) e il deflusso sotterraneo diretto negli oceani ($2'200 \text{ km}^3/\text{anno}$). Queste ultime costituiscono le principali fonti di acqua dolce, che

sostengono le necessità vitali delle diverse specie e le attività economiche umane.

Il ruolo delle acque superficiali è di primaria importanza nel ciclo idrologico se si considera non soltanto il volume disponibile ma soprattutto la dinamica della risorsa acqua, ovvero il tempo di ricambio medio. La variabilità del tempo di ricambio per i diversi comparti della biosfera è enorme, come è evidenziato nella tabella 1. Per esempio gli oceani presentano una costante di ricambio pari a circa 2'500 anni, il permafrost e i ghiacci polari circa 10'000 anni, i ghiacciai alpini e le falde circa 1'500 anni. Il ricambio medio dei laghi avviene in circa 17 giorni e nei fiumi in circa 16 giorni.



1 - Ciclo idrologico e relativi flussi medi annuali

In idrologia, e in particolar modo nella gestione delle risorse idriche, due differenti grandezze sono spesso utilizzate parallelamente per la stima delle risorse in una regione, proprio in base alle caratteristiche dinamiche del processo: si parla di risorse idriche statiche (o secolari) e di risorse idriche rinnovabili. Le risorse statiche comprendono convenzionalmente le riserve di acqua dolce con un tempo di rinnovo corrispondente a parecchi anni (grandi laghi, falde profonde, ghiacciai, etc.). Il loro uso intensivo determina inevitabilmente una riduzione della disponibilità e spesso conseguenze ecologiche negative, alterando equilibri secolari, la cui riattivazione richiede spesso decenni o secoli. Le risorse idriche propriamente rinnovabili vengono, al contrario, ricostituite annualmente nel corso del ciclo idrologico. Esse sono costituite essenzialmente dal de-

flusso superficiale e dalle falde poco profonde, non necessariamente drenate dai corsi d'acqua. Tuttavia, su scala globale, questo volume è assai ridotto se paragonato al deflusso nei corsi d'acqua e riveste importanza particolare solo in alcune regioni del pianeta.

Comparti dell'idrosfera	Tempo medio di permanenza [anni]
Oceani	2500
Falde acquifere sotterranee	1400
Ghiacci polari	9700
Ghiacciai alpini	1600
Permafrost	10000
Laghi	17
Zone umide	5
Umidità del terreno	1
Rete idrica superficiale	16 giorni
Umidità atmosferica	8 giorni
Acqua biologica	alcune ore

Tab 1 – Periodo medio di rinnovo delle risorse idriche nei vari comparti

L'acqua che scorre in superficie presenta l'importante capacità di autodepurarsi e di recuperare quei parametri qualitativi eventualmente persi durante il suo viaggio nella rete idrografica.

Risorse idriche rinnovabili: variabilità spaziale e temporale

Il valore medio della risorsa idrica globale è stimato intorno a 42'750 km³ annui e presenta un'ampia variabilità spaziale e temporale. Nella tabella 2 è riportata la distribuzione e la disponibilità delle risorse per ogni continente. Riferendosi a valori assoluti, i volumi maggiori sono disponibili in Asia e America del Sud (rispettivamente 13'500 e 12'000 km³), quelli minori si trovano in Europa e Oceania (2'900 e 2'400 km³ annui). La variabilità interannuale può essere anche molto elevata, ±15-25 % intorno al valore medio. Diverso è ovviamente il quadro se si considerano valori relativi alla superficie e soprattutto alla disponibilità pro capite. A seguito del rapido incremento della popolazione dal 1970 al 1994 la disponibilità potenziale di acqua si è ridotta da 12,9 a 7,6 migliaia di m³ annui per persona. La riduzione maggiore si è riscontrata in Africa (2,8 volte), in Asia (2 volte) e in Sud America (1,7 volte). In Europa la riduzione pro capite è stata pari solo al 16 %.

Continente	Area 10 ⁶ km ²	Popolazione [milioni]	Risorse idriche km ³ /anno				Disponibilità idrica potenziale	
			Media	Max	Min	CV	1000 m ³ /anno per 1 km ²	pro capite
Europa	10.46	685	2900	3410	2254	0.08	277	4.23
N. America	24.30	453	7890	8917	6895	0.06	324	17.4
Africa	30.10	708	4050	5082	3073	0.10	134	5.72
Asia	43.50	3445	13510	15008	11800	0.06	311	3.92
S. America	17.90	315	12030	14350	10320	0.07	672	38.2
Oceania	8.95	28.7	2404	2880	1891	0.10	269	83.7
Totale	135	5633	42785	44751	39775	0.02	317	7.60

Tab 2 – Risorse idriche rinnovabili e disponibilità idrica nei diversi continenti

Nonostante la disponibilità idrica sia soggetta a forti fluttuazioni periodiche, con anni secchi e anni umidi variamente distribuiti, non si rivelano comunque particolari tendenze alla variazione globale delle risorse idriche. Solo nelle due ultime decadi si individua una tendenza all'aumento in Sud America e una opposta nel continente africano.

Il deflusso idrico superficiale presenta una distribuzione stagionale molto disuniforme in tutte le regioni del mondo. Circa il 60-70% del deflusso si manifesta durante eventi di piena, riducendo pertanto sensibilmente la percentuale utilizzabile. La maggior parte del deflusso nei corsi d'acqua europei avviene fra aprile e giugno (46%), in Asia tra giugno e ottobre (72%), in Africa tra maggio e agosto (52%), in Sud America tra aprile e giugno (44%) e in Oceania tra gennaio e aprile (47%). In media su tutte le terre emerse, durante la stagione umida (da maggio a ottobre), il deflusso nei corsi d'acqua corrisponde al 63% del valore annuale. Un caso estremo è rappresentato dall'Africa Occidentale, dove l'80% del deflusso è concentrato durante tre mesi di piene, spesso accompagnate da devastanti inondazioni e nei tre mesi di magra solo lo 0.8% del deflusso annuo scorre nella rete idrica superficiale.

La distribuzione diseguale del deflusso all'interno di un anno ha indotto la necessità da parte dell'uomo di costruire serbatoi di diverso tipo e con diversi obbiettivi. Di estrema importanza per l'approvvigionamento idrico è il cosiddetto deflusso di base, considerato stabile e poco variabile di anno in anno, il cui uso è possibile senza opere artificiali di regolazione. Questo valore corrisponde approssimativamente al 37 % del volume totale (circa 16'000 km³ annui).

La maggior parte delle risorse idriche rinnovabili sono concentrate in sei nazioni (Brasile, Russia, Canada, USA, Cina e India). Nei loro territori ha origine oltre il 40% del deflusso idrico totale.

I grandi bacini fluviali e il ruolo degli oceani

Il più grande fiume del mondo, il Rio delle Amazzoni, contribuisce per il 16% al deflusso annuo mondiale. Il 27% del totale è fornito dai cinque più importanti bacini fluviali (Rio delle Amazzoni, Gange-Brahmaputra, Congo, Yangtze e Orinoco). Vale forse la pena ricordare che non tutto il deflusso superficiale raggiunge gli oceani, essenzialmente per due motivi. Per prima cosa diversi corsi d'acqua non sono connessi all'oceano, ma drenano verso l'interno (un esempio è fornito dal Mar Caspio). Circa il 20% delle terre emerse (30 milioni di km²) appartiene a questa categoria di bacini idrografici, dove ha origine solo il 2.3% delle risorse idriche globali, trattandosi per lo più di regioni aride o semi-aride. In secondo luogo, specialmente nelle regioni più calde del globo, l'evaporazione sottrae ai corsi d'acqua una considerevole porzione del loro deflusso. In queste regioni circa 1'100 km³ di acqua evaporano e raggiungono l'atmosfera prima di raggiungere l'oceano.

Deflusso superficiale e sotterraneo

Le cifre menzionate nel paragrafo precedente si riferiscono alle stime del deflusso totale nei corsi d'acqua superficiali. Come è noto, tuttavia, il deflusso nei corsi d'acqua comprende l'acqua che raggiunge direttamente la rete idrografica sotto forma di pioggia o neve e, in aggiunta, le acque di falda che alimentano i fiumi costantemente durante il corso dell'anno. Una parte delle risorse idriche sotterranee non raggiunge i corsi d'acqua superficiali, ma raggiunge direttamente gli oceani o evapora. In questo caso il considerare solamente i deflussi superficiali conduce ad una sottostima delle effettive riserve.

Il volume di acque sotterranee che non raggiungono la rete è confrontabile con il deflusso medio annuo dei corsi d'acqua ed è utile conoscere dove queste riserve sono particolarmente abbondanti. Innanzitutto nelle regioni aride e semi-aride, dove la rete superficiale è poco sviluppata, gli acquiferi costituiscono la gran parte delle risorse idriche. La stima di questi volumi risulta particolarmente complessa, specialmente per mancanza di dati al riguardo. In base a stime FAO del 1995 relative al continente africano, il volume totale di risorse idriche sotterranee rinnovabili ammonta a circa 188 km³ annui, pari al 5% del deflusso medio annuo superficiale. Ciononostante, per paesi come l'Egitto, la Libia, la Tunisia o il Marocco queste risorse sono essenziali.

L'utilizzo delle risorse idriche e le tendenze di sviluppo Possiamo, in linea molto generale, individuare tre grandi classi di utilizzatori: l'agricoltura, l'industria e l'approvvigionamento per uso domestico.

Per quest'ultima classe, il volume captato dipende ovviamente dal numero degli abitanti, dagli usi locali e dal livello di servizi e infrastrutture disponibili nella comunità locale (acquedotti, fognature, teleriscaldamento, ...) e inoltre dalle condizioni climatiche prevalenti. Nelle grandi città moderne il quantitativo di acqua captata pro capite varia tra 300 e 600 l/giorno. D'altra parte nei paesi in via di sviluppo in Asia, Africa e America Latina, questo valore scende a 50-100 l/giorno pro capite, in alcuni casi, non rari, anche a 10-40 l/giorno. La maggior parte di quest'acqua è restituita alla rete idrografica dopo l'uso (depurata o meno); le principali perdite avvengono per evaporazione, mentre il consumo effettivo legato alle esigenze umane è praticamente trascurabile.

Le industrie sono certamente grandi consumatrici di risorse idriche, tuttavia con forti differenze fra i diversi settori: le centrali termoelettriche e quelle atomiche sono fra i maggiori consumatori di acqua, principalmente a scopo di raffreddamento. L'industria chimica e quella petrolifera, quella metallurgica, per la lavorazione della carta e della lana richiedono una quantità di acqua non trascurabile. Anche qui è ovviamente opportuno distinguere tra consumo effettivo dell'acqua come elemento del prodotto e le cosiddette acque di processo che vengono restituite al ricettore al termine della lavorazione.

Le lavorazioni industriali costituiscono una delle fonti di inquinamento delle risorse idriche sul pianeta, insieme alla pratica agricola intensiva.

Nel settore agricolo l'utilizzo di acqua è ovviamente legato all'espandersi delle terre irrigue, che, sebbene già utilizzate da millenni, sono state introdotte massicciamente soltanto il secolo scorso, e da allora si è assistito ad una rapida crescita delle terre coltivate fino agli anni Settanta, con conseguente incremento della produzione, sia nei paesi sviluppati che in quelli in via di sviluppo. A partire dagli anni Ottanta questa crescita si è arrestata per diverse ragioni: i costi via via crescenti di nuovi impianti di irrigazione, la salificazione del suolo, la diminuzione delle risorse disponibili per irrigazione, maggiore attenzione alla protezione dell'ambiente. In diversi paesi sviluppati la superficie irrigua è al momento stabile o sta diminuendo.

Attualmente, su scala mondiale, circa il 15% dei terreni agricoli è irrigato, tuttavia la produzione di queste aree corrisponde a circa il 50% della produzione mondiale di cibo. La pressione demografica

nei paesi in via di sviluppo ha portato ad un sovrasfruttamento delle risorse idriche disponibili, che sono state e vengono sfruttate ad un ritmo superiore alla capacità di ripristino naturale e pertanto non sostenibile a lungo.

In questo settore grandi vantaggi potrebbero essere ottenuti dal miglioramento dell'efficienza di irrigazione con nuovi metodi di irrigazione a goccia che potrebbero ridurre il consumo fino al 60-70%: questi cambiamenti richiedono al momento ancora grandi risorse finanziarie, sebbene una valutazione economico-ambientale di medio lungo periodo dimostrerebbe facilmente la convenienza di questi investimenti.

Il volume attualmente captato globalmente su scala annuale ammonta (stime del 1995) a 3790 km³/anno con un consumo effettivo di 2070 km³/anno (il 61% della quantità captata); in futuro è stimata una crescita del 10-12 % ogni 10 anni, con un volume nel 2025 di 5'240 km³/anno. Attualmente il 57% delle risorse idriche viene captato in Asia (con un consumo del 70%), dove si trovano la maggior parte dei terreni irrigui. Nei prossimi decenni è attesa una crescita maggiore in Africa e Sud America (1.5-1.6 volte), assai inferiore nei paesi sviluppati dell'Europa e del Nord America.

All'agricoltura competono attualmente il 66% dell'acqua captata e l'85% dell'acqua consumata su scala globale. Per il 2025 queste percentuali sono destinate a diminuire leggermente, in ragione della crescita di acqua per uso industriale e, specialmente, dei bisogni primari della popolazione. È forse non inutile ricordare come in Africa, a causa del clima e della distribuzione delle risorse idriche, circa il 35% del consumo di acqua di tutto il continente è da attribuire alle «perdite» per evaporazione dai laghi e dai serbatoi artificiali.

Disponibilità e scarsità idrica

Come si è visto, le risorse idriche non sono distribuite uniformemente sulla terra e non corrispondono alla distribuzione della popolazione e allo sviluppo economico delle stesse. Queste problematiche emergono chiaramente analizzando la disponibilità idrica specifica per un determinato periodo di tempo e per singole regioni. La disponibilità idrica specifica rappresenta il valore pro capite di risorsa idrica rinnovabile e viene determinata dividendo le risorse idriche (senza considerarne il consumo) per il numero di abitanti della regione. L'analisi di questi dati rivela, come noto, grandi disparità fra le regioni del globo: per esempio in Canada e in Oceania sono disponibili circa 170'000-180'000 m³ all'anno pro capite, contemporaneamente nelle regioni densamente popolate

dell'Asia, dell'Europa centrale e meridionale e dell'Africa la disponibilità idrica annua varia da 1.2 a 5 mila m³ d'acqua pro capite. Nell'Africa del Nord e nella penisola arabica è di soli 200-300 m³ annui pro capite. È superfluo ricordare che una disponibilità idrica inferiore a 2'000 m³ annui pro capite è da considerarsi scarsa, se non estremamente scarsa: con queste disponibilità idriche non sono assicurate le basi per lo sviluppo delle attività agricole e industriali necessarie alla sopravvivenza della popolazione.

Segnali di scarsità idrica sono presenti un po' ovunque: almeno 30 paesi non dispongono sul proprio territorio di scorte idriche rinnovabili sufficienti a soddisfare le esigenze di una società moderatamente sviluppata, con gli attuali valori di popolazione; si consideri inoltre che la crescita demografica è più alta proprio in alcuni dei paesi più poveri d'acqua, soprattutto in Africa e Medio Oriente. I fiumi, i laghi e le falde acquifere sotterranee mostrano ampi segni di degrado e impoverimento, mentre nel contempo aumentano le richieste degli esseri umani. Questa situazione non potrà che aggravarsi nei prossimi decenni: il deficit idrico è spesso il fattore limitante per uno sviluppo della situazione socioeconomica di molti popoli ed è chiaro come la scarsità idrica sarà uno dei temi caldi dei prossimi decenni su scala mondiale.

Riorientare la tecnologia

Nel corso dei primi tre quarti dello scorso secolo si è assistito ad una crescita generalizzata della domanda di acqua, passando dai circa 580 km³/anno del 1900 ai circa 3'700 km³/anno del 2000.

A partire dagli anni ottanta, tuttavia, questo trend è cessato e, per esempio negli USA, il volume di acqua captata è di circa il 10% inferiore ai valori massimi raggiunti 20 anni fa.

Questo è solo un dato di come i progressi della tecnologia (intesa in senso ampio come «applicazione di conoscenze ad una determinata attività») possono offrire, almeno in parte, una via d'uscita dalla difficile situazione tratteggiata sopra. Questo è però possibile solo se accompagnata da un cambio di paradigma complessivo, che prenda coscienza della limitatezza delle risorse idriche rinnovabili e dei tempi necessari a questo rinnovo. Il sistema naturale, di cui l'idrosfera fa parte, è un sistema assai complesso e costantemente in evoluzione, dove le leggi della meccanica e dell'economia classica non possono trovare applicazione diretta.

Attualmente una parte della produzione alimentare deriva da un utilizzo non sostenibile del terreno e dell'acqua; in alcune regioni del Punjab, il granaio dell'India, la pratica diffusa della rotazione

riso-frumento, che consente alte rese, richiede dosi massicce di fertilizzanti e quantità considerevoli di acqua per l'irrigazione. In uno studio condotto alcuni anni fa, si è riscontrato come nel distretto di Ludhiana l'estrazione delle acque di falda supera di un terzo la capacità di ricarica e i livelli della falda scendono di circa un metro l'anno. Anche se l'impiego d'acqua fosse ridotto all'80% del livello raccomandato (con un calo dell'8% nelle rese), i livelli delle acque di falda si abbasserebbero ugualmente di mezzo metro l'anno. Senza nuove tecniche di produzione a basso consumo idrico, la coltivazione del riso in questa regione potrebbe rivelarsi insostenibile.

In molte regioni agricole, fra cui Cina settentrionale, India meridionale, Messico, Stati Uniti occidentali, alcune parti del Medio Oriente e altre zone, l'acqua potrebbe rivelarsi un fattore limitante molto più restrittivo rispetto al terreno, alla capacità di rendimento dei raccolti, o ad altro. Lo sviluppo e la diffusione di tecnologie e sistemi in grado di migliorare la gestione idrica sono requisiti fondamentali per sostenere i nostri attuali livelli di capacità produttiva alimentare.

Israele, naturalmente povero d'acqua, si trova all'avanguardia per quanto riguarda l'adozione di un'economia agricola che prevede un uso più efficiente della stessa. Non avrebbe potuto conseguire l'attuale livello di produzione agricola senza i continui progressi nella gestione idrica, compresi l'irrigazione a goccia ad alta efficienza, sistemi automatizzati di distribuzione e attribuzione di diritti sull'acqua. Tra il 1951 e il 1990 la quantità d'acqua distribuita su ciascun ettaro è diminuita del 36% e questo ha consentito all'area irrigua di espandersi più di tre volte, mentre il consumo dell'acqua per l'irrigazione cresceva solo del doppio.

In ogni caso i cambiamenti tecnologici devono essere accompagnati da azioni politiche chiare, volte ad incoraggiare sistemi di produzione più sostenibili ed efficienti e maggiore attenzione da parte delle istituzioni e delle agenzie internazionali che contribuiscono allo sviluppo, al fine di promuovere e finanziare progetti validi e sostenibili dal punto di vista sociale ed ecologico. È ormai infatti riconosciuto che ci troviamo in un'era in cui la prosperità globale dipende sempre più da un utilizzo più efficiente delle risorse e da una loro più equa distribuzione, riconoscendo a tutti il diritto di accesso alla risorsa acqua.

Bibliografia

- Gleick, P.H., Basic Water Requirements for Human Activities: Meeting Basic Needs, *Water International* 1996, 21, 83-92.
- Gleick, P.H., *The World's Water: The Biennial Report on Freshwater Resources*, Island Press, Washington 1998, 2000, 2002.
- Gleick, P.H. *The Changing Water Paradigm, A Look at Twenty-first Century Water Resources Development*, International Water Resources Association 2000, 25 (1), 127-138.
- Lester R. Brown et al., *State of the World - Rapporto sul nostro pianeta del Worldwatch Institute* (edito annualmente), ISEDI Torino Editore e Edizioni Ambiente Bologna, 1994 e seguenti.
- Postel, S., *Last Oasis: Facing Water Scarcity*, Worldwatch Institute, W.W. Norton, New York 1997.
- Rodda, J.C., *Water under Pressure*, *Hydrological Sciences Journal*, 2001, 46(6), 841-854.
- UNESCO International Hydrological Program, *World Water Resources at the Beginning of the 21st Century*,
- United Nations, *Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World*, Commission on Sustainable Development, New York 1997.

Siti interessanti

- www.wmo.ch: sito dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale.
- www.waterobservatory.org: informazioni sul diritto all'acqua.
- www.worldwater.org: informazioni, dati e link sui problemi connessi alla gestione delle acque.
- www.pacinst.org: Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security.
- www.unep.org: Programma Ambiente delle Nazioni Unite.
- www.worldwatch.org: Sito del Worldwatch Institute.