

## Stima dei carichi inquinanti nell'ambiente marino-costiero

Romano PAGNOTTA e Giulia BARBIERO

*Istituto di Ricerca sulle Acque, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma*

**Riassunto.** - Sono stati stimati i carichi inquinanti che raggiungono l'ambiente marino costiero. Tale stima è stata effettuata considerando i carichi potenziali generati sul territorio utilizzando procedure messe a punto dall'Istituto di Ricerca sulle Acque del CNR con opportuni coefficienti di conversione aderenti alla classificazione delle attività economiche adottata dall'ISTAT nel Censimento del 1991. Sono stati inoltre utilizzati i risultati di indagini svolte negli anni '90 da differenti istituzioni scientifiche e da strutture di controllo. I carichi inquinanti sono stati disaggregati per unità territoriali (costituite dalle province costiere) o per corpi idrici significativi. È stato infine evidenziato il ruolo positivo che l'attuazione dei piani di monitoraggio previsti dalla normativa nazionale (DL.vo 152/99) può avere per una stima spazio-temporale più puntuale dei carichi inquinanti.

*Parole chiave:* carichi inquinanti, inquinamento marino costiero, trasporto fluviale.

**Summary** (*Evaluation of pollution load in the marine coastal waters*). - The potential pollution loads, of both organic and eutrophicating type, along the Italian coast were evaluated with reference to census data of 1991. The methodology adopted for the indirect evaluation of loads are those developed by the Water Research Institute of the Italian National Research Council. They take into account the different sources of pollution load, namely population, industry, agriculture and cattle farming. Pollution loads were estimated at coastal provinces level. Annual riverine fluxes of pollutants were also evaluated for the main Italian rivers. Finally, the positive role played by the adoption of monitoring plans forecasted by the national law recently come into force (DL.vo 152/99) for a better evaluation of the pollution loads was stressed.

*Key words:* pollution load, coastal marine pollution, fluvial discharge.

### Introduzione

I processi ambientali ed i sistemi ecologici sono fortemente influenzati dai sistemi economici e sociali. Una parte cospicua della popolazione vive lungo le coste utilizzando le risorse marine per attività legate alla produzione del reddito o per scopi ricreazionali. Su scala globale sia i problemi di tipo ambientale che quelli di tipo sociale hanno subito, negli ultimi anni, modifiche sostanziali tanto da far ritenere che l'aumentata pressione antropica sulle risorse costiere possa, in molti casi, eccedere quella che è definita la capacità recettiva dell'ambiente marino.

Ciò è particolarmente evidente in un paese come l'Italia, in cui le coste hanno storicamente costituito il luogo di elezione di numerosi ed importanti insediamenti urbani ed in cui le caratteristiche climatiche richiamano lungo le coste massicci apporti di turisti.

Una valutazione dei carichi inquinanti generati da tali presenze costituisce quindi un presupposto indispensabile per valutare le aree a maggior rischio ambientale, per definire corretti piani di controllo e monitoraggio e per stabilire le priorità degli interventi

finalizzati alla salvaguardia delle risorse marine costiere.

I carichi inquinanti sversati in mare possono derivare da:

- presenze umane ed attività produttive (anche in aree remote) esercitate nella terraferma;
- attività marine (costruzioni, acquacoltura, dragaggi, *dumping*);
- sversamenti legati ai trasporti marittimi e ad incidenti.

I principali effetti a carico dell'ambiente marino legati a tali apporti (ed i contaminanti responsabili) risultano essere i seguenti:

- alterazione delle caratteristiche igieniche (microrganismi);
- variazione del livello trofico (nutrienti);
- ipossie ed anossie (nutrienti ed idrocarburi);
- tossicità e bioaccumulo (microinquinanti organici ed inorganici).

La valutazione quantitativa dei carichi inquinanti può essere effettuata utilizzando metodi indiretti, basati su dati di tipo statistico, o con metodi diretti, basati su una sperimentazione di campo.

## Valutazione dei carichi inquinanti

### *Carichi inquinanti potenziali*

I carichi inquinanti potenziali e la loro distribuzione sul territorio possono essere valutati impiegando una procedura secondo la quale, attraverso opportuni coefficienti numerici, le unità di riferimento prescelte per le diverse fonti di generazione vengono trasformate in unità di carico o in indici del carico medesimo. Per poter applicare una tale procedura va, ovviamente, identificata prioritariamente l'area di riferimento alla quale la procedura stessa deve essere applicata. Nel caso delle acque interne, l'area corrisponde al bacino idrografico sotteso dal corpo idrico oggetto di indagine, mentre maggiori difficoltà si manifestano nel definire il bacino scolante a mare.

Un possibile criterio da adottare è quello seguito dall'ISTAT [1] che considera costieri i comuni confinanti direttamente con il mare ed escludendo dal computo quelli che con il mare hanno rapporti indiretti (ad es. quelli confinanti con fiumi che recapitano in mare e quelli confinanti con lagune costiere). Utilizzando questo criterio i comuni costieri italiani risultano essere 642 sul totale dei circa 8100 comuni.

Tra le sorgenti potenziali di inquinamento si possono considerare la popolazione residente (PR) nei comuni costieri, quella "fluttuante" rappresentata dal movimento turistico (PF), gli equivalenti industriali (EI) e gli equivalenti zootecnici (EZ).

Per le valutazioni teoriche dei carichi inquinanti ci si avvale dei dati relativi alle indagini censuarie ISTAT decennali. Ciò garantisce la confrontabilità nel tempo delle stime e, in particolare, per i carichi di popolazione consente di utilizzare il valore della popolazione residente legale che viene calcolata nel corso del Censimento decennale relativo. Nel 1996 è stato effettuato un Censimento intermedio dell'industria, cui non sono seguite contemporanee indagini per la popolazione e l'agricoltura, né, a tutt'oggi, è possibile utilizzare i dati dei Censimenti del 2001 perché i risultati sono al momento ancora provvisori.

### *Popolazione residente*

La popolazione residente (PR) legale per comune è stata ricavata dai dati ISTAT relativi al Censimento Generale della Popolazione riferito al 1991 [2]. Per questa componente del carico non si applicano coefficienti di equivalenza e ogni abitante costituisce una unità di popolazione totale.

Utilizzando tale criterio la popolazione costiera ammonta a circa 16,8 milioni di abitanti (su un totale nazionale pari a 57,8 milioni). Aggregando i comuni costieri a livello provinciale Roma, con 3 milioni di abitanti, risulta la provincia costiera più popolata,

seguita da Napoli (1,7 milioni), Palermo (0,9 milioni) Genova (0,8 milioni) e Bari (0,7 milioni). Meno popolate risultano le province di Ferrara, Rovigo, Viterbo, Udine e Potenza con un numero di abitanti compreso tra 40 000 e 5000.

### *Popolazione fluttuante*

Per quanto riguarda la popolazione fluttuante (PF) nel ciclo annuo, si considera il solo movimento turistico. I dati elaborati possono essere raccolti da informazioni desunte da varie fonti ma, in maggior misura, dalle statistiche ISTAT, anch'esse aggiornate al 1991 [3]. Queste statistiche non sono disponibili nella disaggregazione comunale, se non in casi particolari e assai limitati. Le uniche elaborazioni che è possibile effettuare sulla popolazione fluttuante consistono nel ridurre le presenze per anno in presenze per giorno, concentrandole nei 90 giorni di turismo balneare. Questa assunzione, in alcuni casi, è del tutto arbitraria essendo taluni comuni compresi nell'elenco dei costieri interessati da un movimento turistico che non è legato solo alla balneazione. Anche per questa componente non si applicano fattori di equivalenza, ed ogni presenza turistica giornaliera corrisponde a una unità di popolazione totale (limitatamente al periodo balneare). Ovviamente tale semplificazione non è giustificabile nel caso di province in cui il turismo estivo costituisce solo una quota-parte del movimento turistico complessivo. Ciò vale in particolare per le province di Roma, Venezia, Pisa e, sia pure in misura minore, Napoli, Bari, Genova e Trieste. Utilizzando tale criterio la popolazione fluttuante complessivamente attribuibile alle province costiere risulta essere pari a 149 milioni di presenze giornaliere per anno.

Va infine considerato come, non di rado, il movimento turistico, e quello balneare in particolare, avvenga nell'ambito della stessa provincia; in questo caso la somma della PR con le presenze turistiche può determinare una sovrastima della popolazione totale.

Pur con tutti i limiti insiti nella metodologia utilizzata, l'elaborazione dei dati disponibili mostra come rispetto ad una media nazionale di presenze per provincia pari a 2 808 508, le province con maggior movimento turistico risultano essere Forlì, Venezia, Roma, Napoli e Savona (con valori di presenze giornaliere variabili da un massimo di 19 ad un minimo di 7 ML per anno) mentre quelle con minor movimento turistico sono Reggio Calabria, Matera, Campobasso, Oristano e Caltanissetta, le cui presenze giornaliere oscillano da 480 000 a 136 000 per anno.

### *Equivalenti industriali (EI)*

Per la valutazione della componente industriale del carico inquinante si può utilizzare il criterio della conversione in abitanti equivalenti che presume la conoscenza:

a) delle tipologie produttive che esplicano attività comportanti un potenziale scarico di acque inquinate;

b) la conoscenza del numero degli addetti ad ogni tipologia;

c) la disponibilità di coefficienti di trasformazione in abitanti equivalenti/addetto specifici per tipologia.

Per quanto riguarda le tipologie produttive e il numero di addetti si può fare ricorso ai dati del 7° censimento ISTAT dell'Industria e dei Servizi nella disaggregazione comunale per il 1991 [4]. Per quanto riguarda i coefficienti di equivalenza si possono adottare i fattori proposti da IRSA [5].

Tali coefficienti sono riportati in Tab. 1.

Si possono pertanto valutare gli equivalenti industriali per ogni classe di attività, moltiplicando i coefficienti suddetti per il numero dei rispettivi addetti. La popolazione equivalente industriale totale (EI) è la somma dei valori ottenuti per ciascuna classe di attività presente nei comuni considerati.

Utilizzando il criterio della conversione in abitanti equivalenti degli addetti ad attività industriali idroesigenti risulta, a livello nazionale, una EI costiera pari a 16 693 598.

Riferito alle province costiere il valore medio risulta pari a 314 974 EI. Le province con la maggior popolazione equivalente industriale risultano essere Roma (2,5 milioni), seguita da Napoli, Venezia, Genova e Bari, con un numero di addetti industriali oscillante tra 850 000 e 690 000. Le province a minor vocazione industriale risultano essere Gorizia, Caserta, Viterbo, Udine e Potenza con un numero di addetti variabile da 37 000 a 1500.

#### *Equivalenti zootecnici (EZ)*

La trasformazione del carico zootecnico in unità equivalenti sommabili per il calcolo della popolazione totale può esser effettuato ricorrendo ai dati di base del IV Censimento dell'Agricoltura relativo al periodo 21 ottobre 1990-22 febbraio 1991 [6]. Questi dati, disponibili nella disaggregazione comunale, possono essere tradotti in abitanti equivalenti [7] moltiplicando il numero dei diversi capi animali per i relativi coefficienti di trasformazione:

- bovini	8,16
- equini	8,08
- suini	1,95
- ovini e caprini	1,78
- polli e simili	0,20

Riferito alle province costiere il carico zootecnico risulta pari ad oltre 10 milioni di abitanti equivalenti, con un valore medio provinciale pari a 190 000 EZ. I valori più elevati di EZ si riscontrano nelle province di Ragusa, Roma, Sassari, Grosseto e Latina (con un numero di EZ variabile da 917 000 a 509 000) mentre i valori più bassi variano da 2500 a 10 500 per le province di Udine, Potenza, Imperia, Trieste e Gorizia.

**Tabella 1.** - Coefficienti di equivalenza proposti dall'Istituto di Ricerca sulle Acque per il 1991 [5]

Estrazione di carbon fossile e lignite; estrazione di torba	20
Estrazione di petrolio greggio e di gas naturale; servizi connessi	30
Estrazione di minerali di uranio e di torio	0,6
Estrazione di minerali metalliferi	5
Altre industrie estrattive	30
Industrie alimentari e delle bevande	98
Industria del tabacco	7,5
Industrie tessili	17
Confezione di articoli di vestiario; preparazione e tintura di pellicce	0,6
Preparazione e concia del cuoio; fabbricazione di articoli	17
Industrie del legno e dei prodotti in legno esclusi i mobili; fabbricazione articoli di paglia e materiali da intreccio	1,6
Fabbricazione della pasta-carta, della carta e dei prodotti in carta	118
Editoria, stampa e riproduzione di supporti registrati	0,6
Fabbricazione di coke, raffinerie petrolio, trattamento dei combustibili nucleari	66
Fabbricazione di prodotti chimici e di fibre sintetiche e artificiali	66
Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche	10
Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	1,5
Produzione di metalli e loro leghe	2,3
Fabbricazione e lavorazione dei prodotti in metallo, escluse macchine ed impianti	2
Fabbricazione di macchine ed apparecchi meccanici, compresi l'installazione, il montaggio, la riparazione e la manutenzione	1
Fabbricazione di macchine per ufficio, di elaboratori e sistemi informatici	0,6
Fabbricazione di macchine e apparecchi elettrici n.c.a.	1
Fabbricazione di apparecchi radiotelevisivi e di apparecchiature per le comunicazioni	1
Fabbricazione di apparecchi medicali, di apparecchi di precisione, di strumenti ottici e di orologi	0,6
Fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e semirimorchi	1,7
Fabbricazione di altri mezzi di trasporto	1,7
Fabbricazione di mobili; altre industrie manifatturiere	1,7
Recupero e preparazione per il riciclaggio	0,6
Produzione di energia elettrica, di gas,	1,4
Raccolta, depurazione e distribuzione d'acqua di vapore ed acqua calda	0,6

n.c.a.: non classificate altrove.

#### *Popolazione totale (PT)*

La popolazione totale (PT) si ottiene dalla somma della popolazione residente, degli equivalenti industriali e degli equivalenti zootecnici. L'indice PT, tiene conto quindi di tutte le attività che possono dar luogo ad un inquinamento di natura organica delle acque.

Non concorrono a determinare l'indice PT il movimento turistico (popolazione fluttuante) e l'agricoltura per quanto attiene all'uso del suolo. Quest'ultimo può contribuire all'inquinamento delle acque in termini di fertilizzanti e di pesticidi. Per i pesticidi non esistono metodi di valutazione del potenziale inquinante, mentre i fertilizzanti possono essere considerati insieme alle altre sorgenti di carichi eutrofizzanti.

Riferito alle province costiere il carico totale risulta essere pari ad oltre 45 milioni di abitanti equivalenti, con un valore medio provinciale pari ad oltre 850 000. I valori più elevati sono quelli riscontrati nelle province di Roma (7,6 milioni), Napoli (3,0 milioni), Genova (2,0 milioni), Venezia (1,9 milioni) e Bari (1,5 milioni), mentre quelli più bassi nelle province di Udine (11 000), Potenza (18 000), Campobasso (119 000), Macerata (133 000) e Viterbo (147 000).

Una rappresentazione grafica dei carichi complessivi generati nelle province costiere italiane è riportata in Fig. 1.

#### Carichi eutrofizzanti

I carichi teorici di fosforo e di azoto che si liberano dai comuni costieri possono essere valutati sulla base dei coefficienti unitari descritti in Tab 2 [8].

Il carico totale è derivato dalla somma dei carichi delle fonti diffuse (suolo coltivato e suolo incolto) e di quelle localizzate (residenti, turisti, industria, zootecnia). Per i turisti la valutazione del carico può essere effettuata ripartendo le presenze nei 365 giorni dell'anno.

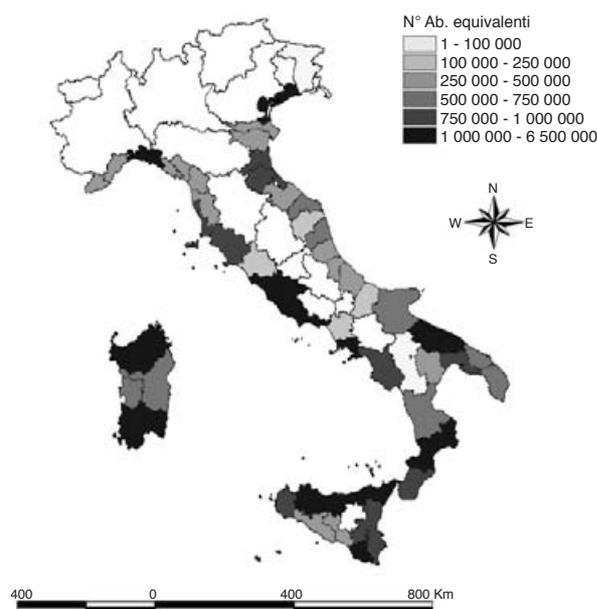


Fig. 1. - Popolazione equivalente totale provinciale costiera.

Tabella 2. - Coefficienti unitari per differenti fonti di generazione

<i>Popolazione residente e turisti</i>	
Fosforo	0,92 g per persona/giorno
Azoto	6,16 g per persona/giorno
<i>Industria</i>	
Fosforo	10 % del fosforo della popolazione residente
Azoto	27,40 g per addetto industriale/giorno
<i>Suolo incolto</i>	
Fosforo	0,27 g per ha/giorno
Azoto	5,48 g per ha/giorno
<i>Suolo coltivato</i>	
Fosforo	1,64 g/giorno per ha di SAU
Azoto	43,83 g/giorno per ha di SAU
<i>Zootecnia (EA)</i>	
Bovini	7,51 g N e 1,01 g P per capo/giorno
Suini	1,56 g N e 0,52 g P per capo/giorno
Equini	8,49 g N e 1,19 g P per capo/giorno
Ovini e caprini	0,68 g N e 0,11 g P per capo/giorno
Pollame	0,07 g N e 0,02 g P per capo/giorno

SAU: superficie agricola utilizzata; P: fosforo; N: azoto.

Utilizzando le procedure sopradescritte, sono stati stimati i carichi annui complessivi provenienti dai comuni costieri di fosforo (P) ed azoto (N), risultati essere pari a 8478 t di P e 84 773 t di N.

Per quanto riguarda i carichi di P il 20,6% (1747 t) risulta proveniente da sorgenti diffuse (suolo coltivato e suolo incolto) e il 79,4% (6731 t) da sorgenti puntiformi.

Relativamente ai carichi di N, complessivamente le 84 773 t/a vanno ripartite nel 41,5% per i carichi provenienti da sorgenti diffuse (35 147 t/a) e nel 58,5% per i carichi provenienti da sorgenti puntiformi (49 626 t/a).

I carichi eutrofizzanti costieri sversati nel Tirreno, derivanti dai contributi delle relative province costiere, assommano a 4314 t/a di P e 40 189 t/a di N, ripartite in 565 t/a di P e 12 871 t/a di N provenienti da sorgenti diffuse e in 3 749 t/a di P e 27 318 t/a di N provenienti da sorgenti puntiformi.

Nel Canale di Sardegna i carichi assommano a 511 t/a di P e 5795 t/a di N, ripartite in 222 t/a di P e 3709 t/a di N provenienti da sorgenti diffuse e in 289 t/a di P e 2086 t/a di N provenienti da sorgenti puntiformi.

Nel Canale di Sicilia i carichi assommano a 632 t/a di P e 6566 t/a di N, ripartite in 223 t/a di P e 3783 t/a di N provenienti da sorgenti diffuse e in 409 t/a di P e 2783 t/a di N provenienti da sorgenti puntiformi.

Nello Jonio i carichi assommano a 1126 t/a di P e 11 649 t/a di N, ripartite in 227 t/a di P e 5051 t/a di N provenienti da sorgenti diffuse e in 899 t/a di P e 6598 t/a di N provenienti da sorgenti puntiformi.

Nell'Adriatico i carichi assommano a 1896 t/a di P e 20 574 t/a di N, ripartite in 511 t/a di P e 9734 t/a di N provenienti da sorgenti diffuse e in 1385 t/a di P e 10 841 t/a di N provenienti da sorgenti puntiformi.

**Tabella 3.** - Valori massimi e minimi dei carichi liberati di N (espressi in t/a) nelle province costiere e medie provinciali (mp)

Residenti	Industria	Zootecnia	Suolo coltivato	Suolo incolto	Turisti	Totale	% Diffuso	% Puntiforme
RM 6750	RM1329	RG 238	SS 2310	CA 356	FO 117	RM 10065	VT 86,0	GE 95,2
NA 3919	NA 687	RM 208	RG 2041	SS 241	VE 103	NA 5376	FE 79,6	TS 94,5
PA 2033	GE 530	SS 168	RA 1918	RM 228	RM 83	SS 3529	RO 78,3	MS 90,5
GE 1876	BA 428	LT 144	RM 1467	CS 195	NA 47	RG 2966	RA 76,7	SP 89,1
BA 1588	VE 373	GR 108	LI 1437	RC 173	SV 43	CA 2867	NU 74,4	SA 87,6
mp 711	mp 164	mp 45	mp 583	mp 80	mp 17	mp 1599	mp 41,5	mp 58,5
FE 89	CE 20	MS 3,2	SV 25	TE 13	MT 2,8	MC 345	SV 12,4	NU 25,6
RO 81	OR 19	TS 2,3	SP 22	PE 11	PZ 2,6	CB 338	SP 10,9	RA 23,3
VT 47	VT 15	PZ 1,7	MS 16	MC 10	CB 1,63	GO 242	MS 9,5	RO 21,7
UD 13	PZ 2,0	IM 1,5	TS 15	PZ 6	OR 1,59	PZ 55	TS 5,5	FE 20,4
PZ 12	UD 1,3	UD 0,8	UD 10	UD 2	CL 0,8	UD 52	GE 4,8	VT 14

**Tabella 4.** - Valori massimi e minimi dei carichi liberati di P (espressi in t/a) nelle province costiere e medie provinciali (mp)

Residenti	Industria	Zootecnia	Suolo coltivato	Suolo incolto	Turisti	Totale	% Diffuso	% Puntiforme
RM 1005	RM 100	RG 42	SS 183	CA 18	FO 17	RM 1242	VT 66,7	GE 98,3
NA 584	NA 58	RM 32	RG 108	SS 12	VE 15	NA 673	RO 59,9	TS 98,0
PA 303	PA 30	SS 27	CZ 80	RM 11	RM 12	PA 358	NU 59,1	NA 97,3
GE 279	GE 28	LT 23	RM 76	CS 10	NA 7	SS 331	SS 59,0	MS 95,9
BA 236	BA 24	GR 20	FG 71	RC 9	SV 6	GE 318	FE 57,8	PA 95,8
mp 106	mp 11	mp 8	mp 29	mp 4	mp 3	mp 160	mp 20,6	mp 79,6
FE 13	FE 1,3	GO 0,50	GO 13	TE 0,7	MT 0,42	MC 30,2	PA 6,5	FE 42,2
RO 12	RO 1,2	TS 0,43	SP 0,8	PE 0,6	PZ 0,38	CB 29,8	MS 4,1	SS 41,0
VT 7	VT 0,7	IM 0,38	MS 0,7	MC 0,5	CB 0,24	GO 19,8	NA 2,7	NU 40,2
UD 1,9	UD 0,19	PZ 0,30	TS 0,6	PZ 0,3	OR 0,23	UD 6,6	TS 2,0	RO 40,1

Considerati i carichi provenienti dalle singole province, possono essere redatte graduatorie che considerano i carichi provinciali medi (pari a 1600 t/a di azoto e 160 t/a di fosforo) e le cinque province rispettivamente a maggiore e minore carico di nutrienti per le differenti fonti di generazione. Tali stime sono riportate nella Tab. 3 per quanto riguarda i carichi di N e nella Tab. 4 per quanto riguarda i carichi di P.

E' da rilevare come i carichi così stimati costituiscono solo una quota parte dei carichi totali che vengono trasportati ai mari. I sistemi fluviali drenano infatti bacini la cui estensione è decisamente superiore a quella dei comuni costieri; di conseguenza i carichi trasportati dai fiumi costituiscono di gran lunga i maggiori apporti, in senso assoluto, al mare.

#### *Apporti dall'entroterra*

Gli apporti dall'entroterra sono quelli che vengono convogliati dai corsi d'acqua sfocianti in costa, quantizzabili in termini di carico. Il carico, tuttavia, risulta determinato per un numero assai limitato di corsi d'acqua italiani.

**Tabella 5.** - Carichi sperimentali trasportati a mare dai quattro principali fiumi italiani

Fiumi	P (t/a)	N (t/a)	TOC (t/a)	COD (t/a)
Po	10,9	81,8	217,5	700,1
Tevere	3,2	20,2	39,2	157,4
Adige	1,2	7,7	19,6	67,5
Arno	1,8	4,6	12,7	58,2
Totale	17,1	114,3	289,0	983,2

TOC: carbonio organico totale; COD: richiesta chimica di ossigeno.

Una stima sperimentale dei carichi di nutrienti e di sostanza organica trasportati a mare dai corsi d'acqua è stata effettuata negli anni '80 per i quattro principali fiumi italiani [9] ed i dati relativi sono riportati nella Tab. 5.

Più recentemente (anni '90) sono stati ricalcolati i carichi provenienti dal fiume Po ed i risultati, riportati in Fig. 2 e 3 mostrano una diminuzione dei carichi di fosforo ed una costanza o un leggero incremento per i dati di azoto.

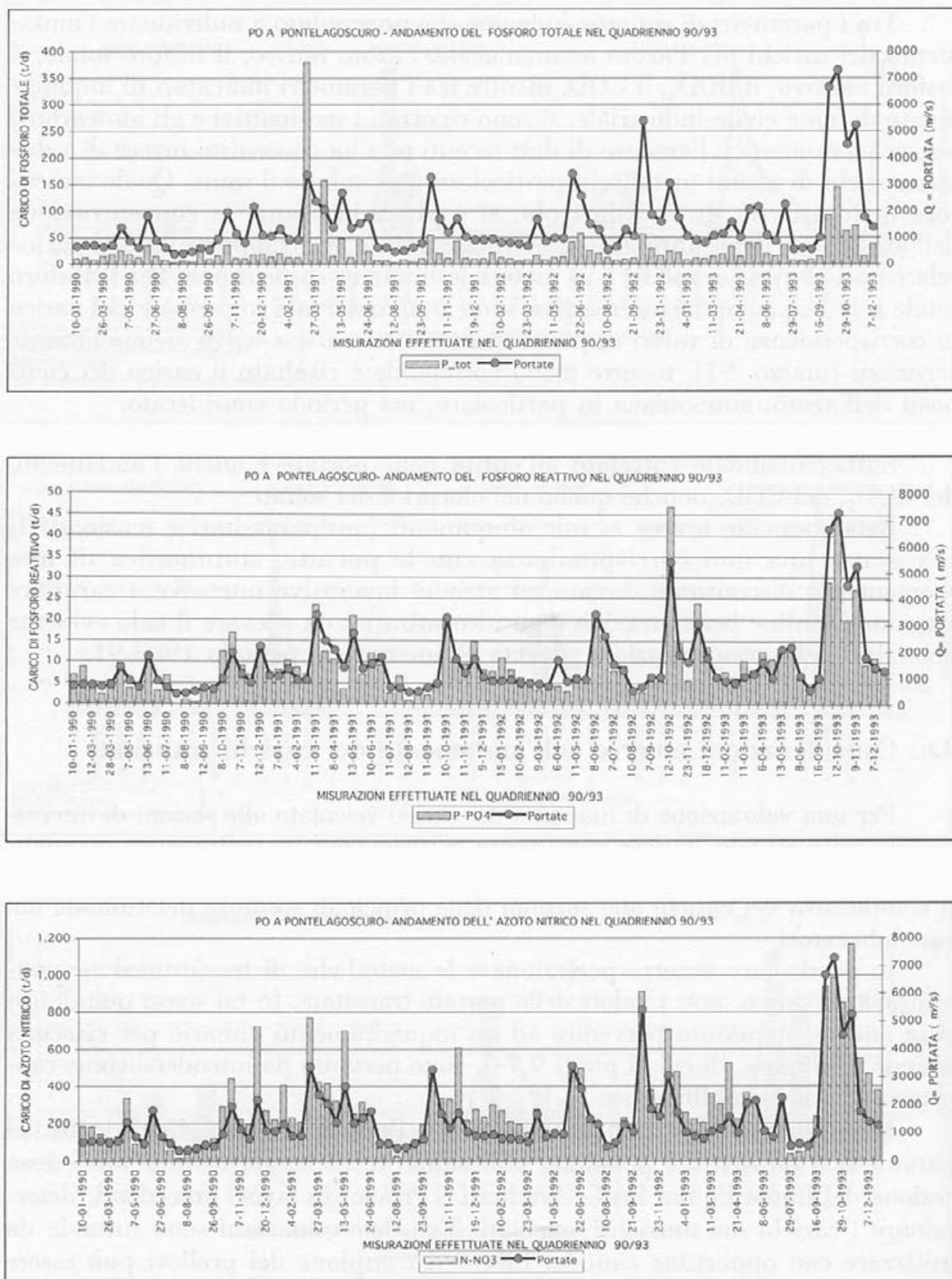


Fig. 2. - Andamento dei carichi inquinanti (fosforo totale, fosforo reattivo e azoto nitrico) transitati a Pontelagoscuro nel periodo 1990-1993. Riprodotta da [10].

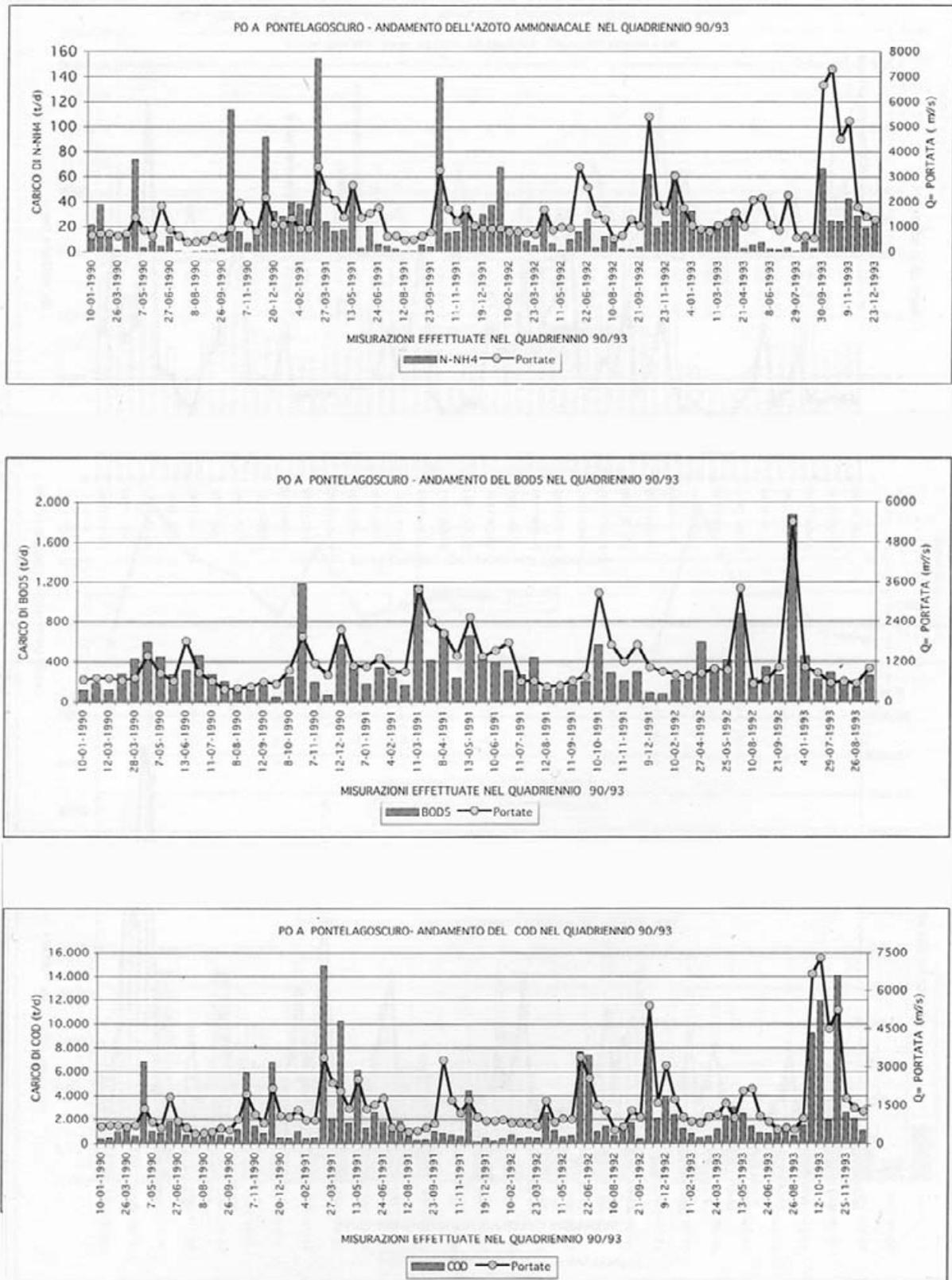


Fig. 3. - Andamento dei carichi inquinanti (azoto ammoniacale, BOD5 e COD) transitati a Ponte Lagoscuoro nel periodo 1990-1993. Riprodotta da [10].

Sempre relativamente al fiume Po è possibile disporre dei carichi transitanti a Pontelagoscuro (sezione di chiusura del bacino padano) per il quadriennio 1990-1993 calcolati sulla base di campionamenti circa mensili ed in grado quindi di descrivere con sufficiente accuratezza l'andamento dei carichi inquinanti nel tempo [10]. In particolare risultano 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 BOD5, 2300 t di COD, 5 t di tensioattivi (MBAS) e 0,5 t di fenoli [11]. Gli andamenti di tali carichi nel tempo sono riportati nelle Fig. 2 e 3.

### Conclusioni

La valutazione dei carichi inquinanti che raggiungono il sistema marino costiero è un'operazione complessa, ma necessaria per stabilire opportune relazioni causa-effetto e per poter intraprendere idonee misure di salvaguardia ambientale.

I metodi indiretti, basati su dati di tipo statistico, possono fornire un quadro di massima sulle aree maggiormente interessate dai carichi inquinanti e quindi a maggior rischio ambientale.

Le misure dirette forniscono invece un quadro più rappresentativo della situazione reale, ma le stesse richiedono un'attività di campo onerosa e che necessita di una armonizzazione tra i diversi enti che, a vario titolo, eseguono le attività sperimentali.

Tali determinazioni sono quindi disponibili solo in un limitato numero di casi e non sono sufficienti a descrivere in modo organico la situazione per tutte le coste italiane.

Recentemente è stato emanato un decreto legislativo (DL.vo 152 del maggio 1999) recante disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento. Tale decreto, una sorta di "Testo unico" sulle acque, abolisce le precedenti leggi (ed in particolare la legge 319/76 che ha costituito per oltre un ventennio l'ossatura su cui si è sviluppata la politica delle acque in Italia) e stabilisce modalità per l'esecuzione dei monitoraggi e per la classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale.

Tali modalità riguardano sia le acque superficiali (fiumi, laghi, acque costiere e di transizione), sia le acque sotterranee.

Per le acque superficiali vengono stabiliti dei macrodescrittori sui quali basare la classificazione delle acque e vengono altresì indicati parametri da determinare nel biota (per le verifiche circa il bioaccumulo di metalli e contaminanti organici) e nei

sedimenti. Il decreto stabilisce infine i criteri per la scelta delle stazioni di campionamento e la frequenza dello stesso, nonché i metodi per la definizione di classi di qualità degli ambienti costieri.

L'attuazione del decreto consentirà, nell'arco di 24 mesi, di ottenere un quadro conoscitivo sullo stato delle acque fluviali e costiere sicuramente in grado di descrivere meglio il livello qualitativo cui sono giunte tali acque in Italia.

L'uso di banche dati in grado di gestire la rilevante mole di dati già disponibili e di quelli di prossima acquisizione contribuirà indubbiamente ad una più agevole gestione delle conoscenze e fornirà informazioni su cui potrà basarsi una politica di recupero o di mantenimento delle risorse idriche marine costiere.

Lavoro presentato su invito.  
Accettato il 22 ottobre 2002.

### BIBLIOGRAFIA

1. Istituto Nazionale di Statistica. *Elenco dei comuni al 1° gennaio 1995*. Roma: ISTAT; 1995. (Metodi e Norme serie C, 13). p. 158.
2. Istituto Nazionale di Statistica. *13° censimento generale della popolazione*. Roma: ISTAT; 1992. (Volumi vari).
3. Istituto Nazionale di Statistica. *Statistiche del turismo*. Roma: ISTAT; 1991. (Annuari, 6). p. 250.
4. Istituto Nazionale di Statistica. *7° censimento generale dell'industria e dei servizi. Dati sulle caratteristiche strutturali delle imprese e delle unità locali*. Roma: ISTAT; 1993. (Volumi vari).
5. Barbiero G, Puddu A, Spaziani FM. I coefficienti di popolazione equivalente delle attività economiche. *Inquinamento* 1998;1:46-50.
6. Istituto Nazionale di Statistica. *4° censimento generale dell'agricoltura 21 ottobre 1990 - 22 febbraio 1991*. Roma: ISTAT; 1992. (Volumi vari).
7. CRPA. *Manuale per la gestione e l'utilizzazione agronomica dei reflui zootecnici*. Regione Emilia Romagna; 1993. p. 317.
8. Beccari M, Passino R, Ramadori R, Vismara R. *Rimozione di azoto e fosforo dai liquami*. Milano: Hoepli; 1993. p. 241.
9. Pagnotta R, La Noce T, Pettine M, Puddu A. Discharge and pollutants of major Italian rivers. In: Giovannazzi G, Sermanni, P, Nannipieri (Ed.). *Atti intern. symposium current perspectives in environmental biogeochemistry*. CNR-IPRA; 1987. p. 395-404.
10. *Classificazione qualitativa dei principali corpi idrici superficiali del bacino del fiume Po*. Parma: Autorità di bacino del fiume Po; 1997. (I Quaderni del Piano di Bacino). 132 p.
11. Pagnotta R, Caggiati G, Piazza D, Ferrari F. Il controllo della qualità delle acque superficiali del bacino padano: situazione attuale e prospettive future. *Inquinamento* 1995;4:8-14.