

Bacino del fiume Tagliamento

Nel bacino del Tagliamento è stato valutato un apporto medio di nutrienti di 95 t/anno di fosforo e di 511 t/anno di azoto, che rappresentano rispettivamente l'1,8% ed il 2% dei carichi di nutrienti veicolati a mare dai cinque fiumi dell'Alto Adriatico. Il bacino montano del fiume presenta buone caratteristiche organolettiche e non evidenzia problemi generalizzati di inquinamento da nutrienti.

In questo ambito, merita attenzione l'area di Tolmezzo dove, a causa dello sversamento di liquami non trattati l'asta principale accusa un sensibile peggioramento delle caratteristiche fisico-chimiche.

Più a valle, un'altra area, corrispondente al comprensorio di Spilimbergo contribuisce alla composizione dei carichi complessivi, senza peraltro incrementare il grado di inquinamento a livelli allarmanti. Nel medio e basso corso del fiume, la discreta capacità di autodepurazione consente il ripristino di condizioni qualitative complessivamente soddisfacenti.

Bacino del fiume Livenza

Lo studio di valutazione dei carichi inquinanti assegna al bacino del Livenza un apporto di nutrienti pari a 188 t/anno di fosforo e 3.350 t/anno di azoto, che rappresentano il 12% dei carichi veicolati a mare dai cinque bacini dell'Alto Adriatico. Il contributo principale deriva dai bacini del Noncello, del Meschio e del Monticiano, nella media pianura, ovvero dove sono localizzate le maggiori concentrazioni industriali ed insediative. Più in generale, in rapporto alla natura torrentizia del corso principale ed alle caratteristiche torrentizie del sistema Cellina-Meduna, la qualità delle acque merita un'attenzione particolare soprattutto per l'evoluzione dei carichi provenienti dalla destra orografica. A tutt'oggi non sono comunque registrabili problemi generalizzati di inquinamento, se si eccettuano le aree prossime agli abitati di Pordenone, Vittorio Veneto, Conegliano e Motta di Livenza, ove può sussistere la possibilità di contaminazione delle falde nella zona di ricarica, per obsolescenza dei sistemi fognari e la modesta efficacia dei sistemi di depurazione.

Bacino del fiume Piave

Nel bacino del Piave, l'area tributaria del fiume principale risente della vistosa dissimmetria tra la parte montana e quella di pianura. La prima è infatti costituita da una serie di importanti affluenti in destra idrografica che attraversano diversi centri abitati, aree turistiche e produttive di tipo industriale influenzando notevolmente le caratteristiche qualitative dei corpi idrici recipienti; buona parte delle località turistiche e manifatturiere dell'alto Piave sversano infatti reflui civili direttamente in alveo, senza sottoporli nella maggior parte dei casi ad idonei trattamenti depurativi.

Un secondo importante fattore che va a detrimento della qualità idrica delle acque è costituito dalle derivazioni a scopo idroelettrico; tali derivazioni non causano fenomeni di inquinamento diretto ma con le detrazioni di portata attuate provocano un aumento notevole delle concentrazioni relative di elementi inquinanti presenti nell'acqua.

Nella seconda parte del fiume gli apporti inquinanti di maggior rilievo diventano di tipo agricolo e civile; le immissioni derivanti dall'uso irriguo, qualitativamente trascurabili, rappresentano una minaccia dal punto di vista qualitativo poiché trasferiscono gli elementi nutritivi prodotti dal dilavaggio dei terreni agricoli in corsi d'acqua già pesantemente compromessi dall'esiguità delle portate in alveo.

Lo studio di valutazione dei carichi inquinanti eseguito dall'Autorità di bacino porta a concludere che l'apporto di nutrienti a carico del bacino del Piave può essere valutato in 372 t/anno di fosforo ed in 5.727 t/anno di azoto, che rappresentano rispettivamente il 23% ed il 21% dei carichi di nutrienti complessivamente veicolati a mare dai cinque bacini dell'Alto Adriatico. L'analisi ha messo anche in evidenza come il bacino del Piave nel suo complesso risulti essere affetto da problemi di inquinamento da nutrienti in maniera localizzata dimostrando ancora una discreta capacità di autodepurazione; le aree maggiormente sensibili includono pertanto realtà insediative o industriali che potenzialmente contribuiscono in misura maggiore all'apporto di carico organico e di nutrienti e sono essenzialmente quelle di Belluno, Feltre, Pedavena, San Donà di Piave ed Eraclea e Ceggia.

I fiumi del Bacino Brenta-Bacchiglione

Nel bacino del fiume Brenta-Bacchiglione la necessità di tutela della qualità delle acque assume carattere di somma rilevanza, dal momento che in esso sono comprese le più importanti concentrazioni industriali e residenziali del Veneto. L'analisi delle quantità di nutrienti veicolati a mare porta a valutare una quantità di fosforo intorno a 500 t/anno e di azoto intorno a 8.000 t/anno, che rappresentano rispettivamente il 31,3% ed il 29% dei carichi veicolati complessivamente dai cinque bacini dell'Alto Adriatico.

Nonostante l'assoluta priorità, accordata negli ultimi anni alla realizzazione di efficaci impianti di depurazione e di sistemi fognari, appare ancora problematica la condizione dei maggiori centri urbani, con le relative zone industriali, ubicati in corrispondenza della fascia di ricarica delle falde; si ricorda in proposito che le due città maggiori, Vicenza e Padova, immettono una parte consistente dei loro reflui non depurati nei corpi idrici superficiali.

Ciò premesso, sulla base delle conoscenze a tutt'oggi disponibili, la qualità delle acque pare mantenersi nel bacino montano complessivamente buona, soprattutto grazie alle azioni di controllo degli scarichi civili ed industriali, anche se la progressiva azione degli impianti di depurazione non ha sempre risolto tutte le cause di degrado dei corpi idrici superficiali.

Il deterioramento della qualità aumenta procedendo verso valle, sia per il progressivo sommarsi delle cause di inquinamento civile ed industriale, che per il sostanzioso apporto di carichi diffusi conseguenti all'utilizzo agricolo del territorio, in quanto le aree coltivate del bacino scolante sono sempre più estese; nel basso bacino, per l'apporto inquinante della città di Padova, la rete idrografica presenta uno stato qualitativo pessimo. Attraverso lo studio di valutazione dei carichi inquinanti eseguito dall'Autorità di bacino, le aree più sensibili sono state individuate nelle fasce pedemontane e di pianura, ed i centri abitati maggiormente interessati sono Schio, Vicenza, Recoaro Terme, Valdagno, Thiene, Bassano del Grappa, Padova, Abano Terme.

Bacino del fiume Po

La qualità delle acque superficiali del fiume Po è stata oggetto di importanti indagini promosse dall'Istituto di ricerca sulle acque (anni 1977 e 1991) che, sulla scorta dei dati analitici raccolti nell'arco di circa un quindicennio (coliformi fecali, ammoniaci, metalli, ecc.), ha individuato due aree di maggiore inquinamento corrispondenti ai tratti influenzati dall'agglomerato torinese e a quello che riceve gli apporti dal bacino del Lambro. Le tre componenti inquinanti, civile, industriale e agricola, studiate lungo l'asta fluviale, sono ugualmente responsabili delle condizioni evidenziate: la prima delle tre per la forte carica microbica; la seconda per i fenoli, i PCB, i solventi, i polifosfati, il mercurio, il cromo ed altri metalli tossici e la terza, cioè l'agricoltura, per i pesticidi la cui presenza è rilevabile abitualmente in varie stazioni lungo il Po.

L'insieme di queste componenti inquinanti rende le acque del fiume incompatibili con l'uso balneare e limita fortemente l'approvvigionamento di acquedotti destinati al consumo umano, mentre si ha in generale il rispetto degli standard di qualità fissati per il mantenimento di una vita acquatica equilibrata.

Sulla scorta delle indicazioni fornite da queste precedenti indagini, l'Autorità di bacino del fiume Po, in collaborazione con le regioni, la Provincia autonoma di Trento, l'Ufficio idrografico di Parma e il Magistrato per il Po, ha istituito una rete di monitoraggio per la classificazione dei corsi d'acqua in funzione di alcune caratteristiche qualitative, seguendone l'andamento nel tempo, al fine di valutare non solo lo stato delle acque, ma anche l'efficacia delle azioni di risanamento indotte dagli interventi depurativi e l'introduzione di norme specifiche nel settore. Tra le stazioni di monitoraggio esistenti ne sono state scelte 58, di cui 36 poste lungo i principali affluenti, ubicate in particolare in prossimità delle sezioni di chiusura dei sottobacini e, per alcuni casi giudicati particolarmente critici, anche lungo l'asta del corso d'acqua, 12 stazioni lungo l'asta del Po ubicate in funzione dell'immissione dei principali affluenti e 10 stazioni nei laghi alpini di maggiori dimensioni.

Il sistema di classificazione utilizzato è quello proposto dall'IRSA-CNR (si veda

tab. 11 del testo). Tali parametri consentono di seguire lungo l'asta dei fiumi l'inquinamento di origine prevalentemente civile e agro-zootecnica e di valutare gli effetti degli apporti dovuti agli affluenti principali. La generalizzata mancanza di informazioni adeguate riguardanti i microinquinanti di origine industriale limita fortemente la possibilità di estendere il quadro generale agli apporti dovuti a tale attività. E' stato introdotto anche l'azoto nitrico perché facilmente correlabile allo schema adottato e per l'importanza attribuita al rilevamento di questo parametro dalle direttive di tutela delle acque recentemente adottate dal Consiglio dell'Unione Europea.

La sintesi della ricerca effettuata, utilizzando i dati opportunamente omogeneizzati relativi al triennio 1990-92, indica, prendendo a riferimento l'ultimo anno di controllo che il 64% dell'asta è in condizioni di media-buona qualità, il 28% può essere considerato di media qualità (o scarsamente inquinato) e che il 9% è da definire di cattiva-pessima qualità (mediamente-fortemente inquinato).

Dalla classificazione è evidente la "capacità autodepurativa" che si manifesta lungo l'asta del fiume. In particolare prendendo a riferimento il 1992 si riscontra buona qualità a monte di Torino, cattiva-pessima qualità per un breve tratto a valle dell'hinterland, media qualità dalla foce del Sesia fino alla foce del Lambro, cattiva qualità dopo l'immissione del Lambro che raccoglie i reflui di Milano e di buona parte del suo hinterland.

Successivamente la qualità delle acque migliora fra foce Nure e Enza, grazie alla capacità autodepurativa e alla mancanza di apporti inquinanti consistenti, per poi peggiorare per un breve tratto tra la foce del Taro e la foce dell'Enza e migliorare dopo la foce dell'Oglio. E' evidente il pessimo stato qualitativo del fiume Lambro e la sua incidenza sulla qualità delle acque del fiume Po. Molto scadente è anche la qualità delle acque del torrente Crostolo e di alcuni fiumi appenninici. Occorre evidenziare come l'inquinamento localizzato in corrispondenza dello scarico del depuratore aziendale di Torino (3.000.000 abitanti equivalenti) sia di natura strutturale.

Infatti sebbene l'impianto fornisca un effluente i cui valori sono al di sotto dei limiti di legge, una derivazione di notevole entità rende il tratto di Po che riceve tali scarichi privo della portata necessaria per diluire opportunamente il carico sversato. Analizzando l'andamento dei singoli parametri, per esempio la concentrazione di ammoniaca, si riscontrano due picchi: il primo (minore e relativo soltanto al 1990) in corrispondenza di Torino e il secondo (maggiore) in corrispondenza del Lambro. A pochi chilometri a valle dell'immissione del Lambro si ha una forte caduta della concentrazione dell'ammoniaca, attribuibile verosimilmente ad effetti di diluizione e autodepurazione. L'incremento delle concentrazioni di ammoniaca che si evidenziano nel tratto medio terminale (Enza-Mincio) è dovuto alla immissione dei bacini su cui gravita la maggiore concentrazione zootecnica del bacino.

Per il fosforo ortofosfato si osservano due picchi delle concentrazioni uno a valle di Torino e uno a valle della confluenza del fiume Lambro; valori elevati si osservano anche da foce Crostolo a foce Mincio. Questo è attribuibile alle fonti di generazione che, da prevalentemente urbane, diventano, nella seconda parte del corso del Po, prevalentemente agricole e zootecniche. Il BOD, diversamente dal COD, è misurato con minore frequenza ed è mancante in buona parte del bacino, tuttavia si possono cogliere aree critiche nel Po a valle dell'immissione del depuratore di Torino, del Lambro, nel Po poco a valle della foce Lambro, nonché nel Crostolo. Il COD, in aggiunta ai punti critici per il BOD, presenta ulteriori aree critiche nel Belbo e nel Cervo. Anche l'esame della distribuzione delle cariche batteriche lungo il Po evidenzia tre zone di maggiore contaminazione, corrispondenti al tratto influenzato da Torino, a quello a valle dell'immissione del fiume Lambro e a quello nel quale confluiscono l'Enza e il Crostolo. La sensibile diminuzione delle cariche batteriche, che si verifica a valle di tali immissioni e i bassi valori nel tratto terminale sono indice di una residua ma comunque significativa capacità di autodepurazione del fiume.

Le concentrazioni di tensioattivi sono generalmente basse: <0,050 mg/l per i MBAS, <0,040 mg/l per i BIAS.

Il confronto diretto con i dati raccolti da precedenti campagne sul Po negli anni '70,

limitatamente al parametro MBAS e alla sola stazione di Pontelagoscuro, mostra una diminuzione delle concentrazioni sia per quanto riguarda il valore medio che il valore massimo. La classificazione utilizzata non esamina la componente industriale nel suo complesso. Tuttavia in funzione dei parametri che sono disponibili nelle diverse stazioni della rete di monitoraggio e dei dati desumibili dal rapporto IRSA si possono trarre alcune considerazioni. I valori di concentrazione di cadmio superano nettamente i valori di riferimento propri delle acque dolci incontaminate lungo tutto il corso del fiume, con valori di punta in corrispondenza dell'area torinese e della confluenza del Lambro. Analogo comportamento hanno le concentrazioni di zinco.

I dati confermano il ruolo determinante dell'industria come fattore in grado di modificare la qualità delle acque, in particolare quelli relativi ai microinquinanti organici, che sono stati ricercati con sistematicità solo nella stazione di Pontelagoscuro (solventi, fosfati organici). Le concentrazioni di fenoli sono generalmente molto vicine al limite di rilevanza del metodo analitico utilizzato (0,001 mg/l).

Il confronto con precedenti campagne indica una sostanziale stabilità della contaminazione. Per quanto riguarda l'agricoltura un contributo specifico all'inquinamento è dato dall'atrazina; per questo parametro nella stazione di Pontelagoscuro si è passati da una concentrazione di 0,10 g/l nel 1989-90 ad una di 0,04 g/l nel 1991 e tale diminuzione è da mettere in relazione all'entrata in vigore di provvedimenti legislativi a carattere restrittivo.

Si può concludere che i metalli, i pesticidi e gli altri microinquinanti siano reperibili nelle acque con concentrazioni generalmente molto basse, ma sono possibili loro accumuli lungo la catena alimentare.

La contaminazione da mercurio è, infatti, ancora assai elevata; sono state rilevate infatti concentrazioni non trascurabili nelle uova di tre specie di uccelli deltizi. Nei pesci sono stati rilevati diversi microinquinanti organici e, soprattutto, notevoli concentrazioni di PCB. In termini di carichi sversati nel Mare Adriatico, si riportano i valori dei parametri descrittivi dello stato qualitativo complessivo del bacino, rilevati a Pontelagoscuro (FE), stazione convenzionalmente ritenuta a chiusura di bacino del Po.

In particolare nel quadriennio 1990-93, caratterizzato da una portata media di 1.500 mc/s, sono transitate giornalmente in media 23 t di azoto ammoniacale, 300 t di azoto nitrico, 27 t di fosforo totale, 10 t di fosforo reattivo, 350 t di BOD, 2.300 t di COD, 5 t di tensioattivi (MBAS) e 500 kg di fenoli. In sintesi si può affermare che il fattore contaminante presente con maggiore continuità è identificabile con i coliformi fecali. I microinquinanti organici di origine industriale e agricola, così come i metalli tossici, sono, a parte alcuni picchi descritti precedentemente, presenti in concentrazioni in genere molto basse ed anche i nutrienti non raggiungono livelli tali da costituire un problema in ambienti foci.

La situazione qualitativa dei laghi alpini di maggiori dimensioni (Lago Maggiore, Como e Garda) è desumibile dall'esame dei dati e dalle elaborazioni disponibili relative allo stato di trofia e alla balneazione.

Lago Maggiore

In base alle ricerche limnologiche eseguite con continuità negli ultimi 50 anni dall'Istituto italiano di idrobiologia di Pallanza, il periodo antecedente gli anni '60 vede nell'ecosistema lacustre uno stato di oligotrofia che si trasforma nel ventennio successivo in uno stato di mesotrofia. Un parziale miglioramento si registra negli anni '80 ed è attribuibile alla messa in opera di significative azioni di risanamento sulle principali immissioni.

Tali azioni sono conseguenti all'adozione di provvedimenti legislativi che hanno imposto limiti di accettabilità via via più restrittivi sia nella concentrazione degli inquinanti presenti negli scarichi che nella composizione di alcuni prodotti, tra cui principalmente i detergenti. Lo stato trofico attuale, che registra gli influssi favorevoli indotti dalle azioni di risanamento, si caratterizza per una evoluzione in senso positivo, testimoniata dal raggiungimento e dal mantenimento del limite inferiore della mesotrofia, con presenze anche al limite superiore dell'oligotrofia.

Accanto a una diminuzione della produttività algale, si ha un aumento della complessità dei popolamenti ed una diminuzione delle concentrazioni di metalli nei sedimenti.

Lago di Como

In base a quanto riportato nella relazione finale del "Progetto finalizzato al contenimento dei fenomeni di eutrofizzazione nelle acque del Lario" del marzo 1993, promosso dal Ministero dell'ambiente, dalla regione Lombardia e dalla provincia di Como, la condizione trofica naturale coincide con uno stato di oligotrofia. Per questo lago negli anni Settanta si sono registrate le maggiori concentrazioni del fosforo totale, elemento limitante della produzione algale, e lo stato corrispondente assunto dall'ambiente lacustre è stato quello della eutrofia.

A partire dagli anni 1977-78 si è registrata una inversione di tendenza che è continuata negli anni Ottanta. Nell'ultimo decennio infatti il Lario è stato interessato da un sostanziale miglioramento della condizione trofica, passando da uno stato di eutrofia ad uno stato di mesoeutrofia. Ciò in particolare è testimoniato dall'aumento del rapporto tra azoto inorganico totale e fosforo reattivo, che da un valore pari a 15 negli anni '70 passa al valore attuale di 26, e dalla diminuzione dei valori medi di clorofilla.

Lago di Garda

Negli ultimi 15 anni il lago di Garda ha subito una modificazione della condizione trofica parzialmente diversa da quella degli altri due grandi laghi subalpini, Maggiore e Como, passando da una situazione coincidente con il limite superiore dell'oligotrofia nella seconda metà degli anni '70 ad una situazione che si colloca dalla seconda metà degli anni '80 ad oggi al limite inferiore della mesotrofia. Secondo quanto si può desumere nello studio pubblicato nel 1990 dal Centro comune di ricerca della Commissione delle Comunità europee, si stima che per raggiungere l'obiettivo finale del risanamento coincidente con lo stato di oligotrofia naturale del bacino, sarà necessaria una riduzione del 65% del carico attuale di fosforo di origine antropica.

Bacino del fiume Arno

Sulla base dei criteri di classificazione delle acque superficiali proposti dall'IRSA-CNR i parametri utilizzati per determinare la qualità delle acque dell'Arno sono i seguenti: ossigeno disciolto, COD, azoto ammoniacale, fosforo (fosfati) e coliformi fecali. Per l'analisi dei dati relativi all'inquinamento sono state scelte in provincia di Arezzo due stazioni campione: Buon riposo e confine di provincia. Il primo tratto dell'asta del fiume Arno risulta, come era da attendersi, dagli anni '70 fino ad oggi, di classe I, mentre alla stazione di Buon riposo si osserva un peggioramento della qualità delle acque (classe II) che, tuttavia, riguarda solo i parametri ammoniacale e coliformi fecali con un andamento che è rimasto pressoché costante nel tempo. Alla stazione di confine di provincia la qualità delle acque peggiora ulteriormente soprattutto per il parametro ammoniacale risultando di classe III. Nel tratto aretino dell'Arno si evidenzia un inquinamento crescente da monte verso valle, in relazione alla presenza di scarichi civili e zootecnici. Nella provincia di Firenze l'analisi dei risultati è basata su tre punti di campionamento: Anconella (a monte degli scarichi dell'area fiorentina), Signa (a valle degli scarichi dell'area fiorentina e di parte di quella pratese), Camaioni (a valle degli scarichi dell'area pratese). Già negli anni 1970-75 la qualità delle acque del fiume Arno risultava compromessa alla stazione di prelevamento dell'Anconella, in quanto, sia in periodo di morbida che di magra, non si rientra mai nella classe I e II per i parametri azoto ammoniacale e fosfati. La qualità peggiora notevolmente fino all'ultima classe di qualità nei successivi punti di campionamento di Signa e Camaioni. Nel periodo 1975-91 sono stati attivati numerosi impianti centralizzati di depurazione, quali Bagno a Ripoli, Prato-Baciacavallo, Rignano, Incisa, Figline, Poggibonsi, Castelfiorentino, Empoli ed altri impianti minori. Esaminando l'evoluzione delle caratteristiche qualitative del fiume Arno si evidenzia un trascurabile miglioramento rispetto al periodo precedente. Questo risultato d'altra parte era prevedibile, dal momento che a tutt'oggi la maggior parte degli scarichi civili non viene trattata. Le stazioni scelte per la discussione dei risultati nella provincia di Pisa sono quella di Fucecchio (FI), e quella di Calcinaiia, situata a valle di tutti gli apporti inquinanti e non ancora interessata al fenomeno della risalita delle acque di mare, avvertibile fino a circa 20 km dalla foce. Alla stazione di Fucecchio, pur risultando il fiume ap-

partenere all'ultima classe di qualità (classe IV) in base ai valori del COD e dei fosfati, la situazione risulta, soprattutto negli ultimi anni, migliore di quella verificata alle stazioni di Signa e Camaioni, anche in relazione ad un migliore effetto autodepurativo delle acque dovuto, oltre che alla naturale diluizione, anche all'immissione dell'Elsa che attualmente presenta bassi livelli di inquinamento.

Il sensibile decremento dei valori dell'azoto ammoniacale e dei coliformi fecali non è correlabile col valore del COD, che risulta addirittura più alto di quello registrato a monte dell'immissione dell'Elsa. Alla stazione di Calcinaia il fiume è sempre appartenente alla classe IV con ulteriore incremento, anche se di lieve entità, nei valori del COD, dell'azoto ammoniacale e dei coliformi fecali; allo stato attuale comunque l'apporto inquinante dell'Usciana, pur determinando un peggioramento complessivo della qualità delle acque, non causa situazioni ambientali critiche come accadeva negli anni 1975-83. Da un punto di vista storico, si evidenzia un sensibile miglioramento della qualità delle acque sia alla stazione di Fucecchio, in concomitanza con l'insediamento degli impianti di depurazione del Calice e di Baciacavallo (1985), sia alla stazione di Calcinaia in seguito all'installazione degli impianti centralizzati della zona del cuoio (1984). In particolare alla stazione di Calcinaia non sono più stati rilevati valori di COD (452 mg/l nel 1975 e 290 mg/l nel 1979) tipici di collettori fognari, che si accompagnavano a stati di quasi anossia del corso d'acqua con conseguente sviluppo di maleodoranze, avvertibili fino a valle della città di Pisa.

La qualità biologica delle acque del bacino dell'Arno è stata valutata utilizzando l'EBI, i dati rilevati negli anni 1982 (periodo di morbida) e 1985 (periodo di magra spinta) nel tratto aretino hanno evidenziato che la qualità biologica delle acque del bacino dell'Arno, oltre che dai carichi inquinanti diretti, dipende in larga misura dalle diverse condizioni di portata dei corsi d'acqua.

Sono stati infatti riscontrati nel tratto casentinese livelli di qualità biologica elevati: I e I-II classe, nel periodo di morbida, e II-III classe in quello di magra. Durante tale periodo, infatti è stato registrato un andamento della qualità biologica oscillante intorno a livelli qualitativi più bassi, tra la II e la III classe, con flessioni e recuperi, secondo la vicinanza delle stazioni di prelievo ai centri abitati; nel Valdarno livelli di qualità stabilizzati verso le classi più basse, III-IV classe, nel periodo di morbida e IV-III in quello di magra.

Negli anni successivi (1987-89-91) non sono state eseguite campagne di rilevamento sistematiche, sono state tuttavia effettuate indagini su tratti specifici. Il tratto Subbiano-Ponte Buriano, individuato per la creazione di parchi fluviali ed oasi protetta, oltre che come punto di prelievo di acqua potabile per la città di Arezzo, è stato oggetto di una ricerca che ha evidenziato un generale sistematico abbattimento della classe di qualità di tutte le stazioni campionate, segnalando quindi che, anche in condizioni di morbida, il livello di qualità si è abbassato di una classe nell'arco di 10 anni. In generale in questo periodo, nel tratto da Subbiano a Buon riposo, si è determinato un progressivo degrado della qualità delle acque, definito mediante mappaggi biologici eseguiti nelle tre campagne di rilevamento negli anni 1982-85-91.

Specificatamente nelle due stazioni di Subbiano e Buon riposo le comunità macrobentoniche evidenziano che nella prima stazione si è verificato un lento degrado del corpo idrico, che passa dalla I classe nel 1982 ad una classe intermedia (II-I) nel 1985 ed alla II classe nel 1991. Il peggioramento è denunciato dalla scomparsa, fra i Tricotteri, del genere *Perla*, organismo presente in corsi d'acqua non inquinati, tra i Tricotteri, della famiglia delle *Rhyacophilidae*, e tra gli Efemerotteri dei generi *Cloeon* ed *Ecdyonurus*. Anche a Buon Riposo si è registrata analogamente la scomparsa del genere *Perla* tra i Plecotteri che rimangono rappresentati solamente dal genere *Leuctra*, che meglio sopporta gli stress ambientali. Si osserva, inoltre, la scomparsa tra i Tricotteri di *Rhyacophila* e tra gli Efemerotteri di *Cloeon* e *Centropilum*.

Il bacino del fiume Arno è caratterizzato dalla presenza di insediamenti di tipo civile, agricolo, zootecnico ed industriale, valutabili in circa 8.500.000 abitanti equivalenti (di cui circa 2.500.000 sono costituiti dalla popolazione residente).

L'urbanizzazione spinta, che ha portato alla concentrazione della popolazione lungo l'asse Firenze - Prato - Pistoia - Montecatini T. - Lucca e lungo l'asta dell'Arno, nel tratto Firenze - Pisa, è avvenuta spesso a scapito di infrastrutture primarie, quali reti fognarie ed impianti di depurazione.

Negli ultimi anni la situazione è migliorata, sono stati infatti realizzati numerosi impianti di depurazione, alcuni anche di capacità notevoli (come ad esempio quelli del comprensorio del cuoio), con una capacità effettiva di depurazione stimata in 4,5 milioni di abitanti equivalenti. Gli impianti di depurazione esistenti inoltre non raggiungono sempre la loro massima potenzialità per la carenza di allacciamenti fognari ai depuratori stessi. Ciò produce un duplice danno: i depuratori funzionano solo parzialmente ed i liquami non allacciati continuano a provocare inquinamento diffuso sia sul suolo che sui corpi idrici. Grave risulta essere la situazione di Firenze, ove una pressione antropica pari a oltre 1.000.000 di abitanti equivalenti scarica direttamente in Arno le sue acque, senza alcun trattamento depurativo.

Generalmente la situazione migliora dove i reflui civili ed industriali vengono trattati in impianti consortili, determinando una gestione più rigorosa.

La maggior parte dell'inquinamento di origine agricolo-zootecnica è concentrato nell'area circostante la Val di Chiana: gli allevamenti avicoli e suinicoli interessano soprattutto la zona aretina (42%), la senese (23%) e la umbra (13%).

Il notevole carico inquinante dovuto a queste attività, che generalmente sono prive di adeguati ed efficienti sistemi di trattamento delle deiezioni, viene disperso quasi totalmente nell'ambiente. A valle di Firenze il comprensorio del tessile contribuisce con scarichi pari ad una pressione di circa 1.400.000 abitanti equivalenti; di questi 1.100.000 sono depurati commisti a liquami di origine civile.

Il comprensorio del cuoio contribuisce con un carico inquinante stimabile in circa 3.200.000 abitanti equivalenti; di questi più di 3.000.000 sono attualmente depurati. Nonostante l'alto rendimento degli impianti, pari al 98%, le acque, che giungono all'entrata del trattamento con valori di COD pari a 10.000-15.000 mg/l ed elevate concentrazioni in cloruri e solfati, vengono restituite con valori a volte maggiori dei parametri indicati nella tabella A della Legge n. 319 del 1976. Nel settore cartario 20 delle 29 cartiere della Valdinievole, ricadenti nel bacino dell'Arno, sono servite dal depuratore di Veneri e scaricano di regola nella Pescia di Collodi; le restanti utilizzano per la depurazione impianti posti in vicinanza delle fabbriche. Per questi impianti si dispone di dati disomogenei riguardo ai consumi idrici e non completi riguardo alla qualità delle acque restituite. La situazione più critica per il fiume risulta attualmente ubicata immediatamente a valle di Firenze; ciò è del resto confermato anche dai dati relativi ai parametri chimici, nonostante i valori siano tra loro non sincroni e non correlati alla portata ed alla temperatura; essi hanno, pertanto, solo un valore indicativo per una descrizione reale e scientifica dello stato del corso d'acqua, pur fornendo una misura qualitativa del grado di inquinamento del fiume.

Bacino del fiume Tevere

La qualità delle acque del fiume Tevere si mantiene ad ottimi livelli fino alla Diga di Montedoglio. Al Ponte di Pistrino la qualità degrada a causa degli scarichi di grossi insediamenti quali quelli del comune di Anghiari e di San Sepolcro (complessivamente 21.000 abitanti) privi di depuratore. A monte dell'invaso di Montedoglio, il Tevere attraversa territori connotati da bassa densità di popolazione e ridotte percentuali di addetti all'agricoltura ed all'industria. In questo tratto di fiume le esigenze di disinquinamento si legano essenzialmente all'uso potabile della risorsa, previsto fra le destinazioni delle acque raccolte dall'invaso stesso. Attualmente è in fase avanzata di realizzazione il completamento del sistema di depurazione delle acque reflue nel bacino sotteso da Montedoglio e la bonifica delle discariche ivi esistenti.

I maggiori apporti inquinanti in questo tratto sono dovuti alla diretta immissione nel Tevere delle fognature dei comuni di Pieve S. Stefano, Chiusi della Verna e Caprese Michelangelo. Tali scarichi determinano un tasso di inquinamento non uniforme, ma concentrato nei tratti di immissione delle fognature comunali.

Nel tratto del Tevere presso Città di Castello le esigenze di disinquinamento si legano essenzialmente all'uso della risorsa per il tempo libero, in particolare, per la nautica sportiva. Lo stato di inquinamento si determina successivamente all'immissione del torrente Cerfone ed agli scarichi dei collettori di Città di Castello.

Nel territorio attraversato da questo tratto del Tevere un attenuamento dei fenomeni sopra descritti è previsto in relazione alle opere di razionalizzazione della rete fognaria e degli impianti di trattamento dei reflui, che faranno riferimento

al depuratore di Città di Castello, e che sono in corso di realizzazione.

In prossimità della parte terminale del bacino del Chiascio, nel territorio presso Petri-guano e Bastia, le esigenze di disinquinamento si legano essenzialmente all'uso potabile della risorsa derivante dalle falde.

In particolare l'acquifero utilizzato nel campo pozzi di Petri-guano, per gli usi civili di Perugia e dei comuni vicini, presenta un grado elevato di vulnerabilità all'inquinamento in quanto ospitato in materiali alluvionali ad alta permeabilità non protetti, con una piezometrica molto al di sotto del livello dei corsi d'acqua (rialimentazione indotta) e con una intensa attività antropica, prevalentemente agricola, ma anche artigianale ed industriale. È stato calcolato che la popolazione equivalente totale del bacino del Chiascio è pari a 649.270 abitanti. Di tale popolazione il 51,5% è da ascrivere alla popolazione equivalente animale, il 36,4% alla popolazione equivalente industriale, il 12,1% a quella residente.

Il campionamento delle acque relative a 104 dei 150 pozzi, ricadenti nel territorio in esame, ha rilevato le specie azotate ed i fosfati tra gli elementi indesiderabili, e l'atrazina tra quelli tossici. In particolare, la distribuzione delle specie azotate fa rilevare, innanzitutto, valori elevati di nitrati su tutta l'area, che superano generalmente i 50 mg/l, valore soglia di potabilità fissato a termini di legge.

Gli stessi pozzi idropotabili, pur captando la falda a notevoli profondità, hanno presentato valori alti di nitrati e poco variabili nel tempo.

Tra i parametri tossici, la ricerca dell'atrazina, diserbante utilizzato prevalentemente per le colture a mais, su 12 campioni, ha dato risultati piuttosto allarmanti; 4 campioni presentano valori maggiori di 100 mg/l, concentrazione massima ammissibile per legge. Nel tratto dell'Aniene fra Tivoli e la confluenza col Tevere le esigenze di disinquinamento si legano agli usi produttivi agricoli, propri delle aree coltivate prossime al fiume, ed agli usi per il tempo libero ed il turismo.

La parte terminale del fiume Aniene è notevolmente compromessa soprattutto a causa degli scarichi urbani ed industriali. Gli effetti di questi ultimi sono particolarmente gravi sia per la considerevole estensione di insediamenti civili abusivi, privi pertanto di una adeguata rete fognaria e di depurazione, sia per la presenza diffusa di piccole industrie ed attività artigianali, prive anch'esse di adeguati sistemi di smaltimento di depurazione. In questo tratto è presente un livello di inquinamento nettamente superiore a quello del resto del bacino con quantità molto elevate di BOD, tensioattivi, azoto, solventi. Inoltre, il tenore di ossigeno disciolto estremamente ridotto è tale da non consentire alcun processo di autodepurazione del corso d'acqua o la vita acquatica di popolazioni ittiche poco esigenti. Nel tratto urbano del Tevere, a valle della Diga di Castel Giubileo, lo stato di inquinamento è da addebitarsi quasi esclusivamente agli scarichi civili. Infatti, nel territorio del comune di Roma vi sono numerosi collettori che si immettono direttamente o indirettamente nel fitto reticolo idrografico che caratterizza quest'ultima parte del bacino del fiume Tevere. Anche qui le esigenze di disinquinamento si legano prevalentemente agli usi per il tempo libero ed il turismo, anche in riferimento alla costa prospiciente la foce del Tevere, nonché agli usi produttivi agricoli a valle della città. L'ossigeno disciolto è uno degli indici più significativi della purezza di un corso d'acqua ed è condizione indispensabile alla vita dei pesci e di ogni altro organismo acquatico. Premesso che i fattori che possono influire sulla concentrazione dell'ossigeno sono numerosi (temperatura, attività batterica, fotosintesi, condizioni di re-aerazione dall'atmosfera ecc.), è accertato che un incremento di inquinamento da scarichi civili o industriali generalmente provoca disossigenazione.

Una brusca diminuzione della percentuale dei campioni con concentrazione di ossigeno inferiore a 7 mg/l O₂ si riscontra in corrispondenza delle stazioni di misura Lunghezza, sull'Aniene, ed a valle del Nera, sul Tevere.

L'immissione nel fiume di scarichi civili o industriali causa una progressiva diminuzione della concentrazione di ossigeno disciolto e quindi della qualità delle acque, che si manifesta in maniera particolarmente evidente nell'area urbana di Roma e nella parte terminale dell'Aniene. Mentre fino a monte di Roma il fiume Tevere sembra conservare una certa capacità di diluizione e di autodepurazione, a valle di Roma la situazione è decisamente diversa. Gli apporti degli scarichi urbani della città e delle acque altamente inquinate dell'Aniene producono un brusco peggioramento delle caratteristiche di qualità che si ripercuote drasticamente sul bilancio di ossigeno, il quale, nei me-

si estivi in cui è più sviluppata l'attività biologica e minore è la portata, raggiunge valori minimi intorno a 2 mg/l.

Con esclusione dei comuni la cui sede municipale ricade al di fuori del bacino, della città di Roma e dei comuni dei quali non sono pervenute notizie, sono 208 i comuni provvisti di impianto (funzionante, non funzionante o in costruzione) mentre sono 88 i comuni che ne sono sprovvisti.

E' da sottolineare la diffusa presenza di fosse Imhoff, specialmente dove la morfologia del territorio rende difficile la realizzazione di adeguate strutture di collettamento. Sono comunque presenti in alcuni centri abitati impianti con sistemi di depurazione abbastanza sofisticati (abbattimento del fosforo e dell'azoto), il cui controllo è affidato a ditte private. Su un totale di 1.722.591 abitanti residenti (esclusa Roma) risultano 847.190 abitanti serviti dagli impianti e 3.635 abitanti serviti da fosse Imhoff. Quindi appena il 49,2% degli abitanti residenti è servito da impianti e lo 0,2% da fosse Imhoff. Inoltre la capacità di progetto degli impianti è pari a 730.430 abitanti mentre quella delle fosse è pari a 5.180 abitanti, che espressa in percentuale rispetto alla popolazione residente risulta pari al 42,4% per gli impianti ed allo 0,3% per le fosse.

È stato calcolato il carico inquinante trattato dal sistema di depurazione e quello sversato direttamente nelle acque superficiali facendo riferimento alla popolazione servita, a quella di progetto ed a quella totale, residente nel Bacino, ed espresso in BOD.

Il carico di BOD derivante dalla popolazione servita dai depuratori risulta pari a 47.442.640 g/g mentre quello derivante dalla popolazione servita dalle fosse Imhoff è risultato pari a 203.560 g/g. Se il parco impianti fosse regolarmente funzionante il carico rimosso risulterebbe pari a 2.698.376 g/g per i depuratori e 61.068 g/g per le fosse Imhoff. Si deduce quindi che il BOD sversato sarebbe pari al 55,7% del carico totale di BOD prodotto dalla popolazione residente nel Bacino (96.465.096 g/g).

Dalle indagini condotte si è dedotto che le disfunzioni degli impianti possono essere dovute al tipo di gestione, prevalentemente comunale, al sottodimensionamento rispetto al carico inquinante ed alle fluttuazioni di portata. Per migliorare la qualità del sistema depurativo devono quindi essere risolti problemi di natura sia tecnica che gestionale. Al fine di programmare azioni di intervento è comunque doveroso precisare che i dati utilizzati per questo studio sono da verificare, in quanto non sono stati desunti da indagini condotte con l'ausilio di sopralluoghi bensì derivano da schede conoscitive compilate dagli stessi comuni. La città di Roma è servita da quattro grossi impianti di depurazione. Per quanto riguarda invece l'area metropolitana, in alcuni centri abitati, ma isolati territorialmente, a causa di problemi di natura tecnico-economica, si è provveduto alla realizzazione di impianti a potenzialità limitata. Alcuni sono già stati realizzati, come quello di Falcognana che serve 3.000 abitanti di progetto, altri sette sono invece previsti dal Piano di risanamento idrosanitario delle borgate.

Il lago Trasimeno

Il lago Trasimeno è caratterizzato da variazioni di livello strettamente collegate alle condizioni climatiche. Negli ultimi vent'anni è diventato il centro di una grossa attività turistica, mentre sono state incrementate le attività tradizionali della pesca e dell'irrigazione.

Il lago ha infine una notevole valenza paesaggistica ed ambientale, caratterizzata ancora dalla presenza di specie animali e vegetali tipiche, e costituisce praticamente l'unico ambiente palustre di grosse dimensioni dell'Italia centrale.

Il lago Trasimeno, che non ha emissari naturali ed è situato ad una ventina di km ad ovest di Perugia, ha una profondità media intorno ai 4 m, mentre la profondità massima è di circa 6 m. Il lago ha un'area variabile compresa fra 115 e 125 kmq. Il bacino imbrifero complessivo misura un'area di 309 kmq e quindi il bacino scostante varia col variare dell'area dello specchio da 184 a 194 kmq.

Il bacino imbrifero molto poco permeabile, coincide grosso modo con il bacino idrologico e pertanto le risorse idriche immagazzinate nel bacino sono modeste.

Il lago ha una morfologia piatta ed è quasi tutto bordato da un fitto canneto che occupa in media poco meno del 10% di tutta la superficie dello specchio.

La piovosità media annua sul bacino del lago è intorno agli 800 mm con estremi piuttosto variabili che vanno da oltre 1.150 mm/anno a meno di 500 mm/anno.

La distribuzione stagionale delle temperature e delle precipitazioni provoca un'o-

scillazione annuale del livello per cui il lago tocca in genere la massima quota in aprile-maggio e la minima in settembre-ottobre.

La differenza fra il livello annuale massimo ed il minimo è attualmente, in media, di circa 40-50 cm.

La poca permeabilità del bacino scolante e la ridotta estensione rispetto allo specchio d'acqua, la bassa profondità e la morfologia piatta del lago, la distribuzione stagionale delle piogge e della temperatura sono le cause che legano strettamente la variazione del livello del lago alle condizioni climatiche.

Gli interventi per contenere le variazioni del livello del lago vanno ricercati nell'ulteriore ampliamento del bacino imbrifero poiché la connessione artificiale esistente con il lago dei torrenti Tresa, Rigo Maggiore, Moiano e Maranzano non è in grado di mantenere il livello del lago al di sopra delle quote minime necessarie per non subire danni.

Gli studi condotti, in tutti i loro aspetti, dall'indagine storica al censimento dei dati di monitoraggio ambientale, dai rilievi topografici alle misure idrometriche, dalla modellistica sui fenomeni di piena e di bilancio del lago alle valutazioni di trasporto solido, hanno permesso di individuare la possibilità di allacciare uno, due o tre bacini.

Il dato più significativo conseguente all'allacciamento è che il tempo di ritorno dell'evento siccitoso passa dai 40 anni osservati ai ben 250 anni nell'ipotesi di allacciare tutti e tre i bacini individuati.

I vantaggi determinati dall'incremento del tempo di ritorno dell'evento siccitoso sono indubbi per quanto riguarda l'ecosistema naturale ed inoltre costituirebbe una garanzia, in quantità e qualità, per due importanti comuni che attingono acqua per usi idropotabili direttamente dal lago tramite impianti di trattamento.

I fiumi del Bacino Liri-Garigliano e Volturno

L'Autorità di bacino del Liri-Garigliano e del Volturno pur con una serie di prevedibili difficoltà dovuta all'innovazione amministrativa, tecnica, culturale e soprattutto operativa che la Legge 183/89 ha comportato, ha avviato alcune delle attività definite nella prima fase "Stato delle conoscenze" e nella seconda fase "Individuazione degli squilibri". Il Piano di bacino costituisce uno strumento di pianificazione territoriale dinamico ed in continuo aggiornamento preposto alla tutela dell'integrità fisica del territorio sotto i suoi molteplici aspetti (geologico, idrologico, idrogeologico, idraulico, ambientale, urbanistico, agrario e paesaggistico) con la finalità della difesa del suolo da ogni fenomeno di degrado del risanamento delle acque e razionalizzazione del patrimonio idrico. Data la vastità della materia oggetto di studio e la complessità della finalità della pianificazione è stato necessario definire, nella formazione e sviluppo del piano, gli obiettivi generali all'interno dei quali individuare quelli specifici di settore articolandone l'esecuzione temporale.

Gli obiettivi generali individuati sono di due tipi:

1. tutela e riqualificazione delle risorse territoriali:

- difesa del suolo sia da un punto di vista di sistemazione idrogeologica che di regimazione delle acque;
- tutela e recupero della qualità dei corpi idrici;
- gestione della risorsa idrica;
- tutela e corretto uso del territorio e valorizzazione dei beni culturali e paesistici;

2. strumentazione relativa:

- organizzazione del quadro conoscitivo e relativo aggiornamento;
- organizzazione della Segreteria tecnico-operativa;
- rete di monitoraggio nell'area di bacino;
- costituzione di un sistema informativo ed integrato con il SINA;
- ottimizzazione della gestione del bacino, attraverso la crescita strutturale e funzionale degli organismi pubblici preposti.

Partendo da questi obiettivi si è articolato il progetto di piano sintetico ma complessivo, flessibile, aperto, secondo le tre fasi: conoscitiva, individuativa e propositiva; suddividendo ciascuna di esse per tempi di realizzazione e per attività da svolgere.

Le azioni intraprese sono:

- a) attività conoscitiva già avviata riguardo l'organizzazione di un quadro conoscitivo del contesto fisico, ambientale ed antropico del territorio di bacino;
- b) attività di studio ed approfondimento delle conoscenze in alcuni settori prioritari;
- c) progetto preliminare del Piano di bacino;
- d) attività di studio in altri settori non urgenti relativi a risorse che interagiscono con le risorse acque e suolo, il cui sviluppo e articolazione scaturiranno da quanto già avviato dall'Autorità;
- e) attività propositiva che riguarda la definizione di norme, vincoli, prescrizioni e proposte di intervento finalizzate alla difesa delle acque, la conservazione, difesa e valorizzazione del suolo, la salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee ed il loro disinquinamento, la compatibilità ambientale dei sistemi produttivi, la salvaguardia dell'ambiente naturale, la diffusione e la divulgazione dei dati.

L'area del bacino idrografico Liri-Garigliano Volturno è soggetta a seri problemi territoriali che attualmente compromettono le risorse esistenti ed il loro razionale sviluppo.

Esistono aree sovrautilizzate il cui degrado, sia per cause antropiche che per fattori fisici, ha raggiunto livelli preoccupanti, mentre altre abbandonate il cui stato le ha rese particolarmente vulnerabili all'azione degli agenti esogeni.

Nell'ambito di queste problematiche fisiche ed in una logica di riequilibrio e organizzazione territoriale è stata avviata una preliminare analisi della realtà fisica del bacino definendo un primo quadro generale delle caratteristiche fisiografiche che assumono un carattere prioritario per la formulazione di programmi di salvaguardia, sviluppo e gestione delle risorse.

Le problematiche presenti possono essere ricondotte sostanzialmente alle seguenti tipologie:

- inondazioni;
- disequilibri idrogeologici;
- degrado ambientale e territoriale;
- recessione del litorale.

L'obiettivo principale da perseguire con l'elaborazione degli schemi previsionali e programmatici è stato quello mirato ad un'azione di riqualificazione territoriale-ambientale.

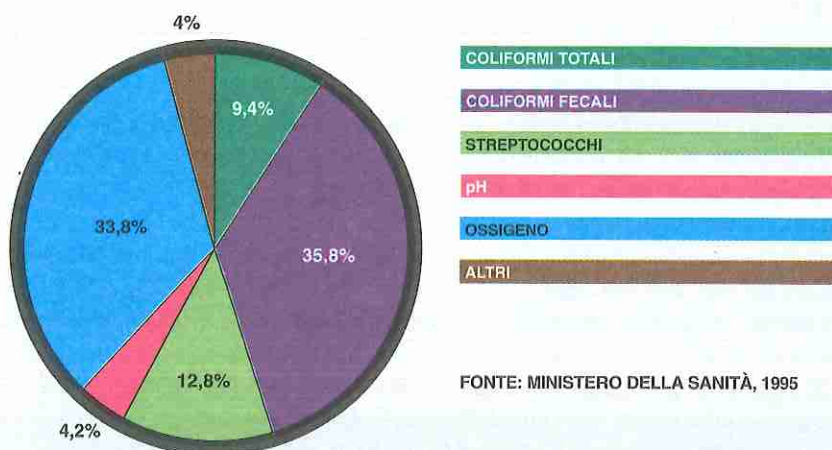
Le linee generali d'indirizzo fondate su principi essenziali e basilari di omogeneità e unità tecnica nella risoluzione delle varie problematiche, sono essenzialmente due:

- la prima mirata ad una conoscenza della realtà fisica del territorio. A tal fine, infatti, sono stati previsti studi inerenti i dissesti, la risorsa idrica, il trasporto solido fluviale, il modellamento del litorale;
- la seconda finalizzata alla rimozione dei pericoli e rischi esistenti.

Per gli interventi proposti, si è tenuto conto di tre criteri fondamentali: l'incolumità delle popolazioni, il danno incombente e la tutela ambientale.

FIGURA 1
ACQUE LACUSTRI:
RIPARTIZIONE %
DEI CAMPIONI [1]
NON FAVOREVOLI
ALLA BALNEAZIONE
PER PARAMETRI,
ANNO 1995

NOTA:
[1] punti di campionamento
con almeno 11 prelievi



FONTE: MINISTERO DELLA SANITÀ, 1995

TABELLA 1 SITUAZIONE DELLE ACQUE LACUSTRI AI FINI DELLA BALNEAZIONE [1], ANNO 1995

LAGO	PUNTI RILEVATI	CAMPIONI			PARAMETRI, % favorevoli								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	
LAGO MAGGIORE	79	972	781	80,3	93,5	84,1	91,0	96,0	99,5	100,0	100,0	96,5	
LAGO MERGOZZO	3	33	31	93,9	100,0	96,9	100,0	-	100,0	100,0	100,0	96,9	
LAGO ORTA	15	180	168	93,3	99,4	93,3	99,4	-	100,0	100,0	100,0	100,0	
LAGO VIVERONE	7	91	90	98,9	100,0	98,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
LAGO SIRIO	5	60	54	90,0	100,0	98,3	100,0	100,0	100,0	100,0	91,6	98,3	
LAGO CHIRLA	1	14	11	78,5	100,0	100,0	85,7	92,8	100,0	100,0	100,0	100,0	
LAGO LUGANO	10	140	73	52,1	98,5	84,2	94,2	94,6	97,8	100,0	100,0	62,8	
LAGO MONATE	4	56	54	96,4	100,0	98,2	98,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
LAGO DI VARESE	2	28	9	32,1	89,2	67,8	89,2	92,8	100,0	100,0	100,0	67,8	
LAGO DI COMABBIO	3	42	24	57,1	92,8	88,0	100,0	95,2	95,2	100,0	90,4	69,0	
LAGO D'ISEO	23	276	189	68,4	90,2	70,6	94,9	96,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
LAGO DI GARDA	125	1.500	1.355	90,3	97,8	90,8	97,9	99,2	100,0	100,0	100,0	100,0	
LAGO SANTA CROCE	3	39	37	94,8	100,0	97,4	100,0	100,0	100,0	97,4	100,0	100,0	
LAGO D'IDRO	18	217	143	65,8	100,0	95,8	99,0	97,9	100,0	100,0	100,0	69,5	
LAGO MOLVENO	1	12	11	91,6	100,0	100,0	91,6	-	100,0	100,0	100,0	100,0	
LAGO DI CALDONAZZO	8	96	95	98,9	100,0	100,0	98,9	-	100,0	100,0	100,0	100,0	
LAGO DI DOBBIACO	5	75	41	54,6	100,0	100,0	100,0	-	100,0	100,0	100,0	54,6	
LAGO DI FIÉ	7	98	97	98,9	100,0	98,9	100,0	-	100,0	100,0	100,0	100,0	
LAGO DI COSTALOVARA	5	64	28	43,7	100,0	100,0	100,0	-	54,6	96,8	100,0	43,7	
LAGO DI VARNA	4	52	48	92,3	100,0	100,0	100,0	-	100,0	100,0	100,0	92,3	
LAGO DI BOLSENA	48	582	531	91,2	94,3	97,4	97,9	-	100,0	100,0	100,0	96,5	
LAGO DI VICO	6	56	51	91,0	94,6	98,2	92,8	-	100,0	100,0	100,0	100,0	
LAGO DI BRACCIANO	31	372	229	61,5	94,0	83,8	94,3	-	100,0	100,0	100,0	70,4	
LAGO DI MARTIGNANO	1	12	10	83,3	91,6	83,3	83,3	-	91,6	100,0	100,0	91,6	
LAGO DI NEMI	2	24	18	75,0	100,0	95,8	100,0	-	75,0	100,0	100,0	91,6	
LAGO DI VARANO	25	315	287	91,1	100,0	95,8	97,7	-	100,0	100,0	96,1	99,0	
LAGO DI LESINA	28	336	321	95,5	98,5	97,9	97,6	-	100,0	100,0	100,0	97,6	
LAGO DI MEZZOLA	3	45	30	66,6	97,7	71,1	88,8	-	100,0	100,0	100,0	95,5	
LAGO DEL MORO	3	36	35	97,2	100,0	97,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
LAGO DI COMO	46	654	334	51,0	99,8	74,0	91,2	86,3	93,5	100,0	100,0	74,4	
LAGRO SEGRINO	4	56	33	58,9	100,0	91,0	98,2	-	100,0	100,0	100,0	67,8	
LAGO DI PUSIANO	6	76	22	28,9	100,0	90,7	97,3	-	100,0	100,0	100,0	32,8	
LAGO DI PIANO	1	15	1	6,6	100,0	13,3	73,3	-	100,0	80,0	86,6	20,0	
LAGO DI PIEDILUCO	7	84	25	29,7	100,0	86,9	92,8	-	100,0	100,0	94,0	36,9	
LAGO SANTO	1	12	10	83,3	100,0	100,0	91,6	-	100,0	100,0	100,0	100,0	
LAGO DI BORGIANO	3	33	18	54,5	93,9	54,5	84,8	96,9	100,0	100,0	100,0	100,0	
LAGO DELLE GRAZIE	2	22	4	18,1	95,4	27,2	72,7	81,8	100,0	100,0	86,3	95,4	
LAGO DEL FIASTRONE	3	33	32	96,9	100,0	96,9	96,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
LAGO DI S. PUOTO	1	17	14	82,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	82,3	94,1	82,3	
LAGO DI LAGO	2	24	21	87,5	95,8	87,5	95,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
LAGHETTO CALIDARIO	1	12	11	91,6	100,0	91,6	100,0	-	100,0	100,0	100,0	100,0	
SPECCHIO NAUTICO IS.	1	12	10	83,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	83,3	

LEGENDA:

A rilevati, B favorevoli, C percentuale dei campioni favorevoli, D coliformi totali, E coliformi fecali, F streptococchi, G salmonelle, H pH, I colorazione, L trasparenza, M ossigeno.

NOTA: [1] sono esclusi dalla presente tabella i seguenti laghi con il 100% dei campioni favorevoli alla balneazione: Ledro, Terlago, Serraia, di Levico, di Lavarone, Monticolo Grande, Monticolo Piccolo, Caldaro, Favogna, di Tret, Trasimeno, Idroscalo, di Braies, di Cavazzo, di Canzolino, delle Piazze, di Lases, di Lamar, di Lagolo, di Tenno.

FONTE: MINISTERO DELLA SANITÀ, 1995

SCHEDA 10

LA BALNEAZIONE NEI LAGHI

I dati analitici, finalizzati alla verifica della balneazione nelle acque lacustri, pervenuti al Ministero della sanità nel 1995 interessano le regioni Piemonte, Lombardia, Veneto, Friuli - Venezia Giulia, Toscana, Umbria, Marche, Lazio, Puglia e le province autonome di Trento e Bolzano. In particolare essi riguardano 62 laghi, per un totale di 623 punti di prelievo, nei quali l'attività di campionamento è stata svolta dal mese di aprile al mese di ottobre. I risultati evidenziano che l'80,8% dei campioni elaborati risultano favorevoli per tutti i parametri di cui al DPR 470/82 e successive modificazioni; in relazione ai campioni non favorevoli nella figura 1 è evidenziata la ripartizione percentuale dell'inquinamento secondo i diversi parametri. Nella tabella 1 sono riportati i dati relativi ai 42 laghi per i quali sono stati riscontrati campioni non favorevoli. In essa, per ciascun parametro, sono indicate le percentuali dei risultati che non rientrano nei limiti previsti dalla normativa per l'attribuzione di giudizio di idoneità. Nella stessa non sono riportati i dati relativi agli oli minerali, ai tensioattivi ed ai fenoli in quanto essi risultano sempre favorevoli al 100%. L'analisi dei risultati conferma quanto già evidenziato nelle elaborazioni relative agli anni precedenti, ovvero che per le acque lacustri il fattore limitante l'idoneità alla balneazione è costituito dai parametri microbiologici che incidono complessivamente per oltre il 50%. Un altro fattore limitante risulta essere l'ossigeno disciolto le cui scarse quantità, riscontrabili soprattutto in alcuni laghi, e spesso associate ad alte concentrazioni di clorofilla, denunciano una condizione di elevato trofismo.

temente sulla possibilità di sviluppo di una equilibrata comunità di macroinvertebrati. Per fortuna nella vita dei fiumi la ricorrenza stagionale delle piene, con l'aumento della velocità di corrente determina l'asporto forzato di queste sacche di accumulo. Ciò da un lato dovrebbe far riflettere sulle ripercussioni che tali periodici "lavaggi" delle arterie fluviali hanno sulle fasce litoranee, specie quelle in cui vi sia un modesto idrodinamismo; dall'altro dovrebbe incoraggiare il perseguimento di una politica di alleggerimento del carico inquinante, dai fiumi, poichè essi, in tempi brevi, possono effettivamente tornare in condizioni di qualità accettabili.

Le acque di transizione

Gli ecosistemi lagunari

ed il fenomeno dell'eutrofizzazione

Le lagune sono ambienti di particolare interesse sia da un punto di vista naturalistico, in quanto rappresentano l'interfaccia tra l'ecosistema terrestre e quello marino, sia perché presentano valori di produttività biologica molto elevati che le rendono interessanti anche dal punto di vista economico. Le lagune risultano tuttavia molto vulnerabili e, di conseguenza, se gestite non correttamente possono essere sede di fenomeni di ipertrofia algale e di anossia delle acque. Queste fenomenologie sono note in Italia nelle lagune di Orbetello, Venezia e Comacchio, caratterizzate da un alto grado di eutrofizzazione e da improvvise manifestazioni di instabilità. Questo tipo di ambiente acquatico è particolarmente sensibile agli apporti di sostanza organica e di nutrienti in quanto la biomassa vegetale macrofita, nel periodo estivo, sostenuta anche da rilasci consistenti di nutrienti da parte dei sedimenti e da favorevoli valori di temperatura e di illuminazione, raggiunge i livelli produttivi massimi.

In seguito alla morte e alla successiva decomposizione di tale biomassa, si ha una massiccia produzione di detrito organico ed i sedimenti sono la sede principale dei processi biogeochimici di mineralizzazione della sostanza organica in quanto rappresentano la superficie più ampia di attacco da parte di microrganismi. L'ossigeno, il nitrato ed il solfato sono i principali

accettori di elettroni utilizzati nella reazione ossidoriduttiva da differenti specie microbiche; recenti studi hanno anche dimostrato che, in ambiente marino, l'ossigeno ed il solfato sono gli ossidanti maggiormente utilizzati. Negli ambienti acquatici come le lagune, caratterizzate da basso fondale, la mineralizzazione è operata da microrganismi aerobici solo quando i fenomeni di reazione fisica e fotosintetica sono consistenti, altrimenti, in condizioni deficitarie di ossigeno, prevalgono i fenomeni anaerobici ed in particolare la solfato-riduzione. Recenti lavori hanno dimostrato che non solo l'ossigeno non è tossico per i batteri solfato riduttori, ma che in condizioni aerobiche essi sono in grado di svolgere comunque la loro attività confermando la loro ampia valenza ecologica.

Ciò significa che dopo una prima trasformazione del detrito per via fermentativa i prodotti stessi di tale trasformazione sono ulteriormente degradati dai batteri solfato-riduttori. La riduzione biologica del solfato, da essi operata, porta alla formazione di acido solfidrico.

Il solfuro disciolto è altamente tossico per numerosi organismi aerobici ed in casi estremi può diminuire la diversità degli organismi bentonici viventi sugli strati superficiali del sedimento. Nella colonna d'acqua esso reagisce chimicamente con l'ossigeno presente e viene quindi riossidato e, in condizioni critiche di scarsa ventilazione, può accumularsi e disperdersi nell'aria circostante. Un'intensa attività dei batteri solfato riduttori può pertanto causare la scomparsa totale dell'ossigeno, anche nella colonna d'acqua, con conseguenze negative per l'ambiente acquatico.

Tecniche di gestione e risanamento degli ambienti lagunari

Le prime esperienze positive di gestione dell'emergenza sono state fatte nella Laguna di Orbetello da parte dell'ENEA. In precedenza era già stato sperimentato che l'azione più efficace per bloccare l'insorgere di una crisi anossica è il rimescolamento della colonna d'acqua, che favorisce la reazione e rallenta la fornitura di substrato per i solfato-riduttori. 125

Sulla base di queste esperienze in stagioni di elevato rischio, sono state intraprese azioni di forzatura della circolazione interna utilizzando in maniera mirata gli esistenti impianti di idrovore. Successivamente sulla base dell'insieme dei dati sperimentali è stato possibile formalizzare un modello di simulazione in grado di rappresentare il fenomeno che può essere impiegato ai fini di gestione dell'ecosistema. In questo caso specifico, grazie alle caratteristiche morfologiche, alle dimensioni dell'ecosistema e al buon accordo tra i dati sperimentali ed il modello formulato, è possibile sviluppare un sistema semiesperto di gestione della risorsa naturale che, oltre a dare indubbi vantaggi per le attività economiche locali, può consentire anche il primo esempio in Europa.

Il risanamento degli ambienti acquatici lagunari passa soprattutto attraverso un'inversione della crescita della produttività vegetale, al fine di riportare il sistema verso condizioni di maggiore stabilità ecologica, maggiore diversità specifica e complessità biologica.

Dall'analisi storica della letteratura e dalla lettura dei dati sedimentologici emerge un'evoluzione dei popolamenti vegetali che evidenzia una successione di specie dalle fanerogame caratteristiche di questi ambienti, come la *Ruppia spp* e la *Zoostera spp* verso specie nitrofile pleustofite come la *Chaetomorpha spp* e la *Ulva spp*. La conferma che questa successione è legata ad un progressivo degrado degli ambienti è riscontrabile nella constatazione che queste ultime sono tolleranti alla presenza dell'idrogeno solforato che risulta altamente tossico per le prime. Esse infatti scompaiono alle prime apparizioni di questo composto nella rizosfera. Tutto ciò conferma che il degrado si manifesta nel tempo con un progressivo aumento dei processi di degradazione anaerobica del detrito e che un risanamento degli ambienti lagunari non può prescindere da un miglioramento delle caratteristiche fisiche e chimiche dei sedimenti.

La catena storica degli eventi che hanno condotto alla situazione attuale ha quindi questa sequenza: sostan-

ze nutrienti dal bacino scolante - modifica delle acque - aumento della trofia e del detrito organico - modifica dei sedimenti - modifica delle comunità biologiche bentoniche e planctoniche - crisi stagionali di anossia delle acque - ulteriore selezione delle comunità biologiche ed estensione spaziale dei fenomeni.

Secondo questa successione logica appare evidente che i primi responsabili della situazione di degrado sono i nutrienti provenienti dal bacino scolante, il cui intervento di abbattimento richiede tempi molto lunghi; si rende pertanto necessario proseguire nella ricerca di nuove soluzioni alternative. Recenti sperimentazioni hanno dimostrato che il contributo stagionale (su scala dei tempi breve) dell' "effetto accumulo" dei sedimenti sulle crisi d'instabilità dell'ambiente risulta più influente degli apporti annuali del bacino scolante (che avrebbero effetto, invece, sulla scala dei tempi più lunghi). In pratica si può ipotizzare che "migliorando" le caratteristiche dei sedimenti con tecniche ossidative l'effetto dell'intervento allontanerebbe i rischi di crisi di anossia della colonna d'acqua almeno per la stagione calda successiva all'intervento da realizzare in inverno.

La salvaguardia di Venezia e della sua laguna costituisce uno degli obiettivi più ambiziosi dell'ingegneria ambientale del nostro tempo. La situazione di Venezia ha infatti una straordinaria complessità, che discende dalla natura dei problemi che si sono accumulati nel corso del tempo e dalla presenza, accanto ad un ecosistema di grande importanza, di uno dei più significativi patrimoni artistici del mondo intero.

I principali problemi che devono oggi essere affrontati sono i seguenti:

- la questione della salvaguardia fisica della città dalle acque alte: Venezia, a causa dell'abbassamento del livello del suolo, fortemente accelerato in questo secolo dall'eccessiva estrazione di acque dal sottosuolo, ha conosciuto un progressivo aumento della frequenza delle acque alte. Oggi le parti più basse della città sono allagate dalle maree non meno di 40-45 volte l'anno, e questa tendenza sembra destinata ad aumentare con il tempo. Le maree più alte, che si presentano 6-7 volte all'anno paralizzano la vita economica, creano gravi disagi agli abitanti e costituiscono un fattore di pericolo e di logoramento per le strutture edilizie;

- il riequilibrio ambientale dell'ecosistema lagunare: gli interventi dell'uomo sull'ambiente lagunare, in particolare nell'ultimo secolo, hanno creato forti squilibri che mettono in pericolo la stessa sopravvivenza del complesso ecosistema della laguna.

In particolare, i pericoli attuali consistono nella accelerazione dei processi erosivi della complessa morfologia lagunare, e nel degrado della qualità delle acque e, di conseguenza, di tutti i processi biotici presenti nella laguna. Dall'inizio del secolo, circa il 50% della superficie delle barene, che nel 1900 occupavano una superficie di 90 kmq e nel 1992 si sono ridotte a 40 kmq, è stata erosa dall'azione delle maree e dall'incuria dell'uomo, con perdita di aree ad elevata produzione biologica e di difese naturali dalla energia del moto ondoso. L'erosione della laguna, che si manifesta con l'abbassamento progressivo dei bassifondi, con l'interramento della complessa rete idraulica e con la perdita netta di sedimenti è un processo che sta portando gradualmente, ma rapidamente, alla trasformazione di questo complesso ecosistema in un braccio di mare; l'erosione calcolata nel periodo 1901-92 ha raggiunto valori di 45 cm. Non meno grave dell'erosione è l'aumento dell'inquinamento delle acque lagunari. La fonte principale di inquinamento della laguna è stata, nel passato, l'industria, e in particolare la grande industria chimica e petrolchimica dell'area di Porto Marghera. Con la realizzazione dei grandi impianti di depurazione previsti dalle leggi speciali per Venezia, tale situazione è decisamente migliorata. Allo stesso tempo, tuttavia, è aumentato il carico inquinante di origine civile e soprattutto di quello agricolo e zootecnico, molto più difficile da controllare.

Le conseguenze dell'aumento dell'inquinamento sono state le abnormi fioriture algali degli anni scorsi, la sparizione di molte specie e di molti habitat tradizionali della laguna;

- il recupero delle strutture edilizie e la manutenzione delle infrastrutture urbane: la conservazione e il restauro delle strutture edilizie e monumentali di Venezia e degli altri centri storici lagunari costituisce un obiettivo di grande rilevanza nel quadro delle attività di salvaguardia. Il patrimonio edilizio e monumentale di Venezia costituisce infatti uno dei massimi esempi della storia dell'arte e una delle principali attrazioni del turismo culturale a scala internazionale. L'attività di restauro riguarda principalmente le strutture edilizie e monumentali e le infrastrutture urbane, come i canali, le fondazioni, e i sottoservizi. Nel primo caso, i contributi forniti dallo Stato hanno consentito negli ultimi 20 anni l'avvio di una consistente attività di restauro, che ha riguardato sia il patrimonio pubblico che quello privato. Nel secondo, invece, si è registrata una assenza di attività di manutenzione che ha aggravato la già fragile situazione dell'infrastruttura pubblica veneziana. Il caso dell'interramento progressivo dei canali interni della città, che provoca forti disagi alla navigazione ed è all'origine di gravi problemi di carattere igienico, è certamente emblematico della perdita, da parte della città, della capacità di mantenere le sue infrastrutture;

- l'equilibrio socio-economico: il centro storico di Venezia ha perduto, negli ultimi trenta anni, oltre la metà della sua popolazione originaria, passando da 170.000 abitanti del dopoguerra agli attuali 72.000.

Le ragioni di questa grave crisi demografica sono molte e complesse: chiusura delle lavorazioni industriali e artigianali nel centro storico e loro trasferimento in terraferma, 127

alti costi delle abitazioni e dei restauri; aumento del costo della vita a causa della pressione turistica. Oggi il carattere sociale ed economico di Venezia appare completamente trasformato: predominano l'industria turistica, che con oltre 9 milioni di presenze annue costituisce l'asse portante dell'economia cittadina, e le funzioni amministrative e terziarie. La continua diminuzione della popolazione, che si prevede scenderà fino a 60.000 abitanti nell'anno 2000, conferma la difficoltà di invertire il processo di spopolamento e la tendenza alla graduale trasformazione della città in un territorio ad uso di un turismo sempre più consumatore e distruttivo. Gli interventi per la salvaguardia di Venezia e della sua laguna costituiscono uno dei più impegnativi e avanzati programmi di salvaguardia e recupero ambientale e di rilancio economico e culturale tra quelli in corso a livello nazionale ed internazionale. L'insieme di studi, sperimentazioni, progetti e opere che sono stati realizzati nel corso degli ultimi anni, ha consentito non solo di far avanzare in modo consistente la conoscenza di quello straordinario ecosistema costituito dalla Laguna di Venezia, ma anche di definire il piano di lungo periodo delle opere da realizzare per garantirne il recupero ambientale e la salvaguardia fisica. Il raggiungimento di questi primi risultati è stato reso possibile principalmente dalla Legge n. 798 del 1984 che ha fissato gli obiettivi della salvaguardia, stanziato le risorse necessarie e definito ambiti tematici che rendono organicamente uniti tra loro:

- la "salvaguardia", ovvero la difesa fisica della città e delle isole dalle acque alte e dal mare;
- la "riqualificazione ambientale", ovvero il risanamento e il riequilibrio dell'ecosistema lagunare;
- il "recupero edilizio e monumentale", ovvero il consolidamento e il restauro delle strutture edilizie e la manutenzione delle infrastrutture urbane;
- il "riequilibrio socio-economico", ovvero il mantenimento della popolazione residente e delle caratteristiche socio-economiche dell'area lagunare.

Alla realizzazione di questi interventi partecipano soggetti diversi a seconda delle competenze previste dagli indirizzi normativi, essa definisce infatti un sistema di interventi che fa riferimento alle competenze dello Stato, della regione Veneto, dei comuni di Venezia e di Chioggia.

Allo Stato competono gli interventi di salvaguardia fisica di Venezia e dei centri abitati lagunari dalle acque alte, e gli interventi di riequilibrio ambientale dell'ambito lagunare; alla regione del Veneto competono gli interventi di risanamento del bacino scolante della Laguna di Venezia, un ambito territoriale di circa 2.000 kmq, che comprende il territorio di circa 100 comuni; ai comuni di Venezia e Chioggia spettano gli interventi di restauro del patrimonio edilizio e di manutenzione delle infrastrutture urbane.

Il soggetto attuatore per conto dello Stato, relativamente agli interventi di salvaguardia ambientale, è il Magistrato alle Acque di Venezia, organismo decentrato del Ministro dei lavori pubblici. La legge ha peraltro previsto la possibilità di affidamento dei compiti dello Stato in concessione ad un soggetto esterno all'amministrazione pubblica.

Dal 1986, il Concessionario è il Consorzio Venezia nuova, che opera sotto il controllo del Magistrato alle Acque, sulla base degli indirizzi formulati dal Comitato interministeriale per Venezia. Nel periodo successivo all'approvazione della Legge n. 798, gli stanziamenti dello Stato hanno consentito il completamento dei principali progetti di massima per la salvaguardia fisica ed ambientale di Venezia e della sua laguna e la realizzazione di numerose opere urgenti. Il Consorzio Venezia nuova, nel corso degli ultimi sette anni, ha ultimato tutti i progetti principali relativi alla salvaguardia fisica ed ambientale, definendo per la prima volta un insieme preciso di orientamenti di intervento per la soluzione di tutti i difficili problemi di Venezia. Questi progetti costituiscono altrettante linee di attività operativa già in gran parte avviate.

Relativamente alla problematica del recupero ambientale della laguna, i principali progetti ultimati sono i seguenti:

- il progetto di massima degli interventi per il recupero morfologico della laguna, che definisce il quadro degli interventi necessari al recupero dell'equilibrio morfologico della laguna. In particolare, esso definisce gli ambiti di intervento per la protezione delle barene esistenti e la ricostruzione di nuove barene, e per la ricalibratura della rete di canali lagunari. Vengono inoltre proposti interventi mirati alla riduzione dei processi erosivi dei bassifondi lagunari attualmente in corso fra i quali, ad esempio, l'apporto artificiale di sedimenti e la ripiantumazione delle praterie di fanerogame;
- il progetto di massima generale per l'arresto e l'inversione del processo di degrado