

IL PROBLEMA DEI SUOLI URBANI

I parchi pubblici e le aree verdi rappresentano una parte importante del paesaggio urbano. I suoli ad essi associati, di solito prodotti artificialmente per creare degli spazi verdi dove l'intervento urbanistico ha ristretto gli spazi naturali, ricevono cospicue ricadute di agenti inquinanti. Questi elementi sono infatti contenuti nei prodotti di combustione dei veicoli a motore, nei materiali di usura dei pneumatici e nei prodotti volatili emessi dagli impianti di riscaldamento. Di conseguenza i suoli delle aree urbane sono spesso contaminati da elementi metallici quali: Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V e Zn. In particolare i maggiori pericoli per l'ambiente e per la salute sono provocati da Pb, Cd e Zn. Di conseguenza le aree urbane con alta densità di traffico risultano le più esposte a questo tipo di inquinamento. Numerosi studi effettuati in parchi ed aree di ricreazione negli Stati Uniti ed in Europa, hanno evidenziato la presenza di Pb, Cd e Zn in concentrazioni superiori ai limiti di tossicità per le piante e per l'uomo. In tabella 1 sono riportati alcuni dati di queste ricerche. Nel nostro Paese, purtroppo, esiste una grossa lacuna relativamente a questo tipo di informazioni; a puro titolo informativo possiamo anticipare i risultati preliminari di una ricerca da poco avviata, sulla distribuzione di Pb e Cd nei suoli di Roma (Villa Borghese, Villa Doria Pamphili, Villa Glori, ecc.). Le concentrazioni del Pb oscillano fra 200 e 1.200 mg/kg, mentre per il Cd si sono misurate concentrazioni massime > di 3 mg/kg. Come si può vedere si tratta di valori estremamente elevati, soprattutto per il piombo, che potrebbero porre problemi rilevanti per la salute, soprattutto per i bambini, i quali giocando vengono sovente a contatto con il suolo e la polvere. A questo proposito occorre citare che in Gran Bretagna, partendo da un analogo studio sulla distribuzione del piombo nelle strade, nei parchi e nella polvere all'interno degli edifici scolastici, è stata trovata una buona relazione fra la frequenza della carie dentaria nei bambini, con il contenuto di piombo nell'ambiente. Altri studi hanno inoltre evidenziato una relazione positiva fra il contenuto di Pb nel sangue ed un fattore, calcolato considerando il contenuto di Pb nella polvere, moltiplicato per il numero di volte che le mani dei bambini toccano gli oggetti, incluso il pavimento, e tenendo conto della concentrazione del Pb nell'acqua potabile. È stato infine osservato che i bambini assumono solo il 3% del piombo totale per inalazione, mentre il contributo di Pb dovuto alla polvere è circa il doppio di quello relativo alla dieta. Alla luce di questi risultati si comprende benissimo quanto sia importante intraprendere questo tipo di controlli anche nel nostro Paese. L'introduzione delle marmitte catalitiche comporta sicuramente una riduzione di alcuni degli inquinanti sopra elencati e del piombo in particolare; tuttavia altri elementi, potenzialmente tossici, usati come catalizzatori, vengono introdotti nell'ambiente: Platino (Pt) Palladio (Pd) e Rodio (Rh). Sebbene sia prevedibile che la loro concentrazione nell'ambiente si manterrà inferiore di alcuni ordini di grandezza rispetto a quella del Pb, sarebbe utile intraprendere fin da ora studi sulla loro bio-geochimica e tossicità. Inoltre si ritiene necessario fare oggi il "punto zero" della concentrazione di questi elementi nel suolo per poter seguire nel tempo l'entità e gli effetti del loro accumulo.

FONTE: ELABORAZIONE
ENEA PER IL MINISTERO
DELL'AMBIENTE, 1994

TABELLA 1 CONCENTRAZIONE DI PIOMBO NEI SUOLI URBANI
DI ALCUNE CITTÀ DELLA GRAN BRETAGNA,
DEGLI STATI UNITI E DI ROMA

LOCALITÀ	ANNO	N. CAMPIONI	QUANTITÀ, mg/kg	
			MEDIA	INTERVALLO
GRAN BRETAGNA	1982	27	570	310 - 1.800
Birmingham	1987	160	279	48 - 1.310
Londra (centro)	1979	14	647	196 - 2.410
Londra (periferia)	1979	9	322	42 - 2.070
Londra (periferia)	1987	579	647	1 - 13.700
Berbyshire	1975	72	3.580	130 - 28.000
	1987	100	5.610	1.180 - 22.100
STATI UNITI				
Hartford Conn	1975	123	1.200	700 - 1.750
ITALIA				
Roma	1993	50	300	200 - 1.200
	1994	100	350	200 - 1.300

LA DESERTIFICAZIONE IN SARDEGNA

Sin dall'inizio dell'attività del Progetto Finalizzato del Consiglio Nazionale delle Ricerche sulla Conservazione del Suolo, sono stati esaminati per la Sardegna dei casi di consumo di risorse non rinnovabili, almeno in tempi brevi e medi. Questi fenomeni furono definiti come desertificazione causata per lo più da attività antropiche. Pertanto tale concetto non deve essere confuso con quello climatico né con la degradazione. Agli inizi degli anni Ottanta fu richiesto l'intervento della Unione Europea per esaminare le cause della desertificazione nei vari paesi comunitari del Mediterraneo e per proporre possibili rimedi di tutela. Il progetto di studio della desertificazione iniziò purtroppo solo alla fine degli anni Ottanta, con lo scopo di studiare i processi, conoscere la direzione di evoluzione dei fenomeni ed indicare i criteri di gestione per la mitigazione. Il progetto MEDALUS (Mediterranean Desertification and Land Use) opera in tutta l'area mediterranea comunitaria con la collaborazione di tutti i paesi dell'Unione. In quest'ottica la Sardegna rappresenta un'area di studio di interesse spiccatamente mediterraneo. Tali studi sono stati effettuati sia a livello puntuale che di bacino, sia idrografico che di utenza. Il progetto è ancora in corso di svolgimento. In questa sede vengono riportati i risultati ritenuti più importanti.

*Bacino del Gutturu Mannu Rio Santa Lucia
(Sardegna sud-occidentale)*

In quest'area è possibile il confronto tra aree desertificate, degradate e ben conservate, sia a livello di fenomeni superficiali che di acque profonde.

All'interno del bacino inoltre è possibile riscontrare un numero elevato di attività umane ed i loro effetti. Vengono di seguito riportati i risultati relativi agli studi sull'erosione, sull'attività di cava e sulla salinizzazione.

Lo studio dell'erosione in funzione dell'utilizzazione del territorio è stato effettuato impiantando una serie di parcelle sperimentali nell'azienda Is Olias, in aree con pascolo cespugliato abbandonato, macchia incendiata ed impianto di eucalipto. Il diagramma della figura 1 mette in evidenza la differenziazione tra uso ed erosione. I risultati di questa ricerca, a livello di fenomenologia, possono essere traslati a tutte le aree ecologicamente simili in tutto il Mediterraneo.

A livello bacinale viene misurata l'erosione del sottobacino del Rio San Leone, ove esiste un insediamento minerario abbandonato di ossidi di ferro e minerali radioattivi. I risultati hanno messo in evidenza la quantità di materiale trasportato rispetto alle misure parcellari. L'importanza della gestione dell'abbandono delle aree minerarie diventa fondamentale per evitare l'erosione ed il trasporto, soprattutto dalle aree dove abbondano i metalli pesanti.

Attività di cava

Il problema delle cave riveste un valore importante nelle regioni in cui le alluvioni recenti sono poco rappresentate. Tali studi sono stati inseriti nel Piano regionale per l'attività estrattiva di cava, per cui le concessioni non saranno più accordate se non verranno presi in considerazione anche i parametri pedologici. Lo studio effettuato nella piana alluvionale del Rio Santa Lucia ha evidenziato come l'attività estrattiva di cava vada ad interessare soprattutto i suoli appartenenti alle prime quattro classi di capacità d'uso (tab. 1).

Salinizzazione

Gli studi effettuati nella piana del Rio Santa Lucia hanno evidenziato che per il momento la salinizzazione assume valori più importanti nelle aree limitrofe alle coste ed alle lagune, con valori massimi di 9,29 g/l. La mancanza di una corretta gestione nella utilizzazione delle acque di falda, eccessivamente e-munte, sta portando ad un continuo incremento della contaminazione, come d'altronde già avvenuto in altre parti del Golfo di Cagliari, della bassa valle del Flumendosa e di altre piane costiere.

Altre aree in fase di desertificazione

Incendi e sovrapascolamento

La desertificazione deriva in questo caso dal ripetersi degli incendi e del sovrapascolamento sempre sulle stesse superfici, fino alla scomparsa del suolo. Nonostante in Sardegna siano presenti 1.500.000 ha di pascolo, se si considerano le aree desertificate dagli incendi e dall'erosione, la superficie utilizzabile dal pascolamento deve essere ridotta di oltre il 50%. Le aree più desertificate vanno a carico dei substrati difficilmente alterabili quali quarziti, graniti e dolomie sui quali, una volta desertificati, è impossibile una ricostituzione, se non in tempi eccessivamente lunghi.

La tabella 2 illustra chiaramente come le aree a pascolo siano le più percorse da incendi, a dimostrazione degli effetti della pressione esercitata per la necessità di nuovi pascoli.

TABELLA 1 CONSUMO DEI SUOLI DOVUTO ALL'ATTIVITÀ ESTRATTIVA DI CAVA NELLA PIANA ALLUVIONALE DEL RIO SANTA LUCIA - SARDEGNA				
CLASSI DI CAPACITÀ D'USO	CONSUMO PARZIALE PER CIASCUNA UNITÀ*			
	ha	% relativa	mc	mc x ha x 10
VII-VI	8,4	3,24	25.200	3.000
III-IV	2,6	1,01	19.500	7.500
I-II	248,0	95,75	1.860.000	7.500

FONTE: ELABORAZIONE ENEA PER IL MINISTERO DELL'AMBIENTE SU DATI UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI, 1994

TABELLA 2 INCENDI E SUPERFICI INTERESSATE NEGLI ULTIMI VENTI ANNI IN SARDEGNA					
ANNO	N. INCENDI	TIPOLOGIE DI SUPERFICI INTERESSATE, ha			
		Boschi	Pascoli	Altro	totale
1984	2.155	1.563	nd	nd	1.563
1985	4.895	9.121	45.227	2.635	56.983
1986	3.282	4.229	31.035	6.133	41.397
1987	3.809	7.607	27.141	1.001	35.749
1988	3.239	9.433	40.417	3.925	53.775
1989	1.770	6.883	18.006	1.125	26.014
1990	2.911	6.309	26.823	939	34.071
1991	4.382	5.462	37.859	5.572	48.893
1992	4.937	5.775	25.686	1.711	33.172
1993	4.558	24.378	50.162	4.678	79.218
1994	3.857	17.064	48.208	5.907	71.179

FONTE: ELABORAZIONE ENEA PER IL MINISTERO DELL'AMBIENTE, 1994

TABELLA 3 VALORI TOTALI DI METALLI PESANTI PRESENTI NEGLI ORIZZONTI SUPERFICIALI DI UN SUOLO RAPPRESENTATIVO DELLA PIANA DEL RIO SITZERRI (SARDEGNA CENTRO - MERIDIONALE)										
ORIZZONTE	PROFONDITÀ cm	VALORI DEI METALLI PESANTI, ppm [1]								
		As tot.	Cd tot.	Cr tot.	Fe tot.	Pb tot.	Zn tot.	Cu tot.	Mn tot.	Hg tot.
A1	0-10	37	37,5	28,5	58,8	3.950	5.750	288	3.500	2,1
A2	10-20	33	40,0	42,5	66,5	7.625	5.750	358	3.500	2,2

NOTA:
[1] espressi in parti per milione.

FONTE: UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI, 1994

TABELLA 4 CONSUMO DI AREE AGRICOLE IN SEGUITO ALL'ESPANSIONE URBANA ED INDUSTRIALE NELL'HINTERLAND DI CAGLIARI DAL 1954 AL 1977	
CLASSI DI CAPACITÀ D'USO PER kmq	CONSUMO %
I/kmq	37,19
II/kmq	23,07
III/kmq	52,06
IV/kmq	6,62
VIII/kmq	35,12

FONTE: CNR, 1983

Degradazione delle sugherete

Il patrimonio sughericolo della Sardegna subisce di anno in anno un impoverimento sotto l'aspetto qualitativo e quantitativo. La copertura boschiva si riduce continuamente soprattutto in conseguenza del tipo di gestione.

Innanzitutto gli incendi ripetuti nel tempo determinano la totale scomparsa della foresta, a cui segue una copertura, in prevalenza di cisto, che viene periodicamente incendiata per consentire la ricostituzione dei pascoli. Sono sufficienti circa sette anni perché si ricostituisca la macchia, che subirà successivamente un altro incendio. Il suolo perde continuamente la sostanza organica, il suo spessore diminuisce e decresce la capacità di ritenuta per l'acqua. Questi aspetti portano ad una saturazione idrica in breve tempo, a cui segue il ruscellamento con trasporto, e la successiva desertificazione.

La pratica di coltivazioni in varie pendenze per la realizzazione di erbai per l'allevamento del bestiame determina anch'essa importanti fenomeni di desertificazione. In queste condizioni di gestione è impossibile qualsiasi forma di ricostituzione boschiva, in particolare per la sughereta. Questi fenomeni di desertificazione continuano nonostante il sughero subisca incrementi costanti di valore, dovuti al fatto che anche gli altri paesi produttori, quali il Portogallo, patiscono gli stessi fenomeni di desertificazione della Sardegna.

Inquinamento da metalli pesanti

La Sardegna è da sempre una terra ricca di miniere, da cui venivano estratti soprattutto minerali di ferro, solfuri di zinco, piombo ed argento, carbonati di piombo, ed altri ancora. L'area di maggior concentrazione mineraria è il Sulcis-Iglesiente (Sardegna sud-occidentale). Le società di gestione di tali miniere da sempre hanno accumulato parte dei materiali di risulta degli impianti di arricchimento ed in parte li hanno versati nei fiumi, nei mari e nelle lagune. L'abbandono delle miniere ha aggravato questo problema, in quanto sono venuti a mancare gli interventi per la stabilizzazione e la difesa delle dighe di fanghi, ricche in metalli residuati dal trattamento dei minerali.

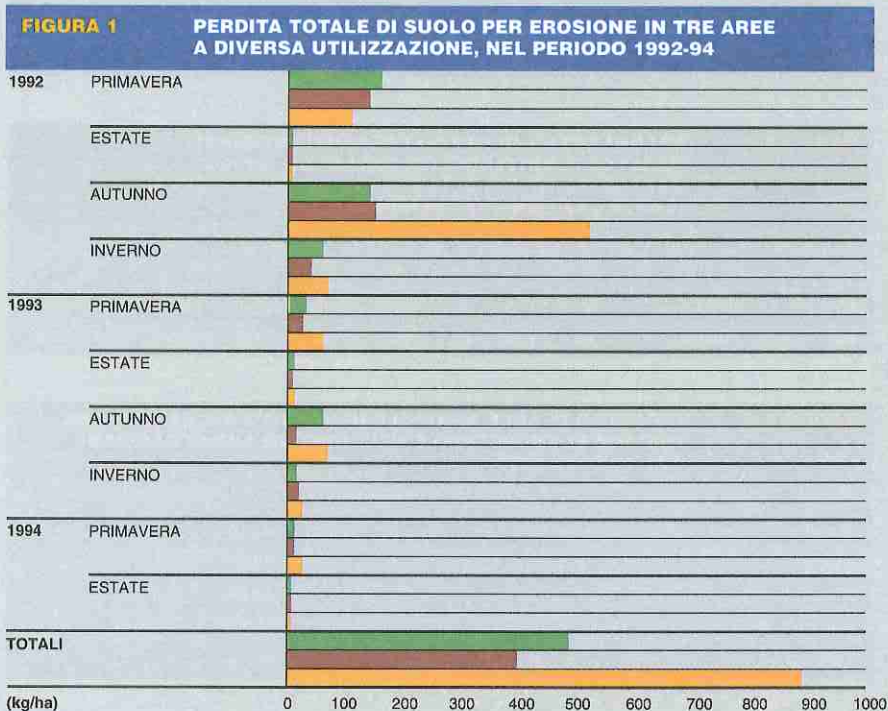
Questi fanghi vengono a più riprese trasportati e sedimentati nelle piane alluvionali recenti, determinando un arricchimento dei metalli nel suolo. In alcu-

PASCOLO CESPUGLIATO
ABBANDONATO

MACCHIA BRUCIATA
(giugno 1991)

IMPIANTO DI EUCALYPTUS

FONTE: ELABORAZIONE
ENEA PER IL MINISTERO
DELL'AMBIENTE SU
DATI UNIVERSITÀ DEGLI
STUDI DI CAGLIARI, 1994



ni casi vengono raggiunti valori eccessivi, da escludere qualsiasi forma di utilizzazione agricola.

Un esempio tipico è la piana del Rio Sitzzerri (Sardegna centro-meridionale). I valori totali di metalli pesanti presenti negli orizzonti superficiali di un suolo rappresentativo di quest'area sono riportati in tabella 3.

Di questi metalli pesanti soltanto una piccola percentuale è facilmente solubile ed assimilabile, tuttavia estremamente tossica anche per le piante più resistenti. La mancanza di gestione di queste aree minerarie non può che aggravare la situazione, che in tutti i casi è irreversibile.

Urbanizzazione

In tabella 4 vengono sintetizzati i risultati di uno studio sul consumo delle aree agricole in seguito all'espansione urbana ed industriale nell'hinterland di Cagliari dal 1954 al 1977. Tali risultati mostrano chiaramente come il maggior consumo sia a danno dei suoli più fertili. Situazioni di questo tipo sono state notate anche in altre aree dell'isola. Lo studio del consumo dei suoli dovuto all'espansione urbana è ancora in corso in alcune aree campione, con lo scopo di determinare una dimensione più precisa di questo fenomeno, non ancora dovutamente considerato nella pianificazione urbana e territoriale.

Quanto esposto rappresenta i casi più importanti di desertificazione nell'isola e le tendenze evolutive di questo fenomeno. Per il momento non sembra di intravedere segnali di attenuazione, né di pianificazione per mitigare la desertificazione ed incentivare la migliore gestione. Ciò che appare grave è la mancanza della dimostrazione della fattibilità e sostenibilità di alcuni interventi e di particolari gestioni. Diversi enti territoriali agiscono senza conoscere i piani già esistenti, determinando sovrapposizioni di usi, usi conflittuali e spesso desertificazione. Senza una pianificazione globale, come ad esempio quella del Piano di bacino, collegata con la pianificazione subordinata (comuni, consorzi, ecc.), appare difficile mitigare la desertificazione, che ricordiamo, è un fenomeno spesso irreversibile.

fascia altimetrica compresa fra 1 e 300 m sul livello del mare.

Ciò conferma che l'evoluzione del modellamento della superficie terrestre ad opera degli agenti esogeni si raggiunge naturalmente nell'ambiente morfoclimatico temperato, quale è il nostro, in genere proprio attraverso i fenomeni di erosione di massa.

Per quanto concerne la distribuzione dell'erosione di massa sul territorio nazionale i dati riguardo gli eventi censiti (circa 5.807 in totale) mostrano (fig. 5) che le regioni maggiormente colpite sono state, nell'ultimo secolo, la Campania (15% circa del totale), l'Umbria (11% circa del totale), seguite dalla Lombardia, dalla Liguria, le Marche e l'Abruzzo (ciascuna con circa l'8% del totale).

I danni all'uomo, oltre a quelli diretti, possono essere sia di ordine sociale che economico, non risultando sempre nettamente distinguibili in quanto, come è noto, interagiscono fra di loro presentando frequenti intersezioni.

La stima complessiva di tali danni non risulta di facile valutazione, sia perché deve basarsi su stime legate all'inattività dei settori economici coinvolti, sia perché deve prevedere le ripercussioni provocate dai settori economici danneggiati su altri rami di attività umana, sia infine per l'intrinseca difficile valutazione dei danni sociali. Bisogna anche tenere presente che la stima del valore delle attività e dei beni presenti sul territorio sono legati al valore di mercato all'epoca dell'evento, risultando di difficile confronto.

A questo proposito in un rapporto del Servizio Geologico dello Stato del 1992 sulle catastrofi geologiche avvenute in Italia durante il periodo 1945-90, è stato rilevato che ben 4.568 comuni (56% del totale) sono stati colpiti da frane ed alluvioni.

Tali eventi hanno causato un totale di 3.488 vittime, di cui 2.477 a causa di frane, e sono costate al governo italiano più di 33.000 miliardi di lire.

LA RISORSA DISPONIBILE

Per caratteristiche climatiche, morfologiche, geografiche e geologiche l'Italia è un paese ricco di acqua: il volume medio annuo delle piogge è stimato infatti in 296 miliardi di mc. Su una superficie di circa 301.000 kmq, l'altezza media delle precipitazioni risulta di poco inferiore a 1.000 mm, con una punta minima per l'Italia insulare (785 mm) che però è ben superiore alla media europea (646 mm) ed alla media dei continenti (730 mm) (tab. 1).

Si calcola che circa il 44% dell'acqua piovana evapori mentre il rimanente 56% ruscella in superficie o si infiltra nel sottosuolo originando le falde sotterranee. Una peculiarità italiana è la presenza di estesi acquiferi calcarei e alluvionali, che favorisce l'accumulo nel sottosuolo di ingenti risorse.

La ricchezza di acque sotterranee è tuttavia gravemente compromessa da un uso dissennato della risorsa stessa, caratterizzato da prelievi eccessivi e non programmati e dall'inquinamento di origine puntiforme o diffuso dovuto a diverse cause (urbana, agricola, industriale, ecc.), che spesso si sommano fra di loro. Il deflusso superficiale corrisponde in media a 510 mm/anno, valore che è pari a circa il 50% della quantità di pioggia caduta; anch'esso è variabile a seconda delle zone geografiche oscillando fra 572 mm/anno nelle aree peninsulari e 250 mm in Sardegna e 190 mm/anno in Sicilia.

I valori totali di deflusso superficiale corrispondono a 155 miliardi di mc/anno, comprendendo anche 8 miliardi di mc/anno erogati dalle sorgenti, acque quindi che in prima istanza afferivano alla sfera del deflusso

sotterraneo. Per quanto riguarda quest'ultimo le stime sono abbastanza discordi: esse indicano un quantitativo di risorsa immagazzinabile nel sottosuolo che varia dai 12 ai 5 miliardi di mc/anno, valore quest'ultimo che rappresenta il dato più attendibile. A queste risorse vanno aggiunte infine quelle immagazzinate nei laghi naturali e nei bacini artificiali per un ammontare di circa 10 miliardi di mc/anno.

Il volume complessivo delle risorse idriche sfruttabili è stimato in circa 100 miliardi di mc. Il 60% circa di tale volume complessivo è però utilizzabile solo teoricamente perché gravato da vincoli fisici, qualitativi ed economici che ne rendono l'uso o impossibile o praticamente inattuabile; non è pertanto lontana dalla realtà la cifra stimata in 40 miliardi di mc di risorse idriche effettivamente sfruttabili.

L'unica cartografia di sintesi disponibile circa le precipitazioni in Italia è quella relativa al trentennio 1921-50 a cura del Servizio Idrografico (fig.1).

Le acque destinate al consumo umano

Il fabbisogno idrico complessivo in Italia è pari a circa 32 miliardi di mc/anno, distribuito disomogeneamente sul territorio nazionale: 22,9 miliardi di mc/anno al nord, 2,3 miliardi di mc/anno al centro e 7,6 miliardi di mc/anno nel sud. Il 66% di tale fabbisogno è soddisfatto da acque di fiume, il 6% di lago e invaso e il 28% di falde sotterranee.

Il numero di comuni sprovvisti completamente di impianto acquedottistico era agli inizi degli anni '90 non più di 150. Solo 49 capoluoghi di provincia dispongono di un servizio acquedottistico limitato ad alcuni centri e nuclei abitati. In totale il 97,8% dei

FONTE: ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ, 1996



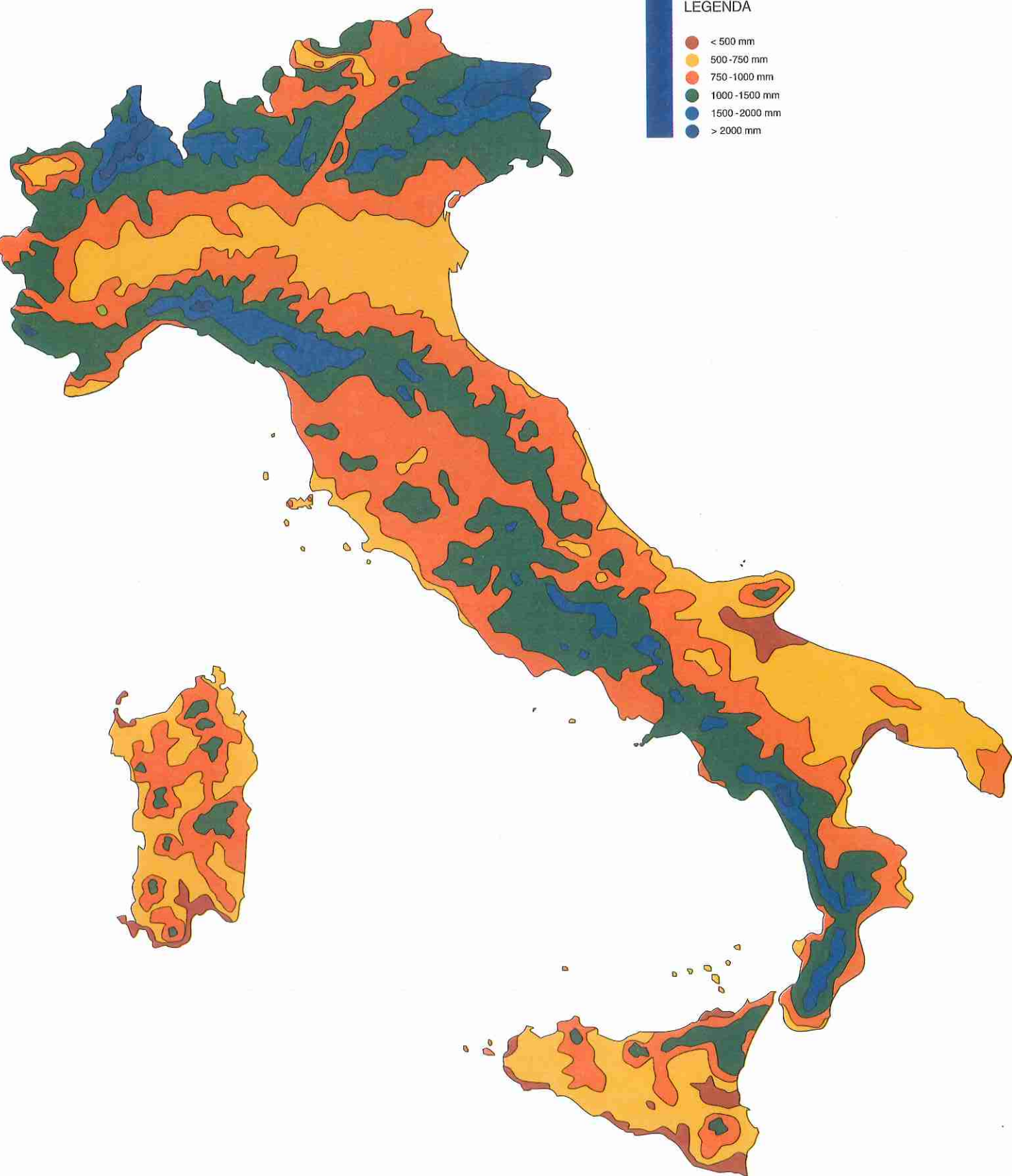
TABELLA 1 PRECIPITAZIONI MEDIE ANNUE, ANNO 1989			
AREE GEOGRAFICHE	SUPERFICIE, kmq	VOLUME DI PIOGGIA, miliardi di mc	ALTEZZA MEDIA, mm
SETTENTRIONALE	119.883	121	1.019
CENTRALE	58.352	65	1.122
MERIDIONALE	73.245	71	973
INSULARE	49.790	39	785
ITALIA	301.270	296	983

FIGURA 1
CARTA DELLA PRECIPITAZIONE
MEDIA ANNUA IN ITALIA
NEL TRENTENNIO 1921-1950

scala 1 : 5.500.000

LEGENDA

- < 500 mm
- 500 - 750 mm
- 750 - 1000 mm
- 1000 - 1500 mm
- 1500 - 2000 mm
- > 2000 mm



FONTE:
SERVIZIO IDROGRAFICO E MAREOGRAFICO 1959,
RIELABORAZIONE PARZIALE ENEA PER IL
MINISTERO DELL'AMBIENTE, 1996

SCHEDA 1

IL CICLO IDROLOGICO

In natura le acque sono soggette ad un ciclo (fig. 1) innescato da più fattori continuati nel tempo: la presenza dei mari e dei laghi, l'azione dell'energia solare e della gravità. Le acque sono infatti costantemente soggette ad evaporazione indotta dall'irraggiamento solare, il vapore acqueo formato passa negli strati alti dell'atmosfera ove si condensa ed origina le nuvole che possono essere trasportate dai venti a centinaia di km di distanza dal punto di formazione. Nel momento in cui la condensazione provoca un aumento di peso, tale da vincere la gravità, si ha la ricaduta sulla terra delle precipitazioni (P) a carattere nevoso o piovoso.

Parte di queste acque di precipitazione possono essere momentaneamente fissate nei ghiacciai, scorrere nei fiumi e nei torrenti (R), infiltrarsi nel sottosuolo (If) oppure evaporare di nuovo (ET) per azione dell'irraggiamento solare o per attività della vegetazione. Matematicamente la relazione che lega queste variabili è: $P = ET + R + If$, la cui conoscenza rappresenta pertanto la base indispensabile per una corretta e razionale utilizzazione del patrimonio idrico. È stato calcolato che a scala globale i quantitativi di acqua di evaporazione corrispondono all'incirca a 500×10^3 kmc; di questi 390×10^3

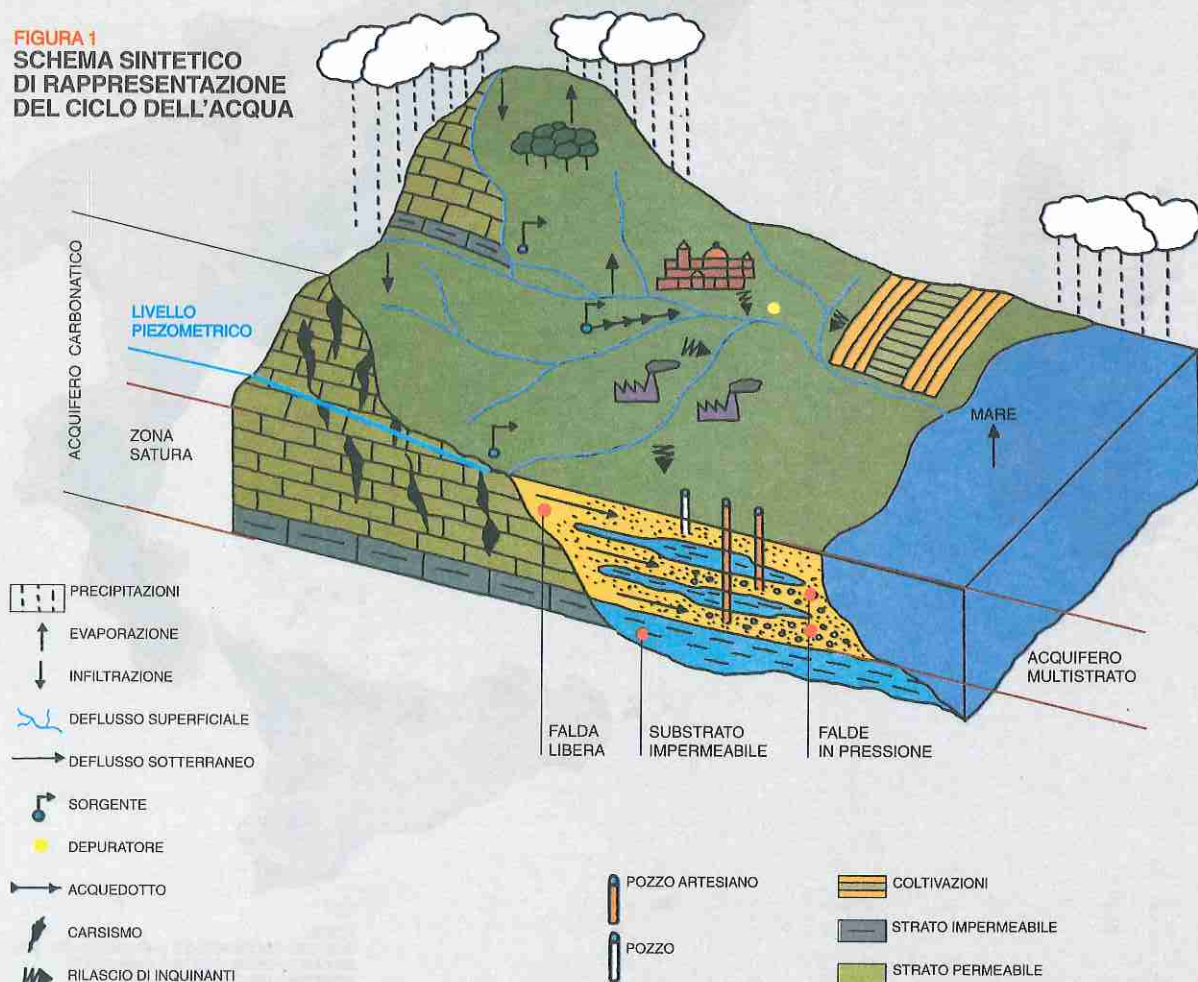
kmc ricadono, sotto forma di pioggia, direttamente in mare e 110×10^3 kmc ricadono sulle terre emerse. Dei quantitativi continentali 28.000 kmc ruscellano e circa 12.000 kmc s'infiltrano nel sottosuolo, con una ripartizione a scala globale indicata in tabella 1. L'acqua utilizzabile dall'uomo potrebbe corrispondere pertanto a 40.000 kmc/anno, ma dei volumi accennati è possibile soltanto un loro utilizzo teorico in quanto non si possono prosciugare i fiumi o le falde sotterranee senza innescare vari processi di degrado.

TABELLA 1 DISPONIBILITÀ DELLE RISORSE IDRICHE A SCALA MONDIALE

CONTINENTI	DISPONIBILITÀ', mm/anno		
	PRECIPITAZIONE	EVAPOTRASPIRAZIONE	RUSCELLAMENTO
SUD AMERICA	1.648	1.065	583
EUROPA	734	415	319
ASIA	726	433	293
NORD AMERICA	670	383	287
AFRICA	686	547	139
AUSTRALIA	446	393	47
MEDIA MONDIALE	834	540	294
MEDIA CEE	800	460	340

FONTE: ELABORAZIONE DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE SU DATI DELLA COMMISSIONE ECONOMICA PER L'EUROPA, 1996

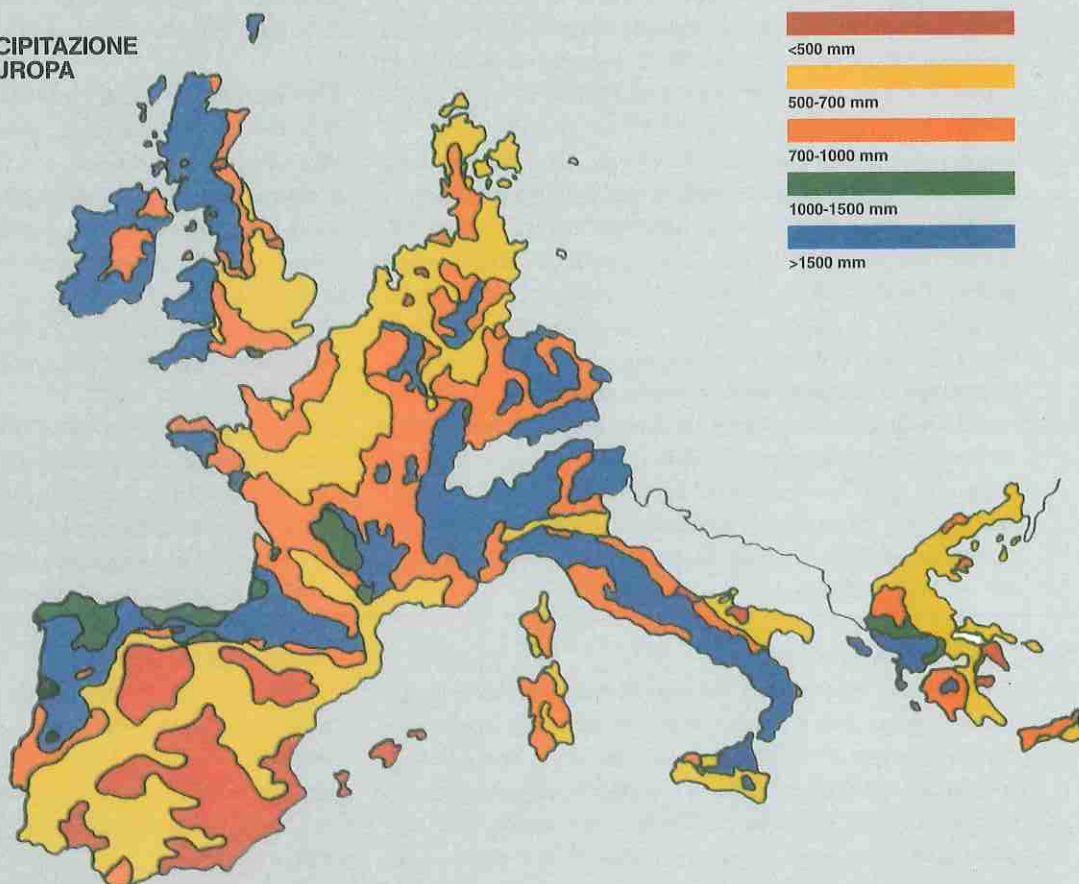
FIGURA 1
SCHEMA SINTETICO
DI RAPPRESENTAZIONE
DEL CICLO DELL'ACQUA



La disponibilità idrica

L'andamento medio delle precipitazioni nei paesi della UE è di circa 800 mm/anno, estendendo le valutazioni anche ai paesi dell'ex COMECON, tali valori corrispondono ad un totale di circa 2.966 kmc/anno. Nelle regioni esposte all'influenza atlantica le precipitazioni raggiungono valori di circa 3.000 mm/anno, mentre nelle aree più meridionali delle regioni mediterranee le precipitazioni sono addirittura inferiori ai 300 mm/anno (fig. 1), con minimi di 25 mm/anno in alcune zone della Spagna, Ungheria centrale e Romania orientale. In tale contesto l'Italia risulta caratterizzata da aree (Alpi ed Appennini) ove le precipitazioni sono superiori ai 1.500 mm/anno; soltanto in Puglia, Sicilia e Sardegna e nella porzione mediana della valle Padana, le precipitazioni sono inferiori ai 500 mm/anno. Se si considera il deflusso superficiale e sotterraneo è possibile verificare che paesi come l'Olanda e il Lussemburgo, ove si sviluppa il tratto terminale del fiume Reno ed il Maas, dipendono per lo più da piogge cadute nei paesi confinanti. Il Reno infatti in media drena acque per circa 2.000 mm/anno, di queste però soltanto 300 mm sono cadute in territorio olandese. Ancor più particolare è il caso dell'Ungheria per il Danubio, infatti il Paese riceve 1.200 mm/anno mentre soltanto 65-70 mm/anno precipitano direttamente entro i confini nazionali. Il Portogallo invece è dipendente soltanto al 50% in quanto i fiumi Douro, Tejo e Guadiana attraversano il Paese con il loro tratto medio-terminale. Il deflusso transfrontaliero riveste particolare importanza perché determina una serie di problematiche relative all'uso ed alla gestione dell'acqua dei grandi fiumi transnazionali e di conseguenza al loro stato d'inquinamento. Per quanto riguarda in particolare il deflusso naturale sotterraneo rinnovabile, le stime disponibili indicano che esso varia da paese a paese in funzione delle diverse caratteristiche geologiche e climatiche del territorio e della presenza dei grandi fiumi nei quali è concentrato gran parte del deflusso superficiale. Se si rapporta il deflusso unitario medio nazionale al numero di abitanti per ciascuna nazione (fig. 2) si evidenzia quel-

FIGURA 1
CARTA DELLA PRECIPITAZIONE
MEDIA ANNUA IN EUROPA



lo che gli autori anglosassoni definiscono "water stress", ossia la possibilità di crisi idrica. L'analisi della figura 2 consente di evidenziare come i paesi più avvantaggiati siano quelli che hanno un numero di abitanti minore anche in condizioni di minori disponibilità idriche; ad esempio Lussemburgo ed Irlanda hanno una disponibilità prossima ai 15 mila mc/anno pro capite, mentre paesi come la Francia, l'Italia, la Spagna, la Germania, la Danimarca, la Gran Bretagna ed il Belgio hanno disponibilità teoriche inferiori a 5 mila mc/anno pro capite.

La domanda idrica

La regolamentazione e la gestione dei prelievi di risorse idriche rappresentano il problema con cui dovranno misurarsi i governi nell'immediato futuro sulla base degli usi sostenibili sia in termini di qualità che quantità. Dati del 1987 (IIED/WRI) indicano la disponibilità idrica in ogni paese, con la differenziazione fra prelievi da acque superficiali e da acque sotterranee (fig. 3); da essa è possibile osservare che:

- l'Italia con circa il 30% di prelievi è uno dei paesi che preleva maggiormente;
- la Danimarca, l'Irlanda ed il Lussemburgo, dipendono essenzialmente dalla disponibilità di risorse sotterranee;
- tutti gli altri paesi utilizzano la risorsa in percentuali in media inferiori al 20%.

Nella figura 4 sono illustrate le destinazioni d'uso della risorsa idrica; è interessante notare come, procedendo dal nord al sud dell'Europa, diminuiscano progressivamente gli usi industriali ed aumentino in proporzione gli usi agricoli, mentre sia l'utilizzo a scopo idropotabile, compreso fra il 10 ed il 20% circa dei prelievi, sia generalmente costante, fatta eccezione per la Danimarca ed il Lussemburgo. Estendendo la statistica anche ai Paesi dell'Est europeo si ha che il 54% dei prelievi è destinato ad uso idropotabile, il 33% all'agricoltura e solo il 13% agli usi domestici. In Europa esistono circa 10.000 bacini artificiali, che occupano una superficie di circa 100.000 kmq. Le acque immagazzinate sono utilizzate prevalentemente per usi domestici, irrigui e per generazione di energia elettrica, che rappresenta il 12% dell'energia prodotta nella UE. Questi bacini tuttavia producono problemi ambientali sia durante la loro realizzazione che dopo; la costruzione di una diga interrompe la continuità di un fiume, blocca l'accesso di forme migratorie di pesci (trote e salmoni), interrompe il trasporto solido verso la costa e riduce notevolmente il deflusso a valle, limitato ai rilasci per la produzione di energia elettrica o alle piene. Da ciò ne deriva, come riportato nel rapporto pan europeo sull'ambiente (Dobris Report) dell'Agenzia Europea dell'Ambiente del 1995, che andrebbe definito un deflusso minimo vitale per garantire la continuità della vita all'ecosistema.

La qualità delle acque

Nel Rapporto risulta che l'andamento della qualità delle acque in Europa non è incoraggiante, infatti sia la legislazione che i programmi di attività promossi non hanno prodotto i benefici attesi, anzi al contrario, si è verificato un generale peggioramento della situazione, anche se alcuni casi locali di miglioramento sono stati comunque osservati. Per quanto concerne le acque superficiali, le cause principali del peggioramento qualitativo sono riconducibili all'agricoltura intensiva,

polazione in aree oggetto di turismo di massa. Gli scarichi fognari ed i rifiuti organici prodotti dall'industria, che causano la diminuzione dell'ossigeno disciolto e provocano il degrado della qualità dell'acqua, sembrano essere in buona misura sotto controllo nei Paesi dell'Europa occidentale, contrariamente ai Paesi dell'Est. Il fosforo e i nitrati provenienti dalle acque reflue e dall'agricoltura stanno causando l'eutrofizzazione dei fiumi e dei laghi europei. In molti Paesi europei nelle acque sotterranee destinate al consumo umano, i contenuti in nitrati sono superiori ai limiti di legge. L'inquinamento da metalli pesanti delle acque e dei sedimenti determina il rischio di intossicazione per il consumo di pesce, anche se miglioramenti qualitativi, derivanti da controlli avviati in molti paesi sono ora evidenti. Iniziano ad essere preoccupanti invece i fenomeni d'inquinamento da composti chimici sintetici. Le concentrazioni di microinquinanti organici, che includono molte specie di pesticidi, il cui destino ed il cui impatto ecologico è sconosciuto, superano gli standard in molte aree caratterizzate da agricoltura intensiva. In Europa l'acidificazione dei corsi d'acqua, comparsa fin dal 1970 e dovuta soprattutto alla combustione di carburanti fossili, è oggi diffusa in molte aree. Infine è da ricordare come le modificazioni degli alvei naturali dei fiumi riducano il potere autodepurante delle acque fluenti. L'inquinamento delle acque sotterranee risulta invece di sempre maggiore entità e diffusione a causa delle discariche di rifiuti non controllate e per la percolazione di inquinanti in falda, costituendo un serio problema per gli anni futuri. Tale problema risulta evidenziato dalle caratteristiche degli acquiferi che determinano una rigenerazione di acque pulite molto lenta; le tecnologie a disposizione per il recupero di falde inquinate sono tuttora in corso di sperimentazione e molto costose.

Uso sostenibile della risorsa

Il Dobris Report indica che è assolutamente necessario per l'Europa pensare ad un diverso uso dell'acqua, bilanciato con le risorse disponibili e con programmi di lungo respiro. Le risorse sono rinnovabili ma limitate e possono diventare più scarse nel sud e nell'est dell'Europa. L'aumento dei fenomeni di inquinamento riduce le quantità di acque potenzialmente utilizzabili, mentre la domanda globale tende a crescere. Per uno sviluppo sostenibile, il Rapporto riporta le seguenti raccomandazioni:

- l'Europa non può considerare le sue risorse idriche un illimitato e libero dono della natura;
- il primo obiettivo di una corretta gestione europea delle acque deve mirare a fornire alla popolazione sufficienti quantitativi di acqua ad uso potabile ed igienico;
- altri usi dispersivi dovrebbero disporre di sufficienti quantitativi di qualità adeguata, trovando tuttavia una realistica barriera economica;
- il prelievo di risorse idriche non deve eccedere la ricarica naturale se non per brevissimi periodi;
- la risorsa acqua deve essere mantenuta adeguatamente per garantire la vita biologica, senza distruzione della risorsa;
- deve essere mantenuta la capacità di autodepurazione dei fiumi;
- la flora e la fauna naturale dei fiumi e dei laghi europei deve essere mantenuta o ristabilita;
- i pesci dei fiumi e dei laghi debbono essere commestibili."

FIGURA 2 DEFLUSSO MEDIO NEI PAESI UE RAPPORATO AL NUMERO DI ABITANTI

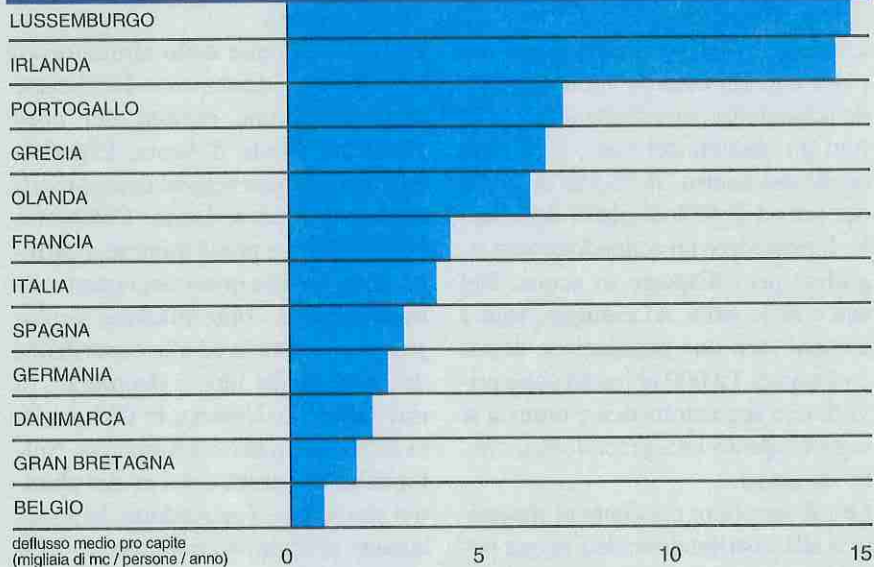
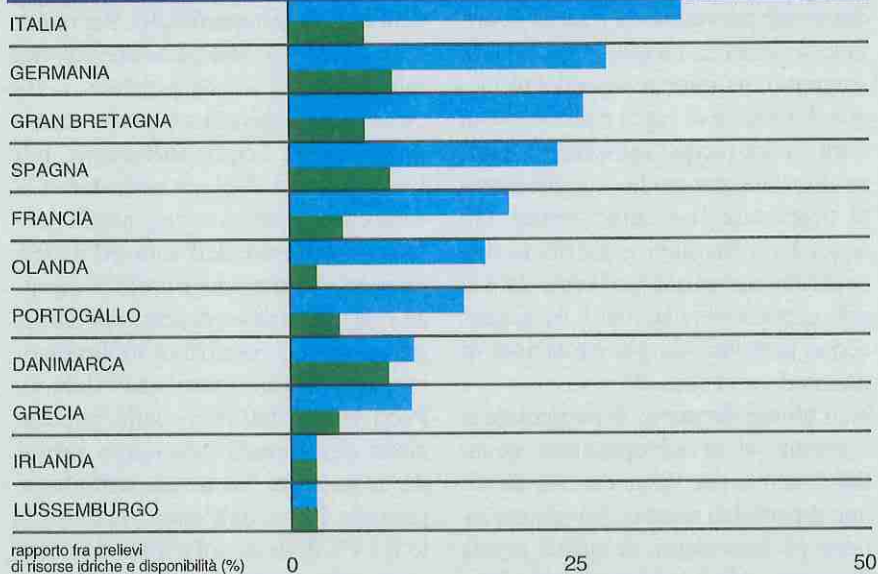


Figure 2 e 3

FONTE: ELABORAZIONE
MINISTERO
DELL'AMBIENTE SU DATI
DELL'INTERNATIONAL
INSTITUTE FOR
ENVIRONMENT AND
DEVELOPMENT/WORLD
RESEARCH INSTITUTE
1987, ANNO 1996

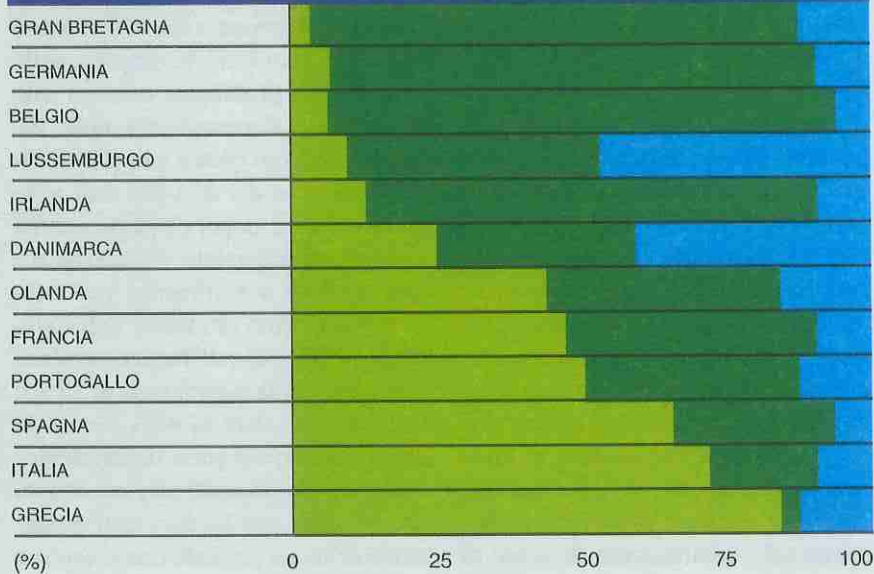
FIGURA 3 USO DELLA RISORSA IDRICA NEI PAESI UE COMPARATO ALLA RISORSA DISPONIBILE



ACQUE SUPERFICIALI

ACQUE SOTTERRANEE

FIGURA 4 DISTRIBUZIONE DELL'USO DELLE ACQUE PER SETTORE ECONOMICO NEI PAESI UE



USO AGRICOLO

USO INDUSTRIALE

USO CIVILE

FONTE: ELABORAZIONE
MINISTERO
DELL'AMBIENTE SU DATI
UNESCO 1985, ANNO 1996

Tabelle 2, 3, 4 e 5

FONTE:
ISTITUTO SUPERIORE
DI SANITÀ, 1996

comuni è servito in maniera completa o quanto meno parziale da impianti acquedottistici.

La ripartizione geografica della popolazione dei comuni contraddistinti da acquedotto comprende il 58,5% di tutti gli abitanti del nord, il 35% di quelli del centro, il 75,5% di quelli del sud ed il 47% di quelli delle isole. Il possedere un acquedotto non significa però disporre di acqua. Nel sud e nelle isole, ad esempio, solo 7 comuni (con una popolazione di poco meno di 19.000 abitanti) sono privi di rete acquedottistica e tuttavia si registra spesso una generalizzata "sete" di acqua.

Le infrastrutture destinate al trasporto e alla distribuzione dell'acqua potabile sono tendenzialmente a diffusione comunale (tab. 2).

L'acqua fornita dal servizio di acquedotto può provenire da risorse di origine sotterranea (acqua di pozzo o di sorgente), da risorse superficiali (acqua di fiume e di lago) o da risorse di altra natura (acque salmastre e marine dissalate, ma anche semplicemente trasportate con autocisterna). Gli acquedotti veicolano e distribuiscono in alcuni casi acque prelevate da una sola captazione, ma, più di frequente, acqua prelevata da più captazioni di natura diversa (tab. 3).

Nell'ultimo decennio in particolare si è assistito ad un raddoppio della quantità di acqua che viene emunta da acque superficiali seguita, per quanto attiene gli incrementi, da quella attinta da pozzi, che è passata da 89.654 a 114.778 l/sec per quanto riguarda la minima portata e da 13.339 a 192.011 l/sec per quanto riguarda la portata massima. Più contenuti sono stati gli aumenti dell'attingimento da sorgente che è passato da 70.035 a 91.225 l/sec per la minima e da 102.402 a 147.924 l/sec per la portata massima. Nessuna variazione si è invece registrata per gli altri tipi di approvvigionamento che, essendo più costosi, hanno comunque un utilizzo più ridotto. La disaggregazione per ripartizione geografica delle portate degli acquedotti secondo la natura dell'attingimento, dimostra che nell'Italia centro meridionale ed insulare lo sfruttamento di acque superficiali e di sorgente predomina largamente sullo sfruttamento di acque di

pozzo, mentre nell'Italia settentrionale si trova una situazione diametralmente opposta.

Le punte estreme dello sfruttamento delle risorse idriche sono localizzate tanto in alcune regioni del nord (Trentino, Valle d'Aosta, Liguria), quanto in alcune regioni centro-meridionali (Abruzzo, Lazio, Calabria e Basilicata). Le punte minime di attingimento, invece quasi sicuramente da imputare alla conformazione geologica del territorio ed alla consistenza del patrimonio idrico sfruttabile, si rinvencono in Umbria, in Campania, in Sicilia ed in Emilia Romagna. Nell'ambito dei centri e dei nuclei abitativi sprovvisti di acquedotto, la popolazione si approvvigiona per il 75% circa da acque di pozzo, per il 15% circa da acque di sorgente e per il 10% circa da acque di altra fonte (in genere, acque superficiali). Per quanto riguarda il soddisfacimento del fabbisogno di acqua potabile, i 2/3 circa della popolazione servita da acquedotto ha acqua sufficiente per l'intero anno. Del restante terzo il 13% circa lamenta acqua insufficiente in un trimestre dell'anno ed il 20% circa ha una pressoché cronica carenza nell'erogazione di acqua potabile, pur esistendo condizioni molto disomogenee dovute a fatti locali (tab. 4). Poco meno dell'80% della popolazione dei comuni capoluogo serviti da acquedotti, ha acqua sufficiente per tutto l'arco dell'anno, mentre solo il 14% della popolazione di questa classe di comuni lamenta un'erogazione di acqua insufficiente per oltre 6 mesi all'anno. Per i comuni non capoluogo la prima classe di utenze scende a circa il 57%, mentre quelle relative alla prolungata carenza sale al 25%. La disomogeneità delle diverse situazioni cresce a livello di disarticolazione dei dati per aree geografiche. Così la popolazione servita da impianti acquedottistici che ha acqua potabile a sufficienza per tutto l'arco dell'anno ammonta nell'Italia del nord al 92%, nell'Italia centrale al 73%, nell'Italia meridionale al 22% e nell'Italia insulare al 45%. Secondo una prospettiva diversa la popolazione servita da impianti acquedottistici che lamenta una carenza nell'erogazione di acqua potabile che si protrae

TABELLA 2 ACQUEDOTTI PER DIFFUSIONE TERRITORIALE

AREE GEOGRAFICHE	ACQUEDOTTI				
	COMUNALI	INTERREGIONALI	INTERPROVINCIALI	REGIONALI	TOTALE
NORD-OCCIDENTALE	4.781	246	8	2	5.037
NORD-ORIENTALE	2.785	165	13	3	2.966
CENTRALE	3.016	132	18	11	3.177
MERIDIONALE	1.328	162	29	5	1.524
INSULARE	695	86	18	-	799
ITALIA	12.605	791	86	21	13.503

TABELLA 3 PORTATA MINIMA E MASSIMA DEGLI ACQUEDOTTI PER NATURA DI ATTINGIMENTO, quantità l/sec

AREE GEOGRAFICHE	SORGENTI		POZZI		ACQUE DOLCI SUPE.		ALTRO		TOTALE	
	minima	massima	minima	massima	minima	massima	minima	massima	minima	massima
NORD-OCCIDENTALE	17.330	29.011	53.361	90.243	5.071	1.013	1.816	76.776	77.578	197.043
NORD-ORIENTALE	16.568	32.341	20.093	38.697	4.790	1.256	2.117	42.708	43.568	115.002
CENTRALE	24.769	37.093	15.205	25.140	4.507	1.695	2.529	46.178	47.010	110.106
MERIDIONALE	26.720	38.945	17.424	25.320	9.443	1.386	1.921	54.974	55.508	120.625
INSULARE	5.836	10.531	8.692	12.609	5.695	1.339	1.904	21.563	22.127	46.042
ITALIA	91.223	14.921	114.775	192.009	29.506	6.689	10.287	242.199	245.791	588.818

TABELLA 4 SUFFICIENZA DI ACQUA POTABILE PER AREE GEOGRAFICHE

AREE GEOGRAFICHE	POPOLAZIONE CON ACQUA SUFFICIENTE		POPOLAZIONE CON ACQUA INSUFFICIENTE in un trimestre		POPOLAZIONE CON ACQUA INSUFFICIENTE in 2 o + trimestri	
	v.a.	%	v.a.	%	v.a.	%
NORD-OCCIDENTALE	13.028.433	38,7	937.130	14,9	339.723	3,2
NORD-ORIENTALE	8.073.549	24,0	420.708	6,7	267.306	2,5
CENTRALE	6.966.037	20,7	1.050.888	16,7	710.228	6,7
MERIDIONALE	2.769.349	8,2	3.160.332	50,1	6.555.359	62,0
INSULARE	2.841.201	8,4	739.432	11,7	2.701.404	25,5
ITALIA	33.678.569	100,0	6.308.490	100,0	10.574.020	100,0

TABELLA 5 ACQUEDOTTI PER ENTE GESTORE E AREA GEOGRAFICA

AREE GEOGRAFICHE	ENTE GESTORE						
	comune	azienda municipalizzata	consorzio	ente diritto pubblico	S.p.A.	altro	totale
NORD-OCCIDENTALE	4.064	54	721	8	136	34	5.017
NORD-ORIENTALE	2.555	33	283	26	30	39	2.966
CENTRALE	2.855	51	170	36	19	46	3.177
MERIDIONALE	1.199	2	62	256	2	3	1.524
INSULARE	554	4	29	210	1	1	799
ITALIA	11.227	144	1.265	536	188	123	13.483

I GHIACCIAI ITALIANI

I ghiacciai rappresentano delle riserve idriche strategiche e di elevata qualità nell'ambito dei bacini idrografici padano-veneti. Essi costituiscono inoltre beni ad alto valore ambientale ed ottimi indicatori dei cambiamenti climatici ed offrono opportunità turistiche per lo sci estivo d'alta quota. Un nuovo impulso alla conoscenza dei corpi glaciali è stato dato dalle ricerche promosse dal Ministero dell'ambiente ed effettuate dal Comitato glaciologico italiano; in tale ambito si è proceduto sia all'elaborazione di un nuovo catasto, redatto mediante fotointerpretazione di foto aeree del "Volo Italia" (1988-89), sia alla ricognizione generale dello "stato di salute" delle masse glacializzate. L'analisi storica dei dati è stata effettuata sulla base dei confronti fra le risultanze dei catasti 1958 e 1989 (tab. 1). Facendo esclusivo riferimento alle coperture glaciali con superficie superiore a 5 ha, i corpi glaciali censiti nel 1989 sono stati 706; rispetto al 1958, alcuni corpi glaciali risultano essersi ricostituiti (allora erano indicati come "estinti"), altri derivano dallo smembramento di un unico corpo in due o più elementi, altri ancora infine risultano costituiti da un unico elemento comprendente corpi precedentemente censiti separatamente.

Rispetto ai 743 corpi glaciali di estensione superiore a 5 ha censiti nel 1958, risulta una riduzione del 5%. Nello specifico si è osservato che, nell'arco alpino, essi sono diminuiti di 36 unità. Si evidenzia anche che la superficie del Calderone (Gran Sasso), che rappresenta l'unico ghiacciaio appenninico, è scesa al di sotto di 5 ha. L'unico settore alpino che mostra un incremento nel numero di unità è quello centrale. Se il confronto è limitato ai ghiacciai di estensione superiore ai 100 ha (129 elementi nel 1958, 115 nel 1989), la riduzione superficiale è più contenuta, evidenziando che per le masse più grandi (Forni, Mandrone, Miage, Lys, Rutor, ecc.) la variazione areale assume valori trascurabili e la distribuzione geografica rispecchia quella del 1958. La superficie glacializzata complessiva è di circa 48.184 ha, dei quali il 42% sono localizzati nel settore alpino occidentale, il 34% in quello centrale ed il 24% nell'orientale, rispetto ad una superficie di 52.302 ha censita nel 1958 (45% settore occidentale, 30% nel centrale e 24% nell'orientale). In termini percentuali totali, si osserva una riduzione complessiva pari al 7,9% della superficie. Un aumento della copertura glaciale pari al 2,7% (429,8 ha), si evidenzia nel settore centrale, contro una diminuzione nel settore occidentale del 15,4% (-3.648 ha) e del 7,1% nel settore orientale (- 893 ha). I dati esposti non hanno valore assoluto, in quanto il confronto fra le risultanze dei due catasti considerati non è immediato a causa delle differenti metodologie di rilevamento e richiede pertanto una analisi qualitativa approfondita.

Le risultanze del catasto e le tendenze evolutive delle masse glacializzate delle Alpi italiane sono in parte confermate e in parte corrette dai risultati emersi nelle campagne glaciologiche più recenti e dagli studi specifici effettuati su alcuni dei ghiacciai più rappresentativi.

Le campagne glaciologiche ogni anno interessano circa il 20% dei corpi glacializzati esistenti, scelti fra quelli più indicativi, e consistono nel misurare l'avanzamento o il regresso delle fronti.

Nel 1987-88 nelle Alpi occidentali e centrali termina la fase di limitata avanzata o di stazionarietà che era iniziata nel 1971, ed anche i ghiacciai più grandi e dotati di maggiore inerzia (Forni e Ventina) incominciano ad entrare in una fase di regressione particolarmente rapida. Essi risentono infatti della diminuzione delle precipitazioni solide e soprattutto dell'aumento della temperatura, in vistoso incremento fin dal 1983. Anche nel periodo più recente i controlli effettuati, sia direttamente sul terreno che attraverso il telerilevamento, confermano che non tanto i ghiacciai maggiori si riducono arealmente, quanto piuttosto quelli di piccole dimensioni ed i glacionevati.

Conseguenza diretta di questa fase di riduzione eccezionale sono i fenomeni di instabilità che hanno colpito soprattutto i ghiacciai del Monte Bianco. Si ricordano qui i due svuotamenti improvvisi del lago proglaciale del Miage nel 1986 e del 1990, il continuo crollo di detrito dalla morena galleggiante dello stesso

TABELLA 1 SITUAZIONE DEI CORPI GLACIALI RISULTANTE DAI CATASTI DEL 1958 E 1989

TIPOLOGIA	N. CORPI GLACIALI											
	ALPI						APPENNINO		TOTALE			
	Occidentali		Centrali		Orientali				v.a.		%	
	1958	1989	1958	1989	1958	1989	1958	1989	1958	1989	1958	1989
ESTINTI [1]	41	90	107	117	52	94			200	301	19,4	27,2
CON SUPF. <5 ha [2]	15	36	35	28	40	35		1	90	100	8,7	9,0
CON SUPF. >5 ha [3]	307	272	218	243	217	191	1		743	706	71,9	63,8
TOTALE	363	398	360	388	309	320	1	1	1.033	1.107	100,0	100,0
SUPF. TOTALE, ha [4]	23.756	20.108	15.899	163.329	12.641	11.748	6		52.296	195.184		

ghiacciaio all'esterno del cordone morenico, lo svuotamento del serbatoio endoglaciale del ghiacciaio di Rochefort. Altrove il fenomeno più appariscente, testimoniante il periodo di crisi di stabilità dei ghiacciai, è stato il crollo improvviso di circa i due terzi del piccolo ghiacciaio superiore di Coolidge (Monviso).

La fase di forte regresso ha raggiunto l'acme nel biennio 1990-91, e ha interessato sia i grandi corpi (Rutor, Toules e settentrionale di Hohnsand,) sia quelli di dimensioni più ridotte (orientale di Dosdè e superiore dell'Antelao). Tale fase di regresso è stata registrata parimenti sia dai ghiacciai che avevano conosciuto nell'intervallo 1971-86 un periodo di avanzata, come il Rutor, sia da quelli che invece avevano subito anche in quel periodo un moderato ritiro, come il ghiacciaio di Chedec. Attualmente sembrerebbe che le tendenze evolutive fra i diversi settori del versante alpino meridionale si stiano differenziando.

Mentre le Alpi Orientali e Centrali sono ancora in netto arretramento, nel segmento occidentale si assiste ad un rallentamento della ritirata delle fronti, sia in percentuale dei corpi osservati, sia in intensità sulle singole lingue terminali (Rutor e Toules). Altri, come il settentrionale di Hohnsand, sono addirittura in progresso; altri ancora, come il Lys, pare stiano uscendo in ritardo dalla fase di forte regresso.

Nel settore centrale l'annata 1993 è stata del tutto negativa, con arretramenti dell'ordine dei 10-30 metri interessanti in particolare gli apparati di medie e grandi dimensioni. Tuttavia la riduzione percentuale dei corpi in regresso ed altri indizi, ad esempio il bilancio di massa dello Sforzellina, fanno intravedere a breve termine una minore riduzione frontale dei ghiacciai.

Le Alpi Orientali continuano ad essere il settore in cui il ritiro è più vistoso. Anche in quest'area tuttavia è prevedibile una flessione; un indizio in tal senso è la percentuale dei ghiacciai in regresso, scesa per la prima volta dopo cinque anni al di sotto del 90%. Alcuni ghiacciai, come il superiore dell'Antelao, hanno visto la riduzione del regresso portarsi a valori inferiori a quelli del 1988, entrando in una fase di stazionarietà.

L'osservazione delle variazioni areali e frontali, le prime stimate per mezzo di bilanci eseguiti da foto aeree e le seconde calcolate mediante rilevamento diretto, non sono tuttavia elementi sufficienti a capire a fondo la tendenza evolutiva delle masse glacializzate. A queste analisi si sono aggiunte quelle del bilancio di massa, che consiste nella misurazione delle variazioni volumetriche che, meglio delle oscillazioni areali o frontali, consentono di verificare lo "stato di salute" dei ghiacciai e di essere utilizzate a fini idrologici. I principali apparati coinvolti in questo terzo tipo di studi, sono il Careser (nel gruppo del Cevedale, misure condotte fin dal 1967), lo Sforzellina (Alta Valtellina), il Lys e l'Indren (gruppo del Monte Rosa).

Nel settore orientale, dove tali studi sono più consolidati e fungono da guida metodologica per gli altri tratti della catena, nel ghiacciaio del Careser, i bilanci di massa degli ultimi anni sono fortemente deficitari; ad esempio quello del

NOTE:

[1] sono quei ghiacciai di cui si ha solo documentazione storica. Questa tipologia non viene presa in considerazione nell'analisi dei dati;
[2] definiti "glacionevati" in base alla classificazione internazionale del World Glaciers Inventory (WGI), non sono stati sommati ai ghiacciai veri e propri (>5 ha) né come numero né come superficie. Sono stati invece utilizzati per chiarire la tendenza evolutiva generale delle masse glacializzate.
L'utilizzo è avvenuto attraverso il paragone con i corpi analoghi del catasto 1958;
[3] sono quei ghiacciai la cui area risponde alle caratteristiche di corpo glaciale secondo i dettami WGI, sui quali verranno compiute analisi in quanto considerabili, alla data del catasto, come risorsa disponibile;
[4] deve intendersi la copertura glacializzata riferita ai corpi >5 ha, aderente ai criteri internazionali assunti in sede AIEA, è opportuno prendere in considerazione solo ghiacciai >5 ha, in modo da escludere corpi che in linea di massima sono costituiti da glacionevati, privi di movimento interno del ghiaccio.

FONTE: COMITATO GLACIOLOGICO, 1993

1991-92 è risultato di ben -1.200 mm di acqua equivalente, pari ad un volume di -4.629.500 mc, superiore sia alla media del decennio 1980-90 (-1.080 mm), sia a quella di tutto il periodo precedente di misurazione 1966-67/1990-91 (-580 mm).

Anche nel ghiacciaio della Sforzellina nel 1993 il bilancio di massa è stato negativo, con la perdita di 119.950 mc di acqua equivalente. Nel 1992 il deficit era stato di 322.310 mc per cui si può ragionevolmente concludere che la riduzione volumetrica sia in rallentamento.

Nel ghiacciaio del Lys si è chiarita la grande importanza dinamica rivestita dagli apporti valanghivi laterali che, essendo generalmente di neve asciutta, sfuggono in gran parte agli esami della superficie del manto nevoso, e sono invece rilevabili dalle analisi stratigrafiche della neve e dalle prove penetrometriche. Altrettanta importanza riveste il trasporto eolico della neve, per cui sul ghiacciaio se ne accumula una quantità ben superiore a quella stimabile in base a semplici dati nivometrici.

La riduzione volumetrica dei grandi apparati è stata accompagnata dall'estinzione di non pochi ghiacciai minori: nella Conca del Dragone in Valtournanche nel solo 1993 ben tre corpi su quattro sono scomparsi. Da quanto detto e dall'analisi dell'evoluzione complessiva dei ghiacciai più significativi del versante italiano della catena alpina (ghiacciai del Monte Bianco, del Lys, delle Grandes Murailles, dell'Ortles-Cevedale) nonché di quello appenninico del Calderone, è possibile trarre alcune conclusioni sull'evoluzione delle masse glacializzate italiane.

Dopo la fine della Piccola Età Glaciale, avvenuta attorno alla metà del 1800, tutti gli apparati glaciali hanno conosciuto una fase generalizzata e continua di regresso, non soltanto in Italia, ma in tutto il mondo.

Il ritiro tuttavia non è stato continuo ed univoco: a momenti di rapida fusione se ne sono alternati altri di stazionarietà o addirittura di progresso come si è verificato nel quindicennio compreso fra il 1971 e il 1986. L'elevata fusione avvenuta nei primi anni '90, che da qualcuno fu interpretata, o temuta, come irreversibile, pare oggi in graduale rallentamento, maggiore nel settore occidentale, via via meno avvertibile verso oriente.

Lo stato di precarietà non va comunque considerato come terminato, in particolare nei piccoli apparati, i più esposti a variazioni irreversibili.

All'ultima fase di regresso paiono avere concorso, in annate diverse, sia una riduzione delle precipitazioni nevose, sia un aumento di temperatura. Se si considerano le lunghe serie termopluviometriche analizzate in tutto il mondo e si rapportano all'Italia settentrionale, si constata che ad un andamento ciclico delle precipitazioni si contrappone un trend in ascesa costante delle temperature. Emerge, pertanto, un quadro comunque critico, che consiglia la massima precauzione per tutti gli interventi possibili sui ghiacciai, a cominciare da quelli di rimaneggiamento artificiale del ghiaccio per lo sci estivo negli apparati di modesta estensione.

Le ricerche svolte in Valtournanche evidenziano infatti che il rischio d'estinzione è quanto mai attuale.

per oltre la metà di ogni anno solare rappresenta appena il 2,3% nell'Italia settentrionale, il 7,5% nell'Italia centrale e addirittura quasi il 50% nell'Italia meridionale ed insulare.

L'adduzione dell'acqua potabile è generalmente a carico delle gestioni dei comuni, delle aziende municipalizzate, dei consorzi e degli enti di diritto pubblico (tab. 5).

Nel tempo si è osservata una tendenza all'aumento degli acquedotti gestiti da consorzi e da enti di diritto pubblico rispetto a gestioni comunali o municipalizzate, anche se gli acquedotti gestiti dai comuni contribuiscono per oltre un terzo dell'adduzione complessiva di acqua potabile con una preponderanza degli impianti che hanno una diffusione territoriale meno estesa di quella totale comunale. Ancora oggi la classe degli acquedotti a gestione e a diffusione comunale trasporta più acqua di quanta non ne trasportino tutti gli acquedotti delle altre gestioni prese singolarmente. Il dimensionamento medio delle portate degli acquedotti italiani è generalmente basso.

Oltre il 70,5% degli acquedotti esistenti ha una portata minima derivata che in molti casi coincide con quella di esercizio di 5 l/sec.

D'altra parte anche se si riscontra un incremento di acqua addotta, che nel 1992 era stimato del 35% rispetto al 1980, in realtà l'aumento dell'acqua effettivamente offerta all'utenza, nello stesso periodo, è del solo 19% a seguito delle perdite in rete. Le reti infatti sono per lo più obsolete, cresciute in assenza di un preventivo piano regolatore, fatte principalmente di materiali soggetti nel tempo a fenomeni di corrosione e di rottura. Nel 1975 per ciascun abitante del nostro Paese venivano adottati 300 litri di acqua/giorno e ne venivano effettivamente erogati 248 litri; 52 litri della teorica dotazione pro-capite giornaliera andavano dispersi. Oggi l'adduzione di acqua per abitante e per giorno è salita a 383 litri ma l'erogazione si è attestata a soli 278 litri di acqua: insomma ben 105 litri della teorica dotazione giornaliera pro-capite vanno dispersi.

La perdita di volume d'acqua stimata nel 1975 era del 21% dell'acqua effet-