



biomassa tra specie bersaglio e specie non bersaglio può raggiungere valori inferiori all'unità. A questi effetti devono sommarsi poi le modificazioni dirette dell'habitat, come il danneggiamento di fondali o l'alterazione delle caratteristiche dei sedimenti.

Gli effetti indiretti includono le alterazioni dei rapporti competitivi tra gli organismi, il proliferare degli "scavengers" (organismi che si nutrono degli individui feriti o morti a causa della pesca), l'abbassamento del livello trofico medio degli ecosistemi.

Gli effetti della pesca a livello ecosistemico sono i più difficili da indagare perché il supporto teorico non è ancora consolidato e vi è mancanza di indicatori univoci, di pronta applicazione, che possano segnalare con certezza la presenza di effetti a lungo termine determinati dalla pesca, distinguendoli da altre cause possibili di impatto, come ad esempio l'eutrofizzazione.

Per quanto riguarda i dati relativi alla pesca marittima ed all'acquacoltura, si veda il cap. Agricoltura e Pesca.

Acquacoltura

L'acquacoltura contribuisce con il 28,3% alla produzione ittica nazionale ed ha ormai assunto un ruolo strategico per la produzione di alimenti acquatici, sia per l'aumentata domanda interna di prodotti ittici sia per la costante riduzione delle catture.

La localizzazione delle aziende ittiche sulle nostre coste risente da un lato delle radici storiche dell'acquacoltura nazionale, sviluppatasi principalmente nelle regioni dell'Alto Adriatico, e dall'altro dell'evoluzione verso forme di allevamento intensivo, a terra ed in gabbie, in prevalenza nel centro-sud. L'allevamento ittico estensivo caratterizza l'acquacoltura in ambienti vallivi e lagunari, dove la circolazione dell'acqua è affidata all'energia della marea e

l'apporto di mangime è spesso limitato al solo fabbisogno degli stadi giovanili. In tali sistemi il flusso di energia si basa sulle catene trofiche naturali, riciclando la maggior parte della sostanza organica prodotta con limitate esportazioni di azoto e fosforo all'area marina sulla quale insistono.

Nell'Alto Adriatico (Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Emilia-Romagna) è localizzata la maggior parte di tali ambienti di allevamento con una superficie complessiva di 32.126 ha, pari a circa il 51% della superficie nazionale dedicata a questa tipologia di allevamento. In Puglia troviamo un'estensione di 13.722 ha, pari a circa il 22%, mentre nel resto d'Italia la maggior parte degli allevamenti estensivi è localizzata in Toscana, Sicilia e Sardegna per una superficie totale di circa 17.637 ha.

La produzione dell'acquacoltura italiana in allevamenti intensivi ed estensivi, è riportata nella tabella 1.

TABELLA 1

Produzione dell'acquacoltura italiana in tonnellate
e corrispettivo valore in milioni di lire, 1998

Specie	Allevamento intensivo (tonnellate)	Allevamento estensivo (tonnellate)	Totale (tonnellate)	Valore (milioni di lire)
Spigola	5.200	650	5.850	90.000
Orata	4.600	900	5.500	74.000
Saraghi	300		300	12.000
Anguilla	2.900	250	3.150	48.000
Cefali		3.000	3.000	21.000
Trota	48.000		48.000	(*) 260.000
Pesci gatto			700	4.900
Carpe			700	4.200
Storioni	400		400	4.800
Altri pesci			1.000	10.000
Totale pesci			68.600	528.900
Mitili (+ pesca)			130.000	143.000
Vongola verace			48.000	192.000
Totale molluschi			178.000	335.000
Gracilaria			3.000	1.800
Totale alghe			3.000	1.800
Totale acquacoltura			249.600	865.700

(*) Viene considerato anche il valore aggiunto per il prodotto trasformato fresco in azienda.

FONTE: Istituto Centrale per la Ricerca Applicata al Mare (ICRAM)/Associazione Piscicoltori Italiani (API), 1999.



Le pratiche di acquacoltura comportano l'introduzione di sostanze di sintesi, nutrienti, agenti patogeni, nuove specie di organismi, che possono alterare, a volte anche irreparabilmente, l'integrità degli ecosistemi. I rischi di esternalità negative sono tanto maggiori quanto più sono impiegate tecniche di allevamento iperintensivo e tipologie di produzione scarsamente integrate nel contesto ambientale.

Lo sviluppo dell'acquacoltura in Italia, e più nello specifico della maricoltura, ha evidenziato nuove problematiche relative alla salvaguardia dell'ambiente e alla tutela delle risorse.

L'acquacoltura interferisce con tre componenti fondamentali ed altamente sensibili degli ecosistemi acquatici: l'acqua, i sedimenti e i popolamenti ittici. In presenza di attività di acquacoltura, acqua e sedimenti subiscono alterazioni della qualità che si riflettono poi sugli organismi; si evidenzia quindi la necessità di identificare i parametri biotici ed abiotici che occorre monitorare al fine di comprendere meglio gli effetti dell'attività di acquacoltura sull'ambiente col quale essa interagisce.

Gli impianti di allevamento di specie

marine possono scaricare reflui sia direttamente, nel caso di allevamenti in mare aperto, che indirettamente nel caso di impianti a terra tramite canali. Negli ultimi anni sono stati sviluppati diversi modelli per quantificare gli apporti di nutrienti da sistemi di acquacoltura.

Uno dei pochi modelli applicabili alla realtà mediterranea, il modello di Kladoudatos et al. (1996), si basa sull'analisi del particolato proveniente dall'allevamento e sulla valutazione della qualità dell'acqua in accordo a modelli di bilancio energetico, in un sistema di gabbie galleggianti per l'allevamento di spigole in un golfo della Grecia.

Il lavoro ha messo in evidenza che, per ogni kg di mangime consumato giornalmente si perde il 2,5% di mangime, vengono prodotte il 5% di feci e si perde nell'ecosistema lo 0,27% di azoto e lo 0,04% di fosforo.

Sulla base dei dati di produzione, e considerando una conversione media del mangime in biomassa di 1,5, sono stati stimati gli apporti giornalieri di azoto totale e fosforo totale che possono essere sversati in mare da sistemi di allevamento intensivo di specie marine nel nostro Paese (tabella 2).

Industria petrolifera:
attività in mare aperto

La produzione di gas a mare è passata da 12,6 miliardi di mc nel 1990 a 15,5 miliardi di mc nel 1997, con un incremento del 23% mentre la produzione di olio a mare nello stesso periodo è stata rispettivamente di 3 milioni e 1 milione di tonnellate. I pozzi di ricerca erano 42 nel 1990 e 32 nel 1996, mentre quelli di coltivazione risultavano rispettivamente 40 e 44. L'attività di reperimento di giacimenti di idrocarburi in alto mare si compone di tre fasi: la prospezione, che mira ad individuare i siti più promettenti; la ricerca (o perforazione), che verifica l'effettiva presenza del giacimento nel sito prescelto; la coltivazione, che consiste nelle operazioni finalizzate allo sfruttamento della risorsa. Ciascuna di queste attività può determinare sull'ambiente circostante una serie di effetti negativi, la cui entità dipende da vari fattori.

L'esecuzione di una prospezione sismica a riflessione infatti, determina sempre una diminuzione delle catture nell'attività di pesca, dovuta quasi interamente alla "risposta di panico" dei pesci nei confronti delle onde di pressione generate dalla sorgente sismica; tale reazione risulta variabile a seconda delle

TABELLA 2

**Acquacoltura: quantità di mangime utilizzato
e corrispondente apporto di azoto e fosforo, 1996**

Regione	Stima mangime consumato		Stima di azoto totale (kg/giorno)	Stima di fosforo totale (kg/giorno)
	(kg/anno)	(kg/giorno)		
Liguria	225.000	616,4	1,664	0,247
Toscana	3.450.000	9.452,1	25,521	3,781
Lazio	900.000	2.465,8	6,658	0,986
Campania	225.000	616,4	1,664	0,247
Basilicata	150.000	411	1,110	0,164
Calabria	225.000	616,4	1,664	0,247
Puglia	3.000.000	8.219,2	22,192	3,288
Molise	300.000	821,9	2,219	0,329
Abruzzo	120.000	328,8	0,888	0,132
Emilia-Romagna	180.000	493,2	1,332	0,197
Veneto	1.425.000	3.904,1	10,541	1,565
Friuli-Venezia Giulia	450.000	1.232,9	3,329	0,493
Sardegna	1.500.000	4.109,6	11,096	1,644
Sicilia	3.000.000	8.219,2	22,192	3,288
Totale	15.150.000	41.507,0	112,068	16,605

FONTE: ENEA, 2000.



specie ittiche interessate e della pressione esercitata dall'impulso sismico.

Durante la ricerca e la coltivazione in alto mare di giacimenti di idrocarburi, sulla piattaforma di produzione si accumula un'ampia gamma di sostanze pericolose, liquide, solide e gassose, per il cui smaltimento devono essere adottate le necessarie precauzioni.

L'emungimento dei fluidi in fase di coltivazione può indurre la subsidenza dell'area interessata dal giacimento determinando un aumento del tasso d'erosione costiera, con conseguenze più dannose quanto maggiore è la vicinanza alla costa.

Sempre presente inoltre è il rischio di immissione di idrocarburi in mare dovuta a sversamenti accidentali, la cui pericolosità varia in funzione della composizione chimica della miscela, del volume di idrocarburi liberato e delle condizioni atmosferiche; la vicinanza alla costa della piattaforma estrattiva riduce i tempi d'intervento nel caso in cui le condizioni meteorologiche determinassero lo spostamento dello sversamento verso terra.

Da non sottovalutare sono, infine, i rischi legati allo smantellamento della piattaforma al termine della sua attività che, nonostante i notevoli progressi

compiuti negli ultimi anni riguardo ai requisiti di rispetto ambientale, non presenta ancora caratteristiche di "sicurezza totale".

In base a tali considerazioni appare evidente come l'attività petrolifera in alto mare, in continua crescita nel nostro paese durante l'ultimo ventennio, sia fonte di rischi diversi, aventi differenti impatti sull'ambiente marino.

Traffico marittimo

La consistenza del sistema portuale, l'incremento progressivo del traffico in termini di navi arrivate e partite, di merci sbarcate e imbarcate, di tempi di permanenza delle navi nei porti e nelle rade costituiscono fattori di accrescimento dell'indice di probabilità di rischi di incidenti marittimi, comportanti fenomeni più o meno gravi di inquinamento da sostanze pericolose.

Il traffico marittimo di per sé costituisce fonte o pericolo di inquinamento: basti pensare alle implicazioni ambientali connesse al rilascio delle acque di sentina, al ricambio delle acque di zavorra, allo smaltimento dei rifiuti di bordo, ai composti chimici contenuti nelle vernici antivegetative

impiegate per il trattamento della carena delle navi (composti organostannici), all'inquinamento, atmosferico e acustico, derivante dall'impiego dei motori di bordo.

La movimentazione delle merci nei porti italiani nel corso del 1998, nell'ambito della navigazione internazionale, ammonta complessivamente a 321.471.713 tonnellate, di cui 253.852.331 sbarcate e 67.619.382 imbarcate.

In navigazione di cabotaggio nell'anno 1998 sono state movimentate merci per circa 124.000.000 tonnellate. Dalla tabella 3 si evince che nel 1998 si è verificato rispetto al 1997 un incremento del volume del traffico marittimo pari a circa l'11% in navigazione internazionale e a circa il 5% in navigazione di cabotaggio.

Trasporto di idrocarburi e di sostanze pericolose

Il traffico petrolifero nel Mediterraneo, che ricordiamo costituisce lo 0,7% della superficie delle acque mondiali, ma in cui vengono movimentati il 16% delle merci trasportate via mare, e più del 25% del traffico mondiale marittimo del petrolio, ammonta a 300.000.000 di tonnellate annue.

SCHEDA 1

Inquinamenti da petrolio, cause ed effetti sull'ambiente

Definizione di inquinamento marino, fonte GESAMP (The Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection):

"Introduzione diretta o indiretta da parte umana, di sostanze o energia nell'ambiente marino... che provochi effetti deleteri quali, danno alle risorse viventi, rischio per la salute umana, ostacolo alle attività marittime compresa la pesca, deterioramento della qualità dell'acqua per gli usi dell'acqua marina e riduzione delle attrattive".

Alla luce di questa definizione possiamo distinguere tre differenti tipi di inquinamento:

- inquinamento sistematico: causato dall'immissione continua nel tempo di inquinanti: scarichi fognari, reflui industriali, dilavamento terreni, ecc.
- inquinamento operativo: causato dall'esercizio di natanti: lavaggio cisterne, scarico delle acque di zavorra e di sentina, ricaduta fumi, vernici antifouling, ecc.
- inquinamento accidentale causato da incidenti: naufragi, operazioni ai terminali, esplosioni su piattaforme, rottura

condotte, ecc.

Gli effetti degli inquinamenti in mare possono essere "acuti", ovvero immediati e generalmente provocano la morte degli organismi animali e/o vegetali. Comportano a livello dell'ecosistema grandi e visibili modificazioni immediate dovute alla presenza dell'inquinante. Oppure "cronici", non provocano cioè la morte immediata dell'individuo colpito, ma provocano effetti ritardati nel tempo che spesso si presentano come malattie croniche, danni cromosomici, disfunzioni riproduttive, ontogenetiche, fisiologiche e delle capacità di interazione sociale. Gli inquinanti infatti possono essere assorbiti dagli organismi in maniera diretta (per contatto o per ingestione) o indiretta attraverso la catena trofica (fenomeno della magnificazione biologica). A livello di ecosistema si verifica una riduzione della biodiversità (da quella genetica a quella "sistematica").

Effetti acuti: in mare il petrolio greggio forma una sottile pellicola che:

- impedisce gli scambi gassosi: provocando condizioni di



In Italia nel 1998 (2) sono transitate nei porti italiani 123.800.000 di tonnellate di petrolio greggio, in gran parte movimentate nei porti dell'Adriatico, con un aumento nel quinquennio pari al 6,7% e medio annuo del 1,35%.

Nel 1999 (2) sono state importate nel nostro paese 80.369.000 tonnellate di greggio, con una movimentazione di circa 2.000.000 di barili al giorno, di cui il 65% nei porti maggiori.

Tra i porti a maggiore concentrazione di traffico sono Trieste con 35,6 milioni di tonnellate (28,75%), Augusta con 14,4 milioni di tonnellate (11,65%), Genova con 12,8 milioni di tonnellate (10,35%). Nel 1998 i prodotti chimici alla rinfusa sbarcati nei porti nazionali hanno totalizzato un ammontare di circa 5 milioni di tonnellate (dato stabile nell'ultimo quinquennio) prevalentemente concentrati per flussi di traffi-

co nei tradizionali porti di Venezia PM, Cagliari S., Gela, Ravenna, Porto Torres, Priolo, Brindisi.

Negli anni '90, il 65% della flotta addetta al trasporto del greggio denunciava un'anzianità di almeno 13 anni, percentuale che saliva al 78% per petroliere con stazza superiore alle 200.000 tonnellate.

Dal 1996 per effetto della Marpol, 73/78 (Convenzione internazionale per

(2) Fonte UPI Unione Petrolifera Italiana.

segue **SCHEDA 1**

anossia;

- limita la penetrazione della luce con ripercussioni sull'attività fotosintetica di alghe, fanerogame marine, fitoplancton e quindi provoca una diminuzione della produzione primaria;
- aderisce agli organismi che vivono o interagiscono all'interfaccia aria/acqua (mammiferi marini, uccelli, organismi bentonici intertidali, alghe, stadi larvali, gameti, ecc.) impedendone le normali funzioni vitali.

Effetti cronici: si verificano negli organismi quando la tossicità rimane ad un livello sub-letale ma, la presenza delle sostanze inquinanti provoca alterazioni sostanziali delle condizioni chimico-fisiche che, con tempi più o meno lunghi si ripercuotono sulla comunità, presentandosi come:

- alterazioni fisiologiche, fisiche e comportamentali;
- modificazioni della composizione in specie;
- modificazioni delle interazioni ecologiche (es. preda-predatore).

Secondo fonti Organizzazione Marittima Internazionale (IMO) tra le fonti di inquinamento delle acque marine solo il 23% sono costituite da sorgenti marine e tra queste la percentuale del 12% è quella legata all'inquinamento dovuto al trasporto marittimo, il resto è dovuto a cause di origine terrestre, ad attività di scarico, attività petrolifera al largo della costa ed al trasporto aereo.

Nel Mediterraneo, sempre secondo le statistiche IMO la percentuale degli inquinamenti dovuti ad idrocarburi dovuti a sversamenti da navi è del 10%. Si tratta ovviamente di statistiche relative agli sversamenti accidentali che non tengono conto delle operazioni illegali, quali il lavaggio delle cisterne. Analizzando le cause di questi incidenti, è possibile riscontrare che per il 64% dei casi esse sono imputabili ad errore umano, il 16% a guasti meccanici ed il 10% a problemi strutturali della nave, il restante 10% non è attribuibile a cause certe. Tenendo conto che parte delle percentuali attribuibili agli errori umani e alle cause non determinate, possono senz'altro essere ascritte ai problemi connessi alla presenza di "vecchie carrette" con equipaggi improvvisati e impreparati che percorrono in gran numero il Mediterraneo, il quadro appare più aderente alla realtà.

Infine, secondo l'International Tanker Owners Pollution

Inquinamenti da petrolio, cause ed effetti sull'ambiente

Federation limited (ITOPF), l'associazione di categoria dei trasportatori di idrocarburi, le statistiche sugli sversamenti (spills), mostrano che questi si verificano secondo le seguenti proporzioni: durante le operazioni di carico e scarico circa il 35%; durante il bunkeraggio (carico del carburante) circa il 4,5%; per collisioni circa il 4,5%; per arenamento circa il 4,5%; per falle nello scafo circa il 4,5%; in seguito a incendi o esplosioni (come nel caso della Haven) per il 2%; per altre cause non meglio determinate il 45%.

Nel 1999 sono stati compiuti oltre 100 interventi per sversamenti superiori alle 500 tonnellate, un record per gli ultimi anni. Di questi, una consistente parte è avvenuta in Mediterraneo. La media annuale di sversamenti superiori a 500 tonnellate si aggira per il nostro bacino sulle 21.000 tonnellate annue.

Per quanto rilevanti tuttavia, gli sversamenti accidentali dovuti ad idrocarburi, rappresentano solo una piccola quota del totale degli scarichi dovuti al traffico marittimo la maggior parte di essi infatti, dall'80 al 95% a seconda dei criteri di stima è infatti determinata da operazioni di routine, in particolare dallo zavorramento e dal lavaggio delle cisterne, con uno spill medio a livello mondiale, valutabile da 8 a 20 milioni di barili, con 1 milione di barili nel solo Mediterraneo. Negli anni '80 questo sversamento non accidentale veniva stimato in circa lo 0,2% del carico trasportato. Questa cifra dovrebbe essersi sensibilmente ridotta nell'ultimo decennio grazie alla maggiore applicazione di alcune convenzioni internazionali, ma è verosimile ritenere che l'inquinamento non accidentale sia ancora rilevante. Anche a prescindere dagli scarichi ancora compatibili con le convenzioni però non in Mediterraneo, il cui status di special area ai sensi dell'annesso primo della Marpol, 73/78 - Convenzione Internazionale per la prevenzione dell'inquinamento marino da navi, implica il divieto assoluto di scarico di idrocarburi contenuti nelle cisterne di zavorra con l'eccezione di due aree molto limitate), esistono molti paesi che non hanno ancora sottoscritto gli accordi e amplissime fasce di elusione delle norme, anche in relazione ad aree e navi di paesi firmatari.



la prevenzione dell'inquinamento marino da navi) le navi cisterna devono essere costruite con scafo doppio o con tecnologia equivalente, mentre le cisterne monoscafo andranno gradualmente a scomparire. La Marpol però non fissa una tempistica rigorosa e celere per l'eliminazione. Dati Intertanko danno al 1 gennaio 2000 una percentuale di cisterne a doppio scafo in servizio nel mondo del 20,8%, che

sale al 42,8% per le cisterne tra le 80.000 e le 200.000 tonnellate ed al 33,3% per quelli superiori alle 200.000 tonnellate, percentuale che in Mediterraneo sembra essere molto più bassa. Solo poche petroliere a doppio scafo agiscono abitualmente nel mediterraneo, su 250-300 con stazza lorda oltre le 100.000 tonnellate.

Dati Regional Marine Pollution Emergency Response Centre (Rempec) di Malta sti-

mano una media di 129 petroliere in circolazione nel mediterraneo ogni giorno, con una movimentazione giornaliera nell'ordine di 7/8 milioni di barili.

Acque di zavorra

Le acque di zavorra sono imbarcate nelle cisterne delle navi per dare a queste stabilità e manovrabilità durante i viaggi, in funzione del carico trasportato e/o delle condizioni meteorologiche;

SCHEDA 2**Il caso Haven**

L'11 aprile 1991 la petroliera Haven, alla rada nel porto di Genova, si incendiò durante le operazioni di spostamento del carico, causando la morte di cinque membri dell'equipaggio. La nave rimorchiata a 5 km dalla costa, affondò spezzandosi in due tronconi al largo di Arenzano. Il sinistro Haven ha comportato il maggior fenomeno di inquinamento da petrolio mai occorso in Mediterraneo. Circa 144.000 tonnellate di greggio un volume pari a quasi quattro volte quello sversato in Alaska dall'Exxon Valdez, si sono liberate dalle sue cisterne inquinando le acque e i fondali marini, le coste e l'atmosfera.

Se i mezzi e le risorse dispiegate per fronteggiare l'evento hanno consentito di contenere le conseguenze, le indagini che si sono succedute nell'arco di otto anni attestano la persistenza di alcuni effetti nocivi. I fondali del ponente ligure sono, infatti, tuttora inquinati da migliaia di tonnellate di catrame che, al pari dei residui di idrocarburi ancora presenti nel relitto, costituiscono una sorgente di molecole cancerogene, mutagene e teratogene mai esauritasi.

L'incendio ha costituito la circostanza che più di altre ha prodotto effetti nocivi tuttora persistenti. Protrattosi con varia intensità per circa settanta ore, il rogo della superpetroliera ha determinato il rapido affondamento, su un'area di fondale relativamente ristretta, di una quantità di petrolio stimata tra 10.000 e 50.000 tonnellate. Il fenomeno, mai documentato in precedenza, ha richiesto accertamenti e interventi di bonifica sin dalle fasi di emergenza. In quest'ambito sono stati localizzati e rimossi i residui di greggio affondati entro la batimetrica dei dieci metri e sono state condotte indagini volte a individuare quelli dispersi più in profondità. I dati acquisiti hanno dimensionato la rilevanza del fenomeno ma,

per i limiti imposti dalle risorse disponibili e dalle metodiche impiegate, non hanno sinora consentito di valutare compiutamente le esigenze di bonifica e di pianificare gli interventi. La bonifica del relitto dai residui di idrocarburi pone anch'essa dei problemi di quantificazione e localizzazione e le metodologie di intervento subacqueo dovranno essere adeguate alle difficoltà di accesso al relitto, in particolare per quanto attiene la sala macchine.

Le quantità di idrocarburi coinvolte, le peculiari caratteristiche dell'ambiente marino colpito e l'importanza sociale ed economica delle attività che vi sono esercitate, conferiscono al fenomeno una rilevanza che legittima interventi certamente impegnativi, sia per le risorse da destinarvi che per la complessità delle problematiche da affrontare. A conclusione di un contenzioso durato circa otto anni, si è prodotto l'atto transattivo stipulato in data 4 marzo 1999 tra lo Stato Italiano, gli Assicuratori della nave, l'International Oil Pollution Compensation Fund (IOPCF) per il risarcimento dei costi sopportati dallo Stato Italiano. Dei 117,6 miliardi ottenuti, 22 sono relativi agli interventi di emergenza, gli altri 95 sono destinati alla bonifica ed al recupero ambientale delle aree contaminate. Vale la pena di ricordare che, per i danni causati dall'incidente della Exxon Valdez, che trasportava 35.000 tonnellate di greggio, l'Alaska ha ottenuto un risarcimento di oltre 5.000 miliardi di lire. La differenza nell'entità dell'indennizzo è da ricondurre al riconoscimento della risarcibilità del danno ambientale, ammessa nel caso della petroliera americana dalla legge federale degli USA e invece non riconosciuta dall'International Oil Pollution Compensation Fund, il fondo internazionale per il risarcimento dei danni derivati dal trasporto via nave di sostanze petrolifere, di cui l'Italia fa parte.



numerosi organismi marini possono essere pertanto accidentalmente pompati nelle cisterne ed essere trasportati e scaricati anche a grandi distanze dall'area di prelievo. I primi risultati ottenuti a seguito della convenzione stipulata nel 1999 tra il Ministero dell'ambiente e la Società Italiana di Biologia Marina, hanno permesso di produrre una lista di specie vegetali ed animali probabilmente introdotte tramite le acque di zavorra. Tra le alghe, un esempio è rappresentato da *Acrothamnion preissii*, specie indo-pacifica, che sembra essere stata introdotta nel Mediterraneo mediante il "fouling" o le acque di zavorra delle petroliere e delle barche da pesca e da diporto. Tra gli invertebrati, il crostaceo decapode *Callinectes sapidus*, di origine atlantica, è stato trasportato tramite le acque di zavorra di navi mercantili provenienti dall'America, così come il *Pinguipes brasilianus*, pesce appartenente alla

famiglia Pinguipedidae, di origine sud-americana.

Questo trasferimento di specie, la cui incidenza è attualmente notevolmente aumentata in seguito all'incremento del traffico marittimo, è fonte di rischio per l'ambiente in quanto può facilitare l'insediamento di organismi alloctoni contribuendo a destabilizzare gli equilibri degli ecosistemi riceventi.

Vernici anti-vegetative

L'insieme degli organismi animali e vegetali che si insediano su qualsiasi struttura artificiale sommersa, denominato "fouling", comporta, tra le altre cose, la riduzione dell'efficacia di scioglimento degli scafi delle navi. Per ovviare a questo inconveniente vengono impiegate da tempo delle particolari vernici, che attraverso il graduale rilascio di composti ad azione biocida, quali i composti organici a base di stagno (composti organostannici) o di

ram, e riducono notevolmente la colonizzazione biologica.

Tali sostanze, ed in particolare fra gli organostannici lo stagno tributile (TBT), a causa della loro tossicità, persistenza e capacità di bioaccumulo, si ritrovano anche in aree lontane dalla fonte originaria di emissione e concorrono a generare notevoli danni sull'ecosistema marino. E' stato ampiamente documentato come basse concentrazioni (fino a pochi nanogrammi per litro di acqua di mare) di TBT possono causare gravi effetti su crostacei, policheti, bivalvi, gasteropodi e ricci di mare. In particolare, per alcuni gasteropodi marini si osserva il fenomeno dell'inversione sessuale o imposex (trasformazione di individui da femmine in maschi), che determinando una condizione di sterilità può comportare il declino di una popolazione. Nei gasteropodi mediterranei l'imposex è già stato evidenziato in *Hexaplex trun-*

TABELLA 3 Volume di traffico in navigazione di cabotaggio ed internazionale (tonnellate), 1997 e 1998

Anno	Cabotaggio			Internazionale			Totale
	sbarchi	imbarchi	totale	sbarchi	imbarchi	totale	
1997	59.414.768	59.348.749	118.763.517	231.618.662	58.627.376	290.246.038	348.873.414
1998	62.111.412	62.073.157	124.184.569	253.852.331	67.619.382	321.471.713	445.656.282

FONTE: ISTAT, 1999.

TABELLA 4

Bacini costieri	1988	1989	1990	1991	1992
Adriatico settentrionale	280.000	1.768.400	813.000	1.037.000	60.000
Adriatico centrale	478.800	1.078.500	418.000	60.000	1.227.800
Adriatico meridionale	7.500	287.000	7.000	21.300	700.000
Ionio	957.000	4.142.500	9.500	3.500.700	151.300
Canale di Sicilia	40.000	721.000	169.000	380.000	600.000
Tirreno meridionale	55.000	867.700	355.000	0	0
Tirreno centrale	3.147.500	266.000	226.000	144.000	133.000
Tirreno settentrionale	0	0	0	0	0
Ligure	95.000		735.000	1.054.000	145.000
Mare di Sardegna	0	0	90.000	0	0
Totale	5.060.800	9.131.100	2.822.500	6.197.000	3.017.100



culus e *Stramonita haemastoma* e i danni maggiori sono stati osservati nelle vicinanze delle zone soggette a intenso traffico marittimo. Altri studi documentano come l'assorbimento del TBT da parte di pesci e mammiferi danneggia il sistema nervoso centrale, alteri l'integrità del sistema endocrino e delle difese immunitarie, concorrendo probabilmente allo sviluppo di gravi patologie.

Dragaggi portuali e movimentazione dei fondali

Il Ministero dell'ambiente è competente per il rilascio delle autorizzazioni allo scarico in mare dei materiali di risulta dell'escavo e della movimentazione dei fondali di ambienti marini e salmastri. In tale ambito di competenza rientrano molteplici attività legate all'uso del mare, dalla manutenzione e gestione dei fondali portuali alla ricostituzione delle spiagge in erosione (ripascimenti). La competenza, dettata originariamente dalla Legge Merli, è oggi prevista dall'art.35 del Testo Unico sulle acque o Decreto Legislativo n. 152 dell'11 maggio 1999. Di prossima emanazione saranno i decreti di regolamentazione della materia, previsti dal citato articolo 35 che sono attualmente in fase elaborativa presso il Servizio Difesa Mare. Il ruolo del Ministero dell'ambiente su questa tematica è quanto mai delicato, ma quella che a prima vista sembrereb-

be una competenza "scomoda" rappresenta invece una garanzia di controllo su tutte le operazioni di scarico in mare da parte di un Ente che ha per suo fine istituzionale la tutela ambientale. La documentazione istruttoria propedeutica al rilascio dell'autorizzazione prevede infatti una dettagliata caratterizzazione chimico-fisico-microbiologica dei sedimenti, una altrettanto ben individuata e caratterizzata area di scarico e, per i lavori più impegnativi, un monitoraggio durante e alla fine delle operazioni. Viene pertanto svolta dal Ministero dell'ambiente un'attività di messa a punto di normative in linea con i principi precauzionali ed i dettami internazionali (IMO e UNEP), ed il controllo sia sulle fasi dell'iter istruttorio sia sul successivo svolgimento delle operazioni riportano in tabella 4 i quantitativi in metri cubi autorizzati negli anni 1988/1997 ripartiti per i vari bacini costieri italiani.

Stato dell'ambiente marino e costiero

Monitoraggio dei parametri
"oceanografici, chimici biologici
e microbiologici"
delle acque marine

Il Ministero dell'ambiente sta conducendo, con il supporto dell'Istituto Centrale per la Ricerca Applicata al

Mare (ICRAM), un programma di monitoraggio delle acque marino - costiere, affidandone la realizzazione a 14 Regioni marittime (Abruzzo, Basilicata, Calabria, Campania, Emilia - Romagna, Friuli - Venezia Giulia, Lazio, Liguria, Marche, Molise, Puglia, Sardegna, Toscana, Veneto).

Tale programma, rinnovabile ogni triennio, è finalizzato alla conoscenza dello stato di qualità delle acque marino - costiere, prevede l'esecuzione di periodici controlli con il rilevamento di dati oceanografici, chimici, biologici e microbiologici secondo l'articolazione di seguito specificata:

- monitoraggio delle acque ai fini della conoscenza dello stato degli ecosistemi, con posizionamento di transetti a distanza media di 10 chilometri l'uno dall'altro. Per ogni transetto sono previsti punti di campionamento situati rispettivamente a 500, 1.000 e 3.000 metri dalla costa;
- monitoraggio delle acque finalizzato al controllo dell'eutrofizzazione, con posizionamento di transetti a distanza non superiore a 20 chilometri l'uno dall'altro. Per ogni transetto sono previsti due punti di campionamento a 500 e 3.000 metri dalla costa. La frequenza dei controlli è quindicinale nel periodo giugno-settembre e mensile nel periodo ottobre-maggio;
- monitoraggio dei bivalvi. I molluschi bivalvi sono organismi che accumulano le sostanze inquinanti nei propri

Materiali di escavo portuale autorizzati allo scarico in mare (mc), 1988-1997

1993	1994	1995	1996	1997	Totale
540.000	3.010.000	350.000	1.523.500	2.361.500	11.743.400
280.000	977.100	596.000	460.700	376.400	5.953.300
45.000	20.000	2.276.700	717.400	10.000	4.091.900
75.000	87.410	1.500.00	648.000	50.000	9.771.410
180.000	751.000	0	0	0	2.841.000
0	350.000	565.000	0	5.000	2.197.700
40.000	227.000	124.000	100.000	257.000	4.664.500
0	11.500	40.000	7.000	1.500	60.000
1.450.600	202.600	593.000	384.000	1.841.280	6.500.480
0	0	0	0	0	90.000
2.610.600	5.636.610	4.694.700	3.840.600	4.902.680	47.913.690

FONTE: Elaborazione Ministero dell'ambiente dal Quaderno IRSA n. 85/90.



tessuti in maniera proporzionale alla concentrazione ambientale. L'utilizzo di tali bioaccumulatori risulta importante anche ai fini della valutazione del grado di contaminazione dell'area costiera secondo una misura "integrata nel tempo" e non riferibile quindi al solo momento in cui è stato effettuato il prelievo. Sono previste 4 stazioni di prelievo, ogni 100 km di costa ed il rilevamento viene effettuato a cadenza stagionale.

I dati sono stati acquisiti dalle Regioni e inseriti nel sistema informativo Sistema Difesa Mare (SiDiMar) del Servizio Difesa Mare (SDM) del Ministero dell'ambiente.

Stato trofico delle acque marine costiere

L'elaborazione dei dati relativi agli anni 1996-99, ha portato ad una preliminare valutazione dello stato trofico delle acque marine costiere in base all'indice di stato trofico, denominato TRIX, previsto dal DLgs 152/99. Nello stesso

decreto è prevista la classificazione delle acque marine costiere in relazione all'indice stesso: a ciascun valore dell'indice trofico, compreso tra < 4 e > 6 , è associato uno stato di qualità trofica delle acque marine costiere, stato al quale corrispondono particolari condizioni di produttività (tabella 5). L'indice TRIX prende in considerazione alcune variabili significative normalmente considerate nelle attività di monitoraggio delle acque marine costiere (clorofilla a; ossigeno disciolto come scostamento, in valore assoluto, dalla saturazione; fosforo totale e azoto minerale disciolto).

La tabella 6 riporta i valori medi di TRIX, calcolati per le diverse aree costiere italiane, a partire dal data-set relativo a ciascuna Regione, interessata dal Programma di monitoraggio sopra descritto.

Le acque costiere della Regione Emilia Romagna e della Regione Lazio risultano quelle con un punteggio medio di TRIX più alto (compreso tra 5 e 6 unità

di TRIX): queste acque devono essere classificate nello stato mediocre, tipico di sistemi marino-costieri caratterizzati da acque molto produttive, con situazioni che possono essere definite "a rischio eutrofico". È significativo il fatto che queste zone costiere sono influenzate dagli apporti di due tra i maggiori fiumi italiani: il Po e il Tevere, che condizionano in maniera pesante ampi tratti di costa con i loro carichi eutrofizzanti.

Per la Regione Veneto, con un valore medio regionale di TRIX al limite tra lo stato buono e lo stato mediocre, possono valere le stesse considerazioni: condizioni di rischio eutrofico sono infatti rilevabili nel tratto costiero interessato dagli apporti dell'Adige e del Po di Levante, con valori puntuali di TRIX di norma superiori alle 5 unità.

Nello stato buono (valori compresi tra 4 e 5 unità) figurano tutte le altre Regioni dell'Alto e Medio Adriatico, del Mar Ligure e dell'Alto Tirreno. D'altra parte regioni come la Liguria e la

TABELLA 5

Scala Trofica e condizioni delle acque

ELEVATO	< 4	Buona trasparenza delle acque Assenza di anomale colorazioni delle acque Assenza di sottosaturazione di ossigeno disciolto nelle acque bentiche
BUONO	4 - 5	Occasionali intorbidimenti delle acque Occasionali anomale colorazioni delle acque Occasionali ipossie nelle acque bentiche
MEDIOCRE	5 - 6	Scarsa la trasparenza delle acque Anomale colorazioni delle acque Ipossie e occasionali anossie delle acque bentiche Stati di sofferenza a livello di ecosistema bentonico
SCADENTE	> 6	Elevata torbidità delle acque Diffuse e persistenti anomalie nella colorazione delle acque Diffuse e persistenti ipossie/anossie nelle acque bentiche Morte di organismi bentonici Alterazione/semplificazione delle comunità bentoniche Danni economici nei settori del turismo, pesca ed acquacoltura

FONTE: Decreto Legislativo 152/99, 1999.



Toscana presentano situazioni molto eterogenee, con valori di Indice Trofico mediamente elevati soltanto in zone limitate (aree fortemente urbanizzate, foce del Magra, foce dell'Arno, foce del Serchio, ecc.), ma che contribuiscono a determinare un sensibile incremento dell'Indice medio alla scala regionale. Nello stato elevato, infine (valori dell'Indice inferiori a 4 unità di TRIX – acque scarsamente produttive), ricadono le restanti regioni dell'Italia meridionale e insulare. Anche in questo caso è necessario sottolineare che il punteggio assegnato è relativo ad una media di TRIX calcolata tra tutte le stazioni di misura prese in considerazione e che situazioni "a rischio" possono sempre presentarsi, sia pur in aree molto circoscritte.

Bioaccumulo nei molluschi bivalvi
Negli ultimi decenni l'incremento dell'immissione nell'ambiente marino di metalli in tracce derivanti prevalentemente dalle attività industriali, dal

traffico veicolare e dall'incenerimento dei rifiuti ha richiamato l'attenzione sulla valutazione degli effetti riportati dagli organismi marini.

E' ormai ben nota la tossicità di alcuni metalli pesanti come il mercurio, il cadmio ed il piombo, che non svolgono alcun ruolo fisiologico negli organismi e vengono accumulati fino a raggiungere concentrazioni molto superiori rispetto a quelle presenti nell'acqua. Sono proprio il mercurio ed il cadmio i metalli pesanti oggetto d'indagine nell'ambito del Programma di Monitoraggio condotto dal Ministero dell'ambiente, su banchi naturali o artificiali del mollusco bivalve *Mytilus galloprovincialis* (cozza comune).

Per quanto riguarda il mercurio, dall'analisi dei dati si evince che, per le coste italiane, i livelli di tale metallo raggiungono raramente il valore soglia per la commercializzazione del prodotto (0,5 mg/kg peso fresco pari a circa 2,5 mg/kg peso secco), nonostante i mitili analizzati provengano in gran

parte da banchi naturali, situati in aree sicuramente interessate da scarichi di varia natura. Le aree costiere che mostrano livelli di concentrazione intorno a 1 o più mg di mercurio per kg di sostanza secca sono: la Toscana centrale e meridionale (con valori in qualche caso superiori a 3 mg/kg ps nei siti di Ansedonia e Porto S. Stefano; questi valori sono rappresentativi dell'anomalia geochimica caratteristica dei territori che si affacciano su questo tratto di costa, per la presenza del Monte Amiata), il Friuli (con 1,1 e 0,85 mg/kg ps rispettivamente a Duino e Aurisina); la Liguria (con valori mediamente sempre elevati; in particolare a Bordighera, Arma di Taggio, Gallinara est si sono riscontrati valori medi che superano i 2 mg/kg ps).

Situazioni di contaminazione che potremmo definire puntiformi, si sono riscontrate: in Sardegna (i prelievi sono stati effettuati a Sant'Antioco con un valore medio di 1,3 mg/kg ps e concentrazioni massime di 2,7 mg/kg

TABELLA 6

Classificazione trofica preliminare delle coste italiane

Regione	Periodo indagato	Numero delle misurazioni	Medie di TRIX	Deviazioni Standard
Liguria	12/ 97 - 7/ 99	133	4,31	0,71
Toscana	5/ 97 - 4/99	2.096	4,03	0,91
Lazio	10/ 96 - 9/ 98	(1)	5,16	1,09
Campania	7/ 98 - 9/ 99	461	3,82	0,99
Basilicata	10/ 96 - 12/ 98	869	3,56	0,80
Calabria	8/ 98 - 10/ 99	318	3,37	1,03
Puglia	6/ 98 - 6/ 99	506	3,36	0,84
Molise	1/ 97 - 4/99	265	4,45	0,85
Abruzzo	4/ 97 - 6/98	429	4,66	0,92
Marche	1/ 97 - 12/98	657	4,84	0,95
Emilia-Romagna	7/ 96 - 6/99	621	5,44	0,94
Veneto	7/ 96 - 12/98	816	4,93	0,83
Friuli-Venezia Giulia	4/ 97 - 6/99	210	4,46	0,77
Sardegna	5/ 97 - 4/ 98	2.728	2,68	0,78
Sicilia	Non è stata monitorata			

Deviazione Standard media = $0,89 \pm 0,03$

(1) Per questa Regione, l'attività di validazione dei dati dei nutrienti è tuttora in corso. Il calcolo dell'Indice Trofico è stato perciò condotto su un numero molto limitato di records, relativi soprattutto a dati analitici riguardanti le zone costiere interessate dal Tevere. Il valore di TRIX così ottenuto è però congruo con i valori mediamente elevati di clorofilla riscontrati lungo tutto il litorale laziale, valori che possono essere ritenuti caratteristici di acque costiere eutrofiche.

FONTE: ICRAM, 2000.



ps; questa area è rappresentativa di tutta la fascia costiera antistante la zona del Sulcis che come noto è stata dichiarata area ad elevato rischio di crisi ambientale), la Campania (Pozzuoli presenta valori medi di 1,5 mg/kg ps e un massimo di oltre 6 mg/kg ps che indica la presenza di una fonte locale di contaminazione), la Calabria (a Squillace, con valori massimi di 1,8 mg/kg ps), la Basilicata (a Nova Siri con valori massimi di 1,8 mg/kg ps). Per quanto riguarda il cadmio (Cd), nella maggior parte delle stazioni le concentrazioni rilevate sono da considerarsi basse o medie (minori di 1 mg/kg ps). Valori di poco superiori si ritrovano in diversi siti adriatici a sud del Po (Bagni di Volano e Cesenatico con oltre 4 mg/kg ps, foce dell'Alvata con 1,6 mg/kg ps), in Basilicata (Fiumicello con un valore di 1,5 mg/kg ps), in Sardegna (Sant'Antioco, con valori medi oscillanti tra 2 e mg/kg ps e un massimo di oltre 7 mg/kg ps, che come già evidenziato precedentemente è rappresentativo della zona dichiarata ad elevato rischio ambientale del Sulcis) ed in Calabria (foce Esaro con un valore medio di 8 mg/kg ps e un valore massimo che arriva a 15,8 mg/kg ps e Cirò con un valore medio e un valore massimo coincidenti di 6,4 mg/kg ps).

Stato di qualità microbiologica delle acque

Per questo tipo di inquinamento, l'elaborazione dei dati consente di fornire indicazioni sulla dimensione del problema a scala nazionale, in relazione alla contaminazione della fascia costiera, dovuta alle sorgenti di inquinamento da scarichi urbani non trattati o non adeguatamente depurati. Nella tabella 7 sono riportati i dati di carico microbico rilevati nell'ambito del programma di monitoraggio marino costiero relativo al triennio 1996-99. I valori riportati sono espressi in termini di frequenza % delle singole classi di abbondanza, per i tre parametri microbiologici analizzati a tre diverse distanze dalla costa. I valori sono stati ottenuti integrando i dati provenienti da tutte le aree di campionamento di ogni Regione e per l'in-

tero periodo indagato.

Le sorgenti-tipo di inquinamento sono:

- la foce di un grande fiume. L'apporto di carica microbica fecale o comunque di origine terrigena, può raggiungere livelli imponenti e può interessare vaste zone di costa, a seconda del quadro correntometrico locale. L'entità dei livelli di contaminazione è per lo più legata ai regimi idrologici stagionali (Po, Tevere, Arno, ecc.);

- la presenza di condotte di scarico a mare di liquami urbani parzialmente trattati: è il caso di molti nuclei urbani medio-piccoli, che determinano un impatto significativo sulla fascia costiera, specialmente nel periodo estivo, con l'aumento delle presenze turistiche;

- canali di scarico provenienti da impianti di depurazione. Gli effluenti, sottoposti a trattamento secondario mediante fanghi attivi, conservano tuttavia una carica fecale residua ancora considerevole. Spesso questi effluenti sono recapitati all'interno di sistemi quali i porti-canale, tipici dell'Alto e Medio Adriatico, che diventano essi stessi importante fonte di inquinamento microbico;

- corsi d'acqua, naturali o artificiali, con un piccolo bacino imbrifero, che drenano zone densamente urbanizzate. In condizioni di tempo secco, non avendo portata propria, finiscono con l'assumere carattere di collettori di acque di scarico, sia pur trattate secondo le vigenti normative. Si possono citare tra questi il Bisagno in Liguria, il Sarno in Campania, il Pescara in Abruzzo e il Tronto al confine tra Marche e Abruzzo.

Eutrofizzazione

Con eutrofizzazione si fa comunemente riferimento ad un fenomeno estremamente complesso, connesso a significativi apporti di nutrienti (azoto e fosforo) sia di origine naturale sia antropica. Una corretta interpretazione di tale fenomeno implica un'analisi comparata di condizioni quali andamenti temporali e spaziali degli indicatori di stato; quantità/qualità degli apporti; condizioni meteomarine e andamenti meteorologici; distribuzio-

ne quali-quantitative delle specie fitoplanctoniche dominanti; conformazione geografica e idrodinamicità del bacino interessato.

Le aree maggiormente interessate sono quelle fortemente antropizzate in quanto gli scarichi urbani, le attività industriali ed agricole contribuiscono a favorire consistenti apporti di nutrienti. Questi, soprattutto nei tratti di costa con scarse possibilità di rapidi ricambi, possono innescare fenomeni di tipo distrofico conosciuti come fioriture algali che possono comportare una serie di alterazioni dell'ecosistema marino costiero, quali il peggioramento delle condizioni organolettiche delle acque (anomale colorazioni per le alte concentrazioni di biomassa microalgale in sospensione, bassa trasparenza, cattivi odori derivanti dai processi degenerativi); la formazione di strati ipossici e/o anossici a livello del fondale (con conseguente moria degli organismi bentonici); l'alterazione e riduzione delle comunità bentoniche.

Vanno altresì menzionate le negative ripercussioni che tale fenomeno causa in settori di notevole importanza economica quali la pesca ed il turismo.

Le aree costiere italiane maggiormente interessate dal fenomeno sono l'alto Adriatico con particolare incidenza nelle zone investite dall'apporto del Po e le zone lagunari (Venezia, Trieste, Goro, Orbetello); in forma più ridotta, e solo in eventi particolari, nelle restanti aree costiere (Golfo di Napoli, Sabaudia, Golfo di Cagliari).

Qualità dell'acqua ai fini della molluschicoltura

Il Decreto Legislativo 152/99 stabilisce i requisiti di qualità delle acque marine costiere e salmastre sede di banchi e popolazioni naturali di molluschi, indicando i parametri, i valori guida (intesi come valore indicativo) e quelli imperativi (intesi come valori obbligatori), le metodiche analitiche e la frequenza di campionamento a cui attenersi. Ciò al fine di garantire la protezione ed il miglioramento della qualità delle acque marine costiere e salmastre che ospitano le popolazioni medesime.



TABELLA 7

Stato microbiologico delle acque marino costiere (%), 1999

REGIONE	Classe	500 m	1.000 m	3.000 m	REGIONE	Classe	500 m	1.000 m	3.000 m
LIGURIA					CAMPANIA				
Coliformi totali	I	94,0	99,0	99,0	Coliformi totali	I	72,1	77,2	85,3
	II	2,0	1,0	-		II	7,4	4,4	5,9
	III	2,0	-	-		III	3,7	5,9	3,7
	IV	-	-	1,0		IV	3,7	3,7	0,7
	V	2,0	-	-		V	13,2	8,8	4,4
Coliformi fecali	I	85,0	89,0	97,0	Coliformi fecali	I	69,9	73,5	83,8
	II	5,0	5,0	2,0		II	5,1	4,4	5,1
	III	2,0	4,0	-		III	7,4	5,9	3,7
	IV	3,0	2,0	-		IV	2,9	1,5	2,9
	V	5,0	-	1,0		V	14,7	14,7	4,4
Streptococchi fecali	I	83,0	89,0	93,0	Streptococchi fecali	I	55,1	63,2	77,9
	II	5,0	3,0	4,0		II	7,4	7,4	4,4
	III	3,0	4,0	-		III	12,5	8,8	4,4
	IV	5,0	2,0	2,0		IV	5,1	2,9	3,7
	V	4,0	2,0	1,0		V	19,9	17,6	9,6
TOSCANA					BASILICATA				
Coliformi totali	I	94,2	95,3	94,5	Coliformi totali	I	93,6	98,2	100
	II	1,5	1,2	2,2		II	0,9	-	-
	III	2,0	0,8	1,1		III	2,7	1,8	-
	IV	0,8	0,4	0,5		IV	2,7	-	-
	V	1,3	2,3	1,6		V	-	-	-
Coliformi fecali	I	90,8	93	94,5	Coliformi fecali	I	80,9	91,8	95,3
	II	1,3	1,9	1,6		II	2,7	0,9	3,8
	III	3,3	1,6	2,2		III	7,3	2,7	-
	IV	1,0	0,4	0,5		IV	2,7	1,8	0,9
	V	3,6	3,1	1,1		V	6,4	2,7	-
Streptococchi fecali	I	93,1	94,6	95,1	Streptococchi fecali	I	96,4	100	100
	II	2,8	2,3	2,2		II	1,8	-	-
	III	2,0	0,8	1,6		III	0,9	-	-
	IV	0,8	0,8	0,5		IV	0,9	-	-
	V	1,3	1,6	0,5		V	-	-	-
LAZIO					PUGLIA				
Coliformi totali	I	87,4	92,1	95,9	Coliformi totali	I	94,3	97,8	97,8
	II	2,2	1,9	0,9		II	-	-	-
	III	4,1	2,9	0,6		III	1,9	1,1	-
	IV	2,5	1,0	0,9		IV	3,8	1,1	2,2
	V	3,8	2,2	1,6		V	-	-	-
Coliformi fecali	I	83,3	87,3	92,7	Coliformi fecali	I	95,2	95,6	97,8
	II	3,5	3,5	2,8		II	2,9	2,2	-
	III	3,8	4,4	1,6		III	-	1,1	1,1
	IV	3,8	1,0	0,9		IV	-	-	-
	V	5,7	3,8	1,9		V	1,9	1,1	1,1
Streptococchi fecali	I	74,4	78,1	86,4	Streptococchi fecali	I	92,4	97,8	97,8
	II	5,7	6,3	4,1		II	6,7	2,2	2,2
	III	8,2	8,9	6,0		III	-	-	-
	IV	4,4	1,3	1,3		IV	-	-	-
	V	7,3	5,4	2,2		V	1,0	-	-



segue **TABELLA 7**

Stato microbiologico delle acque marino costiere (%) , 1999

REGIONE	Classe	500 m	1.000 m	3.000 m
MOLISE				
Coliformi totali	I	92,3	100	100
	II	-	-	-
	III	7,7	-	-
	IV	-	-	-
	V	-	-	-
Coliformi fecali	I	46,2	57,7	57,7
	II	-	-	34,6
	III	42,3	42,3	7,7
	IV	7,7	-	-
	V	3,8	-	-
Streptococchi fecali	I	46,2	69,2	76,9
	II	19,2	15,4	23,1
	III	30,8	15,4	-
	IV	3,8	-	-
	V	-	-	-
ABRUZZO				
Coliformi totali	I	60,7	80,0	91,7
	II	9,8	6,7	1,7
	III	6,6	6,7	1,7
	IV	6,6	1,7	1,7
	V	16,4	5,0	3,3
Coliformi fecali	I	60,7	81,7	93,3
	II	8,2	1,7	-
	III	3,3	6,7	3,3
	IV	8,2	6,7	3,3
	V	19,7	3,3	-
Streptococchi fecali	I	45,9	65	73,3
	II	8,2	1,7	3,3
	III	14,8	8,3	5,0
	IV	9,8	5,0	5,0
	V	21,3	20,0	13,3
MARCHE				
Coliformi totali	I	73,1	85,8	99,6
	II	7,6	7,3	0,4
	III	6,8	1,6	-
	IV	4,8	1,6	-
	V	7,6	3,7	-
Coliformi fecali	I	59,8	73,2	91,1
	II	7,6	4,1	5,2
	III	5,6	6,1	1,2
	IV	4,8	5,3	2,0
	V	22,1	11,4	0,5
Streptococchi fecali	I	64,3	73,6	88,3
	II	7,6	4,1	6,9
	III	2,0	7,3	3,2
	IV	6,0	9,3	1,6
	V	20,1	5,7	-

REGIONE	Classe	500 m	1.000 m	3.000 m
EMILIA-ROMAGNA				
Coliformi totali	I	92	97,3	100
	II	2,7	2,0	-
	III	4,0	-	-
	IV	0,7	0,7	-
	V	0,7	-	-
Coliformi fecali	I	74,7	80,0	90,7
	II	5,3	4,0	3,3
	III	7,3	12,0	5,3
	IV	5,3	3,3	0,7
	V	7,3	0,7	-
Streptococchi fecali	I	84,0	89,3	94,7
	II	8,0	6,0	2,0
	III	4,7	3,3	2,7
	IV	3,3	0,7	0,7
	V	-	0,7	-
VENETO				
Coliformi totali	I	75,3	70,8	78,8
	II	4,5	3,9	5,1
	III	6,5	7,1	5,8
	IV	7,1	10,4	3,8
	V	6,5	7,8	6,4
Coliformi fecali	I	66,9	59,2	74,4
	II	5,1	10,2	5,1
	III	8,3	3,2	6,4
	IV	5,1	9,6	3,2
	V	14,6	17,8	10,9
Streptococchi fecali	I	64,6	67,5	76,9
	II	13,9	10,2	5,1
	III	10,8	11,5	8,3
	IV	3,2	3,2	3,2
	V	7,6	7,6	6,4
FRIULI-VENEZIA GIULIA				
Coliformi totali	I	84,4	75,0	90,6
	II	6,3	12,5	6,3
	III	9,4	9,4	3,1
	IV	-	3,1	-
	V	-	-	-
Coliformi fecali	I	50,0	50,0	56,3
	II	9,4	21,9	12,5
	III	21,9	3,1	15,6
	IV	-	6,3	6,3
	V	18,8	18,8	9,4
Streptococchi fecali	I	50,0	56,3	65,6
	II	15,6	9,4	9,4
	III	15,6	25,0	9,4
	IV	6,3	6,3	6,3
	V	12,5	3,1	9,4



Le Regioni sono tenute, pertanto, a designare le aree che necessitano protezione e miglioramento, adottando i provvedimenti compatibili con i loro usi. Le aree così individuate devono rispondere a requisiti verificati attraverso il controllo dei seguenti parametri: pH, temperatura, salinità, colorazione, materiale in sospensione, sostanze organo-alogenate, metalli, coliformi fecali.

Le attività connesse al controllo di tali parametri sono finalizzate esclusivamente a valutare la qualità delle acque marine costiere. Restano esclusi gli aspetti sanitari relativi alla classificazione delle zone di produzione e di stabilizzazione dei molluschi bivalvi vivi effettuate ai sensi del Decreto Legislativo 530/92.

Dal rapporto dell'ANPA sulle "Acque idonee alla molluschicoltura" del novembre 1999, che presenta i risultati relativi ai monitoraggi effettuati nel periodo 1994-98, si evidenzia una rilevante disomogeneità nel monitoraggio effettuato dalle Regioni poiché molte di esse non hanno promosso specifiche campagne di monitoraggio secondo i criteri previsti dalla norma, ma hanno

utilizzato i dati raccolti per altri fini. Le Regioni interessate all'attuazione del Decreto Legislativo 131/92, sono in numero di 15 e tra queste 14 hanno designato complessivamente 194 aree idonee alla molluschicoltura (la Calabria non ha individuato alcuna area sede di banchi e popolazioni naturali di molluschi bivalvi).

Del totale delle aree designate, 173 appartengono alla tipologia delle acque marine e 21 a quella delle acque salmastre. Le Regioni hanno dichiarato conformi 110 aree marine e 19 aree salmastre per una superficie totale di 4.178,3 km². Per quanto concerne il numero e l'estensione delle aree designate le Regioni hanno provveduto in modo assai difforme: alcune Regioni (Abruzzo, Basilicata, Emilia - Romagna, Friuli- Venezia Giulia, Lazio, Marche, Molise, Veneto) hanno designato l'intero litorale, mentre altre Regioni si sono limitate ad aree ristrette già designate alla molluschicoltura (Campania, Liguria). Alcune Regioni (Basilicata, Liguria, Sicilia, Toscana) non hanno indicato l'estensione delle aree designate.

Qualità dell'acqua ai fini della balneazione

L'idoneità delle acque marine alla balneazione è regolamentata dal DPR 470/82 e successive modifiche.

E' previsto il controllo dei seguenti parametri: coliformi totali, coliformi fecali, streptococchi, salmonelle, enterovirus, pH, colorazione, trasparenza, oli minerali, sostanze tensioattive, fenoli, ossigeno disciolto.

I dati relativi alla qualità delle acque di balneazione riferiti al 1999 interessano tutte le province costiere italiane e sono raccolti nel Rapporto pubblicato dal Ministero della Sanità.

Ai sensi della normativa vigente, su 6.293 km di costa marina controllati risultano balneabili km 4.984,7 (67,6%); 2.390,6 risultano non idonei alla balneazione di cui km 870,1 (11,8%) per motivi indipendenti dall'inquinamento (come ad esempio le zone integrali delle aree marine protette), km 415,8 (5,6%) per inquinamento, km 22,4 (0,3%) perché insufficientemente campionati. I restanti km 1.082,3 (14,7%) non sono stati controllati (figura 1).

segue **TABELLA 7**

Stato microbiologico delle acque marino costiere (%), 1999

REGIONE	Classe	500 m	1.000 m	3.000 m	LEGENDA le classi di abbondanza identificate sono:	Classe	Carica batterica (N/100 ml)
SARDEGNA							
Coliformi totali	I	94,3	97,2	99,0	Coliformi totali	I	< 200
	II	3,3	2,4	0,5		II	201-400
	III	1,9	0,5	0,5		III	401-1.000
	IV	0,5	-	-		IV	1.001-2.000
	V	-	-	-		V	> 2.000
Coliformi fecali	I	90,6	92,0	93,8	Coliformi fecali e Streptococchi fecali	I	< 10
	II	3,3	1,9	1,4		II	11-20
	III	0,9	2,8	1,0		III	21-50
	IV	2,4	1,9	2,9		IV	51-100
	V	2,8	1,4	1,0		V	> 100
Streptococchi fecali	I	87,3	88,2	88,9			
	II	2,8	6,1	4,3			
	III	4,2	0,5	2,9			
	IV	2,8	4,2	1,4			
	V	2,8	0,9	2,4			

FONTE: Ministero dell'ambiente, 1999.



L'elaborazione dei dati relativi ai soli campioni risultati non favorevoli evidenzia che il fattore limitante la qualità delle acque marine di balneazione è costituito dai parametri microbiologici che, nel loro insieme, incidono per l'87%. Il confronto, a livello nazionale, con i dati relativi al 1998, evidenzia che la costa controllata e balneabile è aumentata di km 53,5; la costa non balneabile per motivi di inquinamento è diminuita di km 31,7; la costa non controllata o insufficientemente campionata è diminuita di km 31,2.

Introduzione di specie alloctone

Esigenza fondamentale per la salvaguardia della diversità biologica è la conservazione in situ degli ecosistemi. In questa ottica, una tra la più gravi minacce alla tutela della biodiversità è rappresentata dall'introduzione di specie alloctone definite anche esotiche o aliene. Queste specie competono con le specie autoctone sia per la risorsa "spazio" sia per le risorse trofiche comportando uno squilibrio ecologico difficilmente valutabile a priori. Nel Protocollo ASPIM di Barcellona (1995) si fa riferimento all'introduzione

di specie non indigene o geneticamente modificate e si invitano le Parti a fare "ogni sforzo per attuare tutte le misure atte a sradicare specie già introdotte, qualora risulti, a seguito di valutazione scientifica, che tali specie provocano o sono suscettibili di provocare danni ad ecosistemi, habitat o specie nella zona d'applicazione del presente Protocollo".

I movimenti di persone e merci verso il Mediterraneo rappresentano un formidabile veicolo di diffusione per molte specie di organismi vegetali ed animali. I trasporti marittimi, sia attraverso le acque di zavorra delle navi, sia offrendo

SCHEDA 3

Aggregati mucillaginosi del mare Adriatico

Molteplici fattori ambientali possono influire sui cicli biologici del fitoplancton e dei batteri, provocando un accumulo di sostanza organica in forma disciolta, colloidale e particellata che può condurre ad eventi di formazione estesa di mucillagini, se le forzanti fisiche e climatiche interagiscono con la componente biologica in modo da favorire i processi di aggregazione. La formazione di aggregati gelatinosi di dimensioni comprese tra 0,5 mm e qualche decina di centimetri si può considerare un evento diffuso sia negli oceani che, nelle acque poco profonde in prossimità di estuari, di lagune e di baie. Tali aggregati vengono generalmente definiti come "neve planctonica".

Aggregati di dimensioni superiori possono essere costituiti anche da colonie di alghe, come nel mare del Nord, o da alghe filamentose come nel caso delle mucillagini bentoniche del mare Tirreno, oppure possono essere il risultato di un'associazione complessa di materiale inorganico ed organico amorfo in cui sono inglobate anche cellule fitoplanctoniche, batteri e agglomerati fecali, come nel caso delle mucillagini che si formano nel mare Adriatico.

La formazione di aggregazioni di grandi dimensioni ($> 0,5$ m), che può anche essere di carattere massivo, è un processo che è stato osservato sia nel mare Adriatico che in altri mari. Le proporzioni del fenomeno nel mare Adriatico, anche per le sue caratteristiche fisiografiche di bacino semichiuso e di limitata profondità nella sua parte settentrionale, sono tali da avere effetti notevoli sugli ecosistemi e sulle attività turistiche, di pesca e di maricoltura.

La formazione massiva di aggregati gelatinosi nell'Adriatico non è un fenomeno di origine recente: le segnalazioni più antiche risalgono infatti al 1729 e numerose sono le segnalazioni dello stesso tipo di fenomeno verso la fine del 1800 e nei primi decenni di questo secolo. A partire dagli anni '50 vi è stato un periodo prolungato in cui non sono state segnalate aggregazioni massive, ricomparse solo nei periodi estivi del 1988, '89,

'91 e del '97. Mentre è frequente osservare aggregati di piccole dimensioni (dai fiocchi di qualche centimetro ai filamenti di qualche decina di centimetri) in tali periodi sono stati osservati aggregati con morfologia diversa e di dimensioni maggiori che hanno l'aspetto di nastri, ragnatele e di nubi, raggiungendo le dimensioni di alcuni metri. Il perdurare di condizioni meteomarine stabili nel periodo estivo favorisce i processi di aggregazione ed affioramento degli aggregati che possono accumularsi lungo i pennacchi fluviali o lungo la costa creando dei fronti lunghi decine di chilometri o addensandosi in corrispondenza di insenature, baie, porti. Condizioni meteomarine variabili favoriscono il rimescolamento delle acque superficiali e la dispersione degli aggregati.

Il complesso concatenarsi di processi biologici e chimici con le condizioni meteoclimatiche che determina la formazione massiva degli aggregati non è ancora chiaro. Per tale motivo il Ministero dell'ambiente nel giugno 1999 ha finanziato il programma di monitoraggio e studio sui "Processi di formazione delle Mucillagini nell'Adriatico e nel Tirreno" (MAT), predisposto dall'ICRAM. Tale programma, che ha un carattere multidisciplinare ed a cui partecipano Istituti del CNR, dell'Università, Enti Pubblici di Ricerca, Istituti croati ed Agenzie Regionali per l'Ambiente, si prefigge di fornire strumenti di interpretazione del fenomeno "mucillagini". Particolare attenzione è data al ciclo del carbonio per evidenziare eventuali squilibri nei processi di produzione primaria e trasformazione/degradazione della sostanza organica ed i fattori che possono determinarne un accumulo nell'Adriatico settentrionale.

Nel corso dell'estate 1999 sono stati condotti rilievi oceanografici mensili nell'Adriatico settentrionale e quindicinali in prossimità della costa italiana. Non è stata evidenziata la formazione di aggregati mucillaginosi e le acque al largo sono state caratterizzate da condizioni di oligotrofia con elevata trasparenza.



un substrato agli organismi incrostanti (fouling), rientrano tra quelle attività che maggiormente contribuiscono, deliberatamente o accidentalmente, all'introduzione di specie alloctone.

Gli immigranti lessepsiani costituiscono ormai il 5% della fauna globale e il 12,5% delle specie attualmente identificate nel bacino sud orientale. Fra gli invertebrati la recente proliferazione della medusa eritrea (*Rhopilema nomadica*) nel Mediterraneo orientale ha stimolato studi approfonditi riguardo le modificazioni dei biota indigeni, dai quali è emerso come il 20% dei decapodi del Mediterraneo orientale

sia costituito da specie eritree. Numerose sono anche le segnalazioni di molluschi nudibranchi (*Flabellina rubrolineata*), di vermi ventaglio (*Fabricia filamentosa*) e del bivalve *Pinctada radiata* epibionte della tartaruga marina *Caretta caretta* per la prima volta osservato nel 1992 a largo dell'isola di Lampedusa.

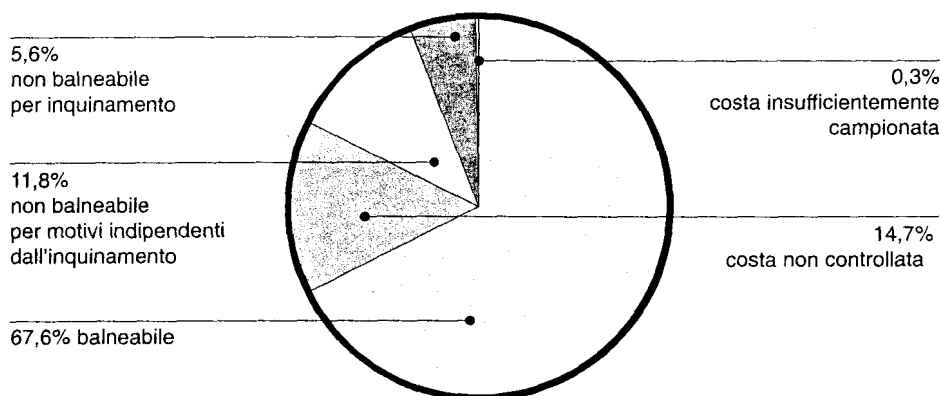
Anche l'acquacoltura concorre all'introduzione di specie alloctone: la presenza, ormai consolidata, nei mari italiani di specie come la vongola verace filippina (*Tapes philippinarum*) ed il crostaceo decapode *Penaeus japonicus*, sono il risultato delle pratiche del-

l'acquacoltura per fini eduli mentre, nel caso dell'acquacoltura ornamentale si registra una inquietante mancanza di informazioni a riguardo. Da sottolineare come l'introduzione di specie alloctone comporti problematiche in ambito genetico ed ecologico dovute all'introduzione fisica della specie alloctona nel nuovo contesto ecologico oltre a quelle, definibili indirette, legate all'introduzione delle patologie veicolate dalla specie introdotta.

Il Ministero dell'ambiente ha affidato alla Società Italiana di Biologia Marina (SIBM) la predisposizione e la realizzazione di un progetto di studio e di

FIGURA 1

Qualità delle acque di balneazione, stagione 1999



FONTE: Ministero della sanità, 2000.

SCHEDA 4

Aggregati mucillaginosi bentonici del Tirreno

Gli aggregati mucillaginosi bentonici sono prevalentemente costituiti da alcune alghe pluricellulari: le crisofite *Tribonema marinum* o *Chrysonophos lewisii*, quest'ultima introdottasi in tempi recenti in Mediterraneo, e l'alga bruna *Acinetospora crinita*.

Il fenomeno ha assunto proporzioni rilevanti dal punto di vista dell'estensione areale soprattutto nell'estate del 1991, quando ha interessato un'ampia area della fascia costiera tirrenica dall'arcipelago toscano alla Sicilia. In tale periodo sono state osservate anche formazioni di aggregati mucillaginosi pelagici. Il fenomeno è stato segnalato con un'estensione inferiore nella primavera/estate del 1992 mentre negli anni successivi il fenomeno ha avuto estensioni limitate ad alcune zone. Nell'ambito del Programma MAT la formazione di aggregati

mucillaginosi bentonici è stata osservata nel corso della primavera-estate del 1999 in alcune zone dell'arcipelago toscano. La presenza degli aggregati mucillaginosi bentonici è ormai divenuta una caratteristica costante del paesaggio sommerso nell'area dell'arcipelago toscano e di zone limitrofe; essi fanno la loro comparsa all'inizio del periodo primaverile e progressivamente si distribuiscono in un ampio intervallo batimetrico, ricoprendo con una sorta di coltre cotonosa sia i popolamenti di substrato duro che le praterie di *Posidonia oceanica*. In altre aree del mar Tirreno in cui sono state condotte osservazioni mensili nell'estate del 1999, come all'Isola d'Ischia e in alcuni siti della costa settentrionale della Sicilia, non è stata rilevata la formazione di tali aggregati.



intervento finalizzato alla conoscenza delle problematiche legate all'introduzione delle specie alloctone. Considerando che i porti e le lagune sono zone d'elezione per l'introduzione di queste specie, presso alcuni di questi (porto di Genova, di Salerno e di Venezia) verranno individuate delle stazioni di controllo per verificare periodicamente la composizione delle comunità.

Un caso molto noto di introduzione di specie alloctone è rappresentato dal caso delle alghe verdi esotiche appartenenti al genere *Caulerpa*, le cui segnalazioni nel mare Mediterraneo sono in continuo aumento. La rapida diffusione di questa specie chiarisce come una specie alloctona possa ben adattarsi ad un nuovo habitat, determinando cambiamenti che contribuiscono a modificare notevolmente l'equilibrio ecologico delle regioni colonizzate; va sottolineato inoltre come le caulerpe, ad eccezione della *Caulerpa racemosa*, sintetizzano delle sostanze

tossiche (caulerpina, caulerpinina e caulerpicina).

Tra questi vegetali esotici la specie più famosa è certamente la *C. taxifolia*: alga a distribuzione circumtropicale il cui primo rinvenimento nel mar Mediterraneo è avvenuto nel 1984 nei pressi del Principato di Monaco. Successivamente questa specie si è propagata dando luogo ad una spettacolare progressione, dal mar Ligure fino al Canale di Sicilia, con una copertura stimata di circa 4.000 ettari al dicembre 1997.

Recentemente, al fianco della *C. taxifolia* si sono susseguite le segnalazioni della diffusione di un'altra specie: la *Caulerpa racemosa*. Nel 1994 è stata segnalata nel mar Ligure nei pressi di Livorno, mentre lungo le coste campane, in particolare nel golfo di Salerno, è stato stimato che la popolazione di tale alga ricopra un'area di 12 km².

Nel simposio organizzato dall'UNEP - MAP nel 1998 sul problema della presenza della *Caulerpa* nei nostri mari, i

rappresentanti di quasi tutti i paesi rivieraschi del Mediterraneo hanno raccomandato una "Campagna di cartografia e di prevenzione per il controllo e l'espansione delle *Caulerpa* in Mediterraneo". Il meeting internazionale dei partecipanti al programma Life della Commissione della Comunità Europea sul "Controllo dell'espansione di *Caulerpa taxifolia* in Mediterraneo", svolto nel febbraio del 1999 a Lerici - La Spezia, sono stati illustrati i progressi sulle conoscenze genetiche, tossicologiche, biologiche e ecologiche di questa specie invasiva ed è stato espresso l'auspicio della creazione di un Coordinamento Internazionale con il compito di armonizzare e gestire tutte le attività di ricerca e controllo nel campo delle specie invasive del Mediterraneo, così come è stato ribadito nell'Appello di Barcellona per il genere *Caulerpa*.

SCHEDA 5

Spiaggiamenti

Nell'ottica di assicurare il mantenimento della biodiversità e degli equilibri biologici del Mediterraneo, il Ministero dell'ambiente ha istituito una banca dati al fine di georeferenziare le segnalazioni inviate a partire dal 1996 dalle Capitanerie di Porto in merito agli spiaggiamenti di cetacei e tartarughe marine lungo le coste italiane.

Gli spiaggiamenti degli animali marini sono da sempre un fenomeno naturale ancora non perfettamente compreso. Riguardo ai Cetacei una delle ipotesi più accreditate sembra essere legata alla loro capacità di orientarsi seguendo il campo magnetico terrestre che, variando continuamente, può spingerli a nuotare verso la terraferma. Lo studio degli esemplari spiaggiati, oltre a rappresentare un valido strumento per la conoscenza di questi animali, ha evidenziato l'esistenza di un forte impatto antropico su questi organismi che molte volte rimangono intrappolati nelle reti da pesca o risentono dei diversi inquinanti immessi in mare (scarichi fognari non depurati ed agricoli, sostanze chimiche tossiche, ecc.). La raccolta di questi dati potrebbe consentire l'elaborazione di strategie di tutela di tutte le specie, in particolare di quelle maggiormente minacciate.

Nel periodo tra il 1996 e ottobre 2000 sono arrivate complessivamente 353 segnalazioni riguardanti 9 specie di cetacei e tartarughe regolarmente presenti nel Mediterraneo. Nel complesso sono stati segnalati 213 esemplari privi di vita, rinvenuti lungo le coste italiane; solo 140 individui, di cui 76 chelo-

ni, risultavano ancora in vita.

I delfini rappresentano i cetacei più frequentemente rinvenuti morti; in molti casi non è stato possibile risalire alla specie d'appartenenza ed alla causa di morte, in quanto al momento del ritrovamento gli animali erano in avanzato stato di decomposizione. Ben il 20% degli individui presentava ferite o mutilazioni di varia natura.

Nel periodo in esame sono stati segnalati pochi spiaggiamenti relativi a grandi cetacei (capodogli e balenottere) lungo le coste italiane. Per quanto riguarda le tartarughe, sono state trasmesse 149 segnalazioni, la maggior parte delle quali relative ad esemplari non identificati; gli individui determinati appartenevano per lo più alla specie *Caretta caretta*. Circa i due terzi degli individui vivi erano feriti o in difficoltà.

In tutto il periodo, il maggior numero di spiaggiamenti di cetacei e tartarughe marine si è concentrato nei mesi estivi. La provincia di Bari rappresenta l'area in cui è stato rinvenuto il maggior numero di animali morti (28 esemplari, tra cui 15 tartarughe e 13 delfinidi). Seguono le provincie di Messina (9 delfinidi, 7 tartarughe), Vibo Valentia (8 delfinidi, 2 tartaruga) e Sassari (10 delfinidi). I dati presenti presso il Ministero dell'ambiente sono in ogni caso parziali rispetto a quelli in possesso del Centro Studi Cetacei di Milano, in quanto non tutte le segnalazioni relative al periodo in esame sono pervenute al Ministero (tabella1).