

L'AMBIENTE MARINO E COSTIERO



Il Mediterraneo (1)

Caratterizzato da un'altissima densità di traffici marittimi, circondato da 46.267 km di coste, isole comprese, il Mediterraneo costituisce con i suoi 2,5 milioni di km² lo 0,7 % della superficie globale degli oceani, con un tempo di rinnovamento della massa d'acqua che ammonta a circa 3,7 milioni di km³, stimabile in 80-100 anni.

La lunghezza massima del Mediterraneo è misurabile tra Gibilterra e la Siria ed è di 3.800 km mentre raggiunge la larghezza massima tra Francia ed Algeria con 900 km. La massima distanza di un punto dalla costa è di 370 km, ma oltre il 50% della superficie del Mediterraneo è a meno di 100 km dalla costa più prossima. La profondità media è di 1.500 m, con punte di oltre 4.000 m.

L'area mediterranea ha un afflusso turistico tra i maggiori al mondo e larga parte dei suoi abitanti è concentrata lungo la fascia costiera. Tra i fattori che esercitano il maggiore impatto ambientale si possono ricordare: l'urbanizzazione, l'industria, la produzione ed il consumo di energia, i trasporti, il turismo, l'agricoltura, la pesca.

L'urbanizzazione è intensiva intorno ai

principali porti e città ed estensiva lungo la maggior parte della costa, specialmente nella parte nord del Bacino. Il 70% della fascia costiera tra Barcellona e Napoli è densamente popolata, così come parte delle coste greche e turche. Tale urbanizzazione implica, fra le altre cose, una sottrazione di habitat per flora e fauna, influenzando la diversità biologica; riduce l'estensione dei terreni destinati all'agricoltura; determina un enorme aumento dei mezzi a motore, una delle fonti principali di inquinamento atmosferico; altera i tassi di sedimentazione e di sversamento nelle aree costiere; aumenta la domanda di acqua dolce, risorsa relativamente scarsa; è, infine, all'origine di uno dei principali problemi ambientali: il trattamento e lo smaltimento dei rifiuti solidi e liquidi, soprattutto nel periodo estivo.

I principali rischi ambientali causati dall'industria sono lo smaltimento dei rifiuti e l'inquinamento atmosferico. L'Italia, la Francia e la Spagna detengono l'87% della produzione industriale nell'area mediterranea; nella parte meridionale ed orientale del bacino l'industrializzazione è in fase di espansione.

La produzione ed il consumo di energia contribuiscono in misura preponderan-

te all'inquinamento atmosferico ed al degrado degli ecosistemi marini.

I Paesi più industrializzati nel nord del bacino producono solo il 38% dell'energia che consumano (di cui il 70% solo per Francia ed Italia), mentre gli altri Paesi dell'area producono un quantitativo di energia pari a circa il doppio del loro consumo.

I processi legati alla produzione ed al consumo di energia rilasciano il 90% di ossido di zolfo e piombo presenti nell'atmosfera ed un quantitativo ingente di ossido di azoto, ossido di carbonio e composti organici volatili.

Il Canale di Suez e lo Stretto di Istanbul consentono un elevato traffico marittimo e ciò comporta un aumento nel rischio di incidenti e, conseguentemente, di rilascio di sostanze pericolose nelle acque mediterranee. Per dare l'idea della dimensione delle attività di trasporto marittimo basti tener presente che operano nell'area circa 2.000 traghetti, 1.500 cargo e 2.000 imbarcazioni commerciali; circa 200.000 sono le imbarcazioni che transitano nel Mediterraneo ogni anno e 305 sono i porti di varia grandezza e natura, essenzialmente collegati ad aree ad elevato tasso di urbanizzazione.

Si prevede che nel 2000 il numero di

(1) Le informazioni riportate sono tratte da UNEP- The State of the Marine and Coastal Environment in the Mediterranean Region. MAP Technical Reports Series n.100, UNEP, Athens, 1996.



turisti provenienti da Paesi non mediterranei raggiungerà i 200 milioni. In particolare, nella stagione estiva la popolazione nelle città costiere aumenta di 3-5 volte con conseguenti gravi problemi nella gestione dei rifiuti urbani, a volte rilasciati nell'ambiente senza un preventivo trattamento. La capacità di gestione dei rifiuti e la qualità delle acque balneabili sono comunque generalmente migliorati.

Il continuo aumento nella domanda di prodotti agricoli causato dall'elevata densità di popolazione residente e turistica si traduce in una intensificazione della produzione, che richiede quindi maggiori risorse idriche per l'irrigazione e maggiori quantitativi di erbicidi, pesticidi e fertilizzanti. Il rilascio di tali sostanze nelle acque interne e nelle acque costiere marine ha conseguenze negative sugli ecosistemi presenti.

La concomitanza di due fattori, quali il sovrasfruttamento ed il rilascio di sostanze inquinanti, rappresenta un serio pericolo per le risorse ittiche nel bacino, soprattutto perché la piattaforma continentale, habitat principale delle specie di interesse, è di limitata estensione nella maggior parte delle aree mediterranee. Attualmente le catture raggiungono circa 1,1 milioni di tonnellate all'anno; l'acquacoltura risponde per circa il 10% della produzione di pesce della regione.

Gran parte delle attività summenzionate del bacino del Mediterraneo è grandemente influenzata, ed a sua volta influenza, la gestione delle risorse idriche, in una regione che, per sua natura, ha difficoltà nell'ottenere grandi quantità di acqua dolce a causa dell'elevato rapporto esistente tra il volume delle acque marine ed il volume di drenaggio del bacino. I fattori principali che influenzano lo stato dell'ambiente costiero sono:

- il rapporto tra l'apporto di rifiuti e la velocità di ricambio delle acque costiere e del bacino in generale. I tempi di ricambio piuttosto lunghi, da circa 80 anni fino a 300 anni (per i 2 bacini maggiori);
- la stratificazione delle acque, che impedisce il flusso dei contaminanti in acque profonde;
- l'elevato tasso demografico, l'uso del suolo e le attività legate al riciclaggio dei rifiuti.

La popolazione nei paesi del Mediterraneo raggiunge quasi 400 milioni di abitanti, dei quali circa 130 milioni, pari al 35%, vive nelle aree costiere. Tale percentuale è destinata ad aumentare sensibilmente nei prossimi 30 anni.

Gran parte della popolazione (90%) è fornita di sistemi di raccolta delle acque di scarico; il 46% non usufruisce di sistemi municipali primari di trattamento dei rifiuti; il 41% ha sistemi di trattamento secondari ed il restante ha solo trattamenti primari o preliminari. Circa il 5% delle acque di scarico viene riutilizzato, principalmente (95%) per uso irriguo.

Numerosi progetti locali ed il Global Atmospheric Watch hanno tentato di quantificare i livelli di alcuni contaminanti nell'aria per il bacino Mediterraneo ed il loro afflusso al mare. Tali stime risultano però difficili da effettuare in quanto il carico di inquinanti atmosferici è altamente variabile ed i contaminanti che arrivano al mare sono soggetti a vari processi quali adsorbimento a materiale particolato e formazione di aerosol.

Gli inquinanti di provenienza atmosferica che si riscontrano più comunemente in mare sono alcuni metalli pesanti (Pb, Hg, Zn, Cd, Cu), gran parte degli organoclorurati (lindano, PCB, DDT/DDE/DDD) e gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA). Di particolare rilievo è l'apporto di azoto che influisce direttamente sulla produzione primaria.

Sia il carbon soot, che la sabbia del deserto del Sahara sono determinanti nel trasporto atmosferico di contaminanti al mare: viene stimato che sostanze inquinanti rilasciate in centro Europa possono raggiungere il Mediterraneo in 24-48 ore.

I livelli di contaminanti (metalli pesanti, pesticidi organoclorurati, erbicidi, composti organici del fosforo, idrocarburi e microorganismi patogeni) presentano un'alta variabilità spaziale e temporale ed in generale diminuiscono con l'aumentare della distanza dalla costa.

Tra gli strumenti per combattere l'aumento dell'inquinamento ambientale e la parallela riduzione della diversità biologica particolare valore assumono le aree protette per preservare specie animali e vegetali a rischio. Vi sono attualmente 123 Aree a Protezione

Speciale (SPA), ma solo 47 di esse hanno una componente marina, numero insufficiente a rappresentare almeno un esempio di ogni principale ecosistema presente nella regione.

I biotopi che necessitano essere preservati con maggiore urgenza sono lagune costiere e zone umide.

Le attività umane e di pressione

Le attività umane che esercitano pressioni sull'ambiente marino, sono l'urbanizzazione delle aree costiere, il turismo, l'agricoltura, il traffico marittimo, l'industria, la pesca e l'acquacoltura. In questo paragrafo sono richiamate quelle attività che specificatamente agiscono sull'ambiente marino e costiero, mentre si rimanda ai capitoli relativi per le attività che esercitano pressioni su differenti ambienti.

Pesca ed acquacoltura

Pesca

L'attività di pesca è un rilevante fattore di impatto antropico. D'altro canto, essendo fruitrice primaria di organismi direttamente dipendenti dall'ambiente è, tra le attività umane, quella che più di ogni altra viene penalizzata dalle alterazioni dell'ambiente marino.

Per questo motivo appare necessario integrare le esigenze economiche determinate dall'attività di pesca con la tutela degli ambienti marini costieri al fine di mantenere opportunità di sviluppo, senza compromettere la qualità dell'ambiente e quindi della produzione stessa. In questo senso, stanno emergendo sempre più chiaramente i limiti derivanti dall'approccio rivolto quasi esclusivamente agli stock pescati, piuttosto che all'ecosistema su cui agisce l'attività di sfruttamento.

Gli effetti di tale attività sugli ecosistemi sono di tipo diretto ed indiretto. Sono effetti diretti quelli che riguardano gli organismi direttamente coinvolti dalla pesca, ovvero le specie commerciali tradizionalmente oggetto di studio, e quelle non commerciali, ovvero le specie senza valore economico (il cosiddetto "scarto") che vengono catturate e poi rigettate in mare. Ad esempio, in alcuni tipi di pesca a strascico il rapporto in



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, sviluppatesi 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 Klaoudatos 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 m³ nel 1990 a 15,5 miliardi di m³ 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 meteomarine 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 "sistemica"). 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 dell'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 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. 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, anche a prescindere dagli scarichi 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, che implica il divieto assoluto di scarico di idrocarburi contenuti nelle cisterne di zavorra con l'eccezione di due aree molto limitate).



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 quelle 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 meteomarine;

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 batimetria 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, 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	409.009.555
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

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



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, altera 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 sembrerebbe

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. Si riportano in tabella 4 i quantitativi in metri cubi autorizzati negli anni 1988/1997 ripartiti per i vari bacini costieri italiani.

Lo 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 (m³), 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



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 Morie di organismi bentonici Alterazione/semplicificazione 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 ±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 (Fiomicello 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	REGIONE	Classe	500 m	1.000 m	3.000 m
MOLISE					EMILIA-ROMAGNA				
Coliformi totali	I	92,3	100	100	Coliformi totali	I	92	97,3	100
	II	-	-	-		II	2,7	2,0	-
	III	7,7	-	-		III	4,0	-	-
	IV	-	-	-		IV	0,7	0,7	-
	V	-	-	-		V	0,7	-	-
Coliformi fecali	I	46,2	57,7	57,7	Coliformi fecali	I	74,7	80,0	90,7
	II	-	-	34,6		II	5,3	4,0	3,3
	III	42,3	42,3	7,7		III	7,3	12,0	5,3
	IV	7,7	-	-		IV	5,3	3,3	0,7
	V	3,8	-	-		V	7,3	0,7	-
Streptococchi fecali	I	46,2	69,2	76,9	Streptococchi fecali	I	84,0	89,3	94,7
	II	19,2	15,4	23,1		II	8,0	6,0	2,0
	III	30,8	15,4	-		III	4,7	3,3	2,7
	IV	3,8	-	-		IV	3,3	0,7	0,7
	V	-	-	-		V	-	0,7	-
ABRUZZO					VENETO				
Coliformi totali	I	60,7	80,0	91,7	Coliformi totali	I	75,3	70,8	78,8
	II	9,8	6,7	1,7		II	4,5	3,9	5,1
	III	6,6	6,7	1,7		III	6,5	7,1	5,8
	IV	6,6	1,7	1,7		IV	7,1	10,4	3,8
	V	16,4	5,0	3,3		V	6,5	7,8	6,4
Coliformi fecali	I	60,7	81,7	93,3	Coliformi fecali	I	66,9	59,2	74,4
	II	8,2	1,7	-		II	5,1	10,2	5,1
	III	3,3	6,7	3,3		III	8,3	3,2	6,4
	IV	8,2	6,7	3,3		IV	5,1	9,6	3,2
	V	19,7	3,3	-		V	14,6	17,8	10,9
Streptococchi fecali	I	45,9	65	73,3	Streptococchi fecali	I	64,6	67,5	76,9
	II	8,2	1,7	3,3		II	13,9	10,2	5,1
	III	14,8	8,3	5,0		III	10,8	11,5	8,3
	IV	9,8	5,0	5,0		IV	3,2	3,2	3,2
	V	21,3	20,0	13,3		V	7,6	7,6	6,4
MARCHE					FRIULI-VENEZIA GIULIA				
Coliformi totali	I	73,1	85,8	99,6	Coliformi totali	I	84,4	75,0	90,6
	II	7,6	7,3	0,4		II	6,3	12,5	6,3
	III	6,8	1,6	-		III	9,4	9,4	3,1
	IV	4,8	1,6	-		IV	-	3,1	-
	V	7,6	3,7	-		V	-	-	-
Coliformi fecali	I	59,8	73,2	91,1	Coliformi fecali	I	50,0	50,0	56,3
	II	7,6	4,1	5,2		II	9,4	21,9	12,5
	III	5,6	6,1	1,2		III	21,9	3,1	15,6
	IV	4,8	5,3	2,0		IV	-	6,3	6,3
	V	22,1	11,4	0,5		V	18,8	18,8	9,4
Streptococchi fecali	I	64,3	73,6	88,3	Streptococchi fecali	I	50,0	56,3	65,6
	II	7,6	4,1	6,9		II	15,6	9,4	9,4
	III	2,0	7,3	3,2		III	15,6	25,0	9,4
	IV	6,0	9,3	1,6		IV	6,3	6,3	6,3
	V	20,1	5,7	-		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 organoalogenate, 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 1.082,3 km (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	< 200
Coliformi totali	I	94,3	97,2	99,0		II	201-400
	II	3,3	2,4	0,5		III	401-1.000
	III	1,9	0,5	0,5		IV	1.001-2.000
	IV	0,5	-	-		V	> 2.000
	V	-	-	-		Coliformi fecali e Streptococchi fecali	
Coliformi fecali	I	90,6	92,0	93,8		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 mucilluginosi 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 mucilluginosi e le acque al largo sono state caratterizzate da condizioni di oligotrofia con elevata trasparenza.

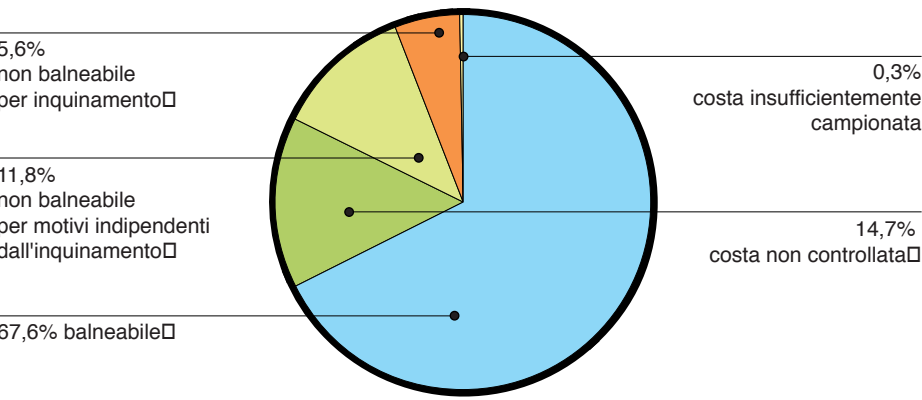


un substrato agli organismi incrostanti (fouling), rientrano tra quelle attività che maggiormente contribuiscono, deliberatamente o accidentalmente, all'introduzione di specie alloctone. Gli immigranti lessepsiani costituiscono ormai il 5% della fauna globale e il 12,5% delle specie attualmente identificate 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 *Chrysonephos 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 dalle 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 (cauler-

pina, 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". Nel 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 maggiore numero di animali morti (28 esemplari, tra cui 15 tartarughe e 13 delfinidi). Seguono le province 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).



Introduzione di specie ittiche e tropicalizzazione dei mari

Negli ultimi anni si sta registrando un rapido aumento del numero delle specie ittiche tropicali immigrate nel mare Mediterraneo dal Mar Rosso e dall'Oceano Atlantico.

Attualmente le specie ittiche penetrate dal Mar Rosso sono 55, delle quali 40 hanno raggiunto una notevole importanza in termini di biomassa ed alcune di esse già rivestono interesse commerciale.

Sono, invece, circa 30 le specie ittiche della fauna atlantica tropicale entrate negli ultimi anni in Mediterraneo, a cui si aggiunge l'espansione di altrettante specie termofile atlanto-mediterranee. Le specie ittiche alloctone costituiscono il 20 % della fauna ittica mediterranea e stanno causando una forte modificazione della biodiversità dei nostri mari. Anche se il ruolo ecologico di queste specie è sconosciuto, esse esercitano certamente un impatto notevole sulle specie autoctone attra-

verso una forte competizione nella selezione dello spazio vitale, nella ricerca del cibo e nel successo riproduttivo.

Si sta anche verificando in Mediterraneo un fenomeno di meridionalizzazione dei mari settentrionali che sta portando all'ampliamento della distribuzione e della biomassa delle specie mediterranee termofile.

Gli stretti rapporti che legano la variabilità dei parametri oceanografici e climatici alla fauna ittica fanno supporre che l'immigrazione di specie indopacifiche e sahariane e lo sviluppo delle specie indigene termofile indichino un processo di "tropicalizzazione" del Mediterraneo, probabilmente da imputare agli effetti dei cambiamenti climatici. Il successo delle specie immigranti può, però, essere stato amplificato dal sovrasfruttamento delle risorse ittiche e dal degrado ambientale, che hanno consentito alle specie immigrate una più rapida colonizzazione degli ecosistemi modificati con specie indi-

gene deboli e stressate.

Anche l'importazione in acquariologia ed acquacoltura di specie tropicali ed il trasporto di specie alloctone nelle acque di zavorra delle navi sono causa di penetrazione di flora e fauna aliene in Mediterraneo.

Le specie ittiche immigrate non costituiscono, salvo rare eccezioni, pericolo per l'uomo e non mostrano, allo stato attuale, di avere un impatto sull'attività di pesca.

Attualmente non si possono prevedere gli sviluppi ed i rischi potenziali connessi a questo fenomeno, tuttavia il controllo delle cause antropiche alla base della "tropicalizzazione" potrebbero concorrere a ridimensionarlo. L'ICRAM, che ha osservato per la prima volta il fenomeno nel 1995, ne sta seguendo l'evoluzione nei mari italiani.

TABELLA 1 Spiaggiamenti di cetacei e tartarughe marine dal 1996 ad ottobre 2000

Cetacei	Morto	Vivo
Balenottera n.d.	6	1
Balenottera comune (<i>Balaenoptera physalus</i>)	2	0
Balenottera minore (<i>Balaenoptera acutorostrata</i>)	2	0
Capodoglio (<i>Physeter catodon</i>)	3	4
Delfino n.d.	61	42
Delfino comune (<i>Delphinus delphis</i>)	9	0
Grampo (<i>Grampus griseus</i>)	2	4
Stenella striata (<i>Stenella coeruleoalba</i>)	23	1
Tursiope (<i>Tursiops truncatus</i>)	23	8
Zifio (<i>Ziphius cavirostris</i>)	1	0
Cetaceo indeterminato	8	4
Totale	140	64
Cheloni	Morto	Vivo
Tartaruga comune (<i>Caretta caretta</i>)	43	55
Tartaruga verde (<i>Chelonia mydas mydas</i>)	0	1
Tartaruga liuto (<i>Dermochelys coriacea</i>)	0	1
Tartaruga n.d.	30	19
Totale	73	76

FONTE: Elaborazione Ministero dell'ambiente su dati delle Capitanerie di Porto e Castalia, 2000.



Le azioni di risposta

Pesca ed acquacoltura

Le attività della pesca e dell'acquacoltura possono avere ripercussioni negative sull'ambiente marino-costiero.

Lo studio degli effetti dell'attività di pesca sull'ecosistema si sta sviluppando anche in Italia, attraverso due approcci complementari, uno sperimentale ed uno modellistico.

Il primo è stato utilizzato principalmente nell'analisi degli effetti dei diversi tipi di pesca a strascico e si basa sullo studio, in aree sperimentali, delle alterazioni delle comunità bentoniche a seguito di una azione di pesca. Per sua natura questo approccio sperimentale non può coinvolgere grandi scale spazio-temporali ed in genere sono stati evidenziati solo effetti a breve (confronto prima-dopo) e medio termine (da un mese a qualche anno). Solo in casi eccezionali è possibile effettuare confronti a lungo termine (50-100 anni), quando, per particolari circostanze, sono disponibili aree non sfruttate dalla pesca per periodi così lunghi.

L'approccio modellistico si sta sviluppando per indagare a vasta scala gli effetti sulla catena alimentare, creando modelli dinamici e stazionari, utilizzabili anche a scopo previsionale per analizzare possibili scenari in seguito a diverse strategie di gestione delle risorse, tra cui ad esempio l'istituzione di Aree Marine Protette.

Le azioni di risposta comportano, misure volte alla riduzione dell'impatto di alcune attività sulle aree note per essere più sensibili, favorendo la tutela delle specie marine protette, regolamentando la pesca sportiva, ecc. In effetti, l'industria della pesca italiana sta attraversando un processo di ristrutturazione e di riconversione attuato anche attraverso la creazione dei "Distretti di Pesca", unità locali di gestione; in grado di permettere una valutazione delle differenze che localmente caratterizzano il settore e la

conseguente messa a punto della necessaria flessibilità di gestione.

In base alle conoscenze ed alle esperienze acquisite sotto il profilo tecnico scientifico, è oggi possibile proporre modelli di acquacoltura che offrono maggiori garanzie di compatibilità ambientale. Le linee guida da seguire per uno sviluppo responsabile di tale attività, sono riportate nell'art.9 del Codice di Condotta (2) e nelle più recenti indicazioni per la sua applicazione (3).

Esse possono essere sinteticamente schematizzate in:

- identificazione dei siti idonei per l'allevamento;
- individuazione e monitoraggio delle principali fonti di impatto;
- messa a punto di tecniche di allevamento ecocompatibili;
- miglioramento delle conoscenze dei cicli biologici delle specie più sensibili.

Il DLgs 152/99 all'art. 37 ha previsto l'emanazione di un decreto attuativo del Ministero dell'ambiente che individui i criteri relativi al contenimento dell'impatto sull'ambiente derivante dalle attività di acquacoltura e piscicoltura, attuato di concerto con i Ministri per le politiche agricole, dei lavori pubblici, dell'industria, del commercio e dell'artigianato, della sanità e previa intesa con la Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome di Trento e Bolzano. Le azioni finora concretamente intraprese dal Ministero dell'ambiente, di concerto con la Comunità scientifica, sono state principalmente volte all'identificazione di indicatori ambientali da inserire nelle procedure di valutazione delle proposte di installazione di impianti di acquacoltura.

Industria petrolifera

Le implicazioni ambientali derivanti dalle varie operazioni svolte durante le fasi di prospezione, ricerca e coltivazione di giacimenti di idrocarburi devo-

no indurre ad una valutazione più attenta dei vantaggi e dei danni potenziali o reali nel caso in cui venga minacciata la fascia costiera, ecosistema elettivo di numerose specie vegetali ed animali di notevole pregio ambientale, nonché sede di attività economiche e produttive.

La potenzialità del rischio rende necessaria l'esclusione di tali attività da quelle zone (aree marine protette ed aree sensibili) alle quali viene attribuito un regime di tutela non solo per fini strettamente scientifici e naturalistici, quali la salvaguardia dell'integrità di biocenosi di elevato pregio ambientale, ma anche per fini più strettamente economici, quali il ripopolamento ittico, la salvaguardia delle aree di riproduzione, e la fruibilità dell'ambiente marino da parte dell'industria turistica e ricreativa.

Il Ministero dell'ambiente, al fine di favorire una maggiore integrazione delle attività e degli interessi economici di settore nella politica di tutela ambientale, ha sottoscritto un Protocollo di intesa con l'Assomineraria, finalizzato alla riduzione dell'impatto ambientale derivante dall'esercizio di tali attività, con particolare riguardo alle aree sensibili.

Traffico marittimo

Anche a seguito dell'incidente dell'Erika, si è avviato un processo a livello internazionale teso ad accelerare i tempi per la messa al bando delle "vecchie carrette" che solcano pericolosamente i nostri mari.

Sul trasporto delle sostanze petrolifere si stratificano diversi livelli legislativi. A livello internazionale sono operanti convenzioni di tipo globale emanate dall'IMO, agenzia ONU specializzata in materia marittima, che hanno al centro della normativa la nave, la sua struttura, la sua operatività, il regime degli scarichi ed il regime delle assicurazioni. Vi è poi un livello regionale e sub-regionale che prevede normative parti-

(2) FAO, 1997.

(3) FAO, 1999.



colari in relazione alla specificità delle aree geografiche interessate; un livello sovranazionale in cui opera la normativa emanata dall'UE attraverso regolamenti e direttive, ed infine il livello nazionale, che opera in parte recependo le altre normative, in altra parte come nel caso della Legge 979/82, stabilendo regole ancora più restrittive e severe in campo di rilascio di sostanze in mare rispetto alle convenzioni internazionali.

Il Ministero dell'ambiente si è fortemente schierato in sede internazionale sulla necessità dell'accelerazione dei tempi per la radiazione delle petroliere a singolo scafo. L'attuale normativa prevede, infatti, l'eliminazione del naviglio cisterniero a scafo singolo secondo una tempistica che alla luce degli ultimi incidenti, è assolutamente inaccettabile. In questo ambito di recente, inoltre, è venuta ad innestarsi con un effetto dirompente la vicenda dell'incidente dell'Eurobulker nelle acque antistanti Porto Vesme (CA), che ha riproposto con forza il problema della necessità di avere a bordo equipaggi adeguati e dell'emergenza del trasporto marittimo delle sostanze pericolose in genere.

L'incidente ha provocato una decisa reazione da parte del Ministero dell'ambiente, che ha portato all'emanazione di una direttiva al Comando Generale delle Capitanerie di Porto volta ad impedire l'accesso in acque nazionali alle navi prive di necessari requisiti di sicurezza. Essa prevede, infatti, il fermo in mare aperto delle navi in entrata nelle nostre acque territoriali, e l'immediata espulsione dalle nostre acque di quelle fuori standard. Oltre a questo, per affrontare i problemi che derivano dal traffico via mare di sostanze pericolose occorre predisporre un adeguato sistema di prevenzione dell'inquinamento mediante l'assidua azione di vigilanza e controllo sui traffici marittimi ed un efficace sistema di intervento. Per quanto riguarda il primo aspetto, bisogna mantenere sempre sotto controllo i movimenti delle unità mercantili dirette o in partenza dai porti nazionali. All'uopo sono state stipulate apposite convenzioni con il Comando Generale delle Capitanerie di Porto aventi per scopo l'intensificazio-

ne di attività di vigilanza in mare mediante l'impiego di unità navali ed aeree.

Anche i controlli ispettivi in ambito portuale volti all'accertamento che i comandanti delle navi rispettino le vigenti norme internazionali in materia di prevenzione dell'inquinamento marino (Marpol 73/78) possono dare un notevole contributo all'azione di prevenzione. La realizzazione di una efficace rete di sistemi di controllo da terra del traffico marittimo (cd VTS) costituisce un utile strumento di prevenzione dei sinistri marittimi e quindi anche di prevenzione dei rischi di gravi inquinamenti connessi ai sinistri medesimi.

Per quanto riguarda il secondo aspetto, la Convenzione Oil Pollution Preparedness and Response Convention '90 (OPPRC) ratificata dall'Italia nel dicembre 1998 impone a ciascuno Stato contraente la realizzazione di specifiche strutture di lotta all'inquinamento marino.

Pertanto, nello stesso mese di dicembre 1998, è stata stipulata una convenzione con la Società Consortile Castalia-ECOLMAR SpA avente per oggetto il noleggio di 62 unità specializzate nella lotta all'inquinamento marino, opportunamente dislocate lungo le coste nazionali in base ai criteri della prossimità alle aree di traffico di maggior rischio e alle aree marine protette istituite o in corso di istituzione.

La struttura d'intervento, attivata nel maggio del 1999, è attualmente composta da 45 battelli costieri, 11 costiero-alturieri, 6 alturieri.

Le principali attività svolte dalle unità convenzionate sono il pattugliamento del mare territoriale costiero ed alturiero, interventi antinquinamento mediante rimozione meccanica e/o abbattimento fisico degli inquinanti solidi e liquidi, con particolare riguardo agli idrocarburi, la raccolta dei materiali inquinanti solidi o liquidi e loro successivo avvio a smaltimento a terra, avvistamento e assistenza a mammiferi e rettili marini in difficoltà.

Nell'ambito degli obblighi derivanti a ciascuna parte contraente dalla OPPRC, anche l'Italia dovrà provvedere ad :

- adottare il Piano di Pronto intervento

per i casi di inquinamento da idrocarburi e sostanze nocive da attivare nei casi di inquinamento rilevanti sino al livello di emergenza locale (nei casi di dichiarata emergenza nazionale su richiesta del Ministero dell'ambiente scatta il Piano nazionale della Protezione Civile);

- definire l'architettura del sistema nazionale di preparazione e risposta con l'individuazione dei diversi soggetti pubblici e privati ad esso partecipanti e le relative attribuzioni specifiche.

Vernici anti-vegetative

Per quanto riguarda le vernici anti-vegetative, assume particolare rilievo la Decisione, approvata in sede internazionale (IMO) di bandire l'impiego di TBT entro l'anno 2003 e di prevederne la rimozione totale dagli scafi di ogni nave e di ogni struttura sommersa entro l'anno 2008. Nel frattempo, sempre in ambito internazionale (MEPC-IMO) si stanno mettendo a punto le specifiche tecniche che regolamenteranno l'utilizzo di vernici contenenti sostanze diverse dal TBT. A tutt'oggi, tuttavia, non sono disponibili vernici in grado di offrire gli stessi vantaggi di quelle attualmente impiegate.

Nel nostro Paese l'uso del TBT unitamente ad altre sostanze pericolose è regolamentato dal Decreto del Ministero della sanità del 29 luglio 1994. Va ricordato inoltre che per quanto attiene questa materia, nell'Allegato 1 del Decreto Legislativo 11 maggio 1999 n.152, è previsto il monitoraggio del TBT nei sedimenti marini.

In un'ottica precauzionale il Ministero dell'ambiente sta sviluppando iniziative mirate a sensibilizzare le industrie produttrici e la comunità scientifica a studiare molecole che rappresentino una adeguata alternativa al TBT.

Smaltimento sedimenti da dragaggi

L'obbligo di ridurre l'immissione di contaminanti nel mare, imposto dalle convenzioni internazionali, sta determinando una rivalutazione della gestione del materiale dragato: il sedimento scavato può essere considerato come risorsa e non più come rifiuto



come è avvenuto fino ad un passato relativamente recente.

Nelle principali convenzioni internazionali e nelle linee guida che l'ICRAM sta predisponendo insieme al Ministero dell'ambiente, particolare enfasi viene data al controllo delle sorgenti di contaminazione per risolvere il problema dei sedimenti contaminati. Lo smaltimento di materiale dragato per il quale il carico di contaminanti non è motivo di preoccupazione o che può essere reso tale tramite processi di trattamento, sarà comunque soggetto ad una valutazione tesa ad evidenziarne innanzitutto il possibile uso benefico; lo sversamento in mare verrà consentito solo dopo una serie di verifiche e una stima di impatto nel sito di scarico. Vengono quindi considerate nuove tecniche di gestione come il "trattamento dei sedimenti" o il capping, per consentire lo scarico di materiali altrimenti non realizzabile.

L'esperienza di questi ultimi anni indica chiaramente la necessità di "gestire" i materiali di dragaggio e non semplicemente di liberarsene frettolosamente. Qualsiasi revisione della normativa attualmente vigente, in ambiente marino, dovrà quindi prevedere una "gestione integrata" del materiale dragato, privilegiando gli usi benefici, prima o dopo eventuali fasi di trattamento, in un quadro di programmazione pluriennale.

Monitoraggio: controllo della qualità dell'ambiente marino costiero

Elemento di novità introdotto dal Legislatore con il DLgs 152/99, in riferimento alle esigenze di conoscenza dello stato e di tutela dell'ambiente marino costiero, è rappresentato dal concetto che la politica per la sua protezione dovrà essere volta al perseguimento e/o al mantenimento di prefissati obiettivi di qualità ambientale, superando, quindi, gli obiettivi di sola qualità funzionale (per esempio la balneazione o la molluschicoltura), in accordo con gli attuali orientamenti comunitari. Gli obiettivi di qualità ambientale presuppongono, conseguentemente, la ricerca di indicatori di qualità dell'ambiente marino costiero,

che vanno identificati tanto sulla base delle caratteristiche naturali delle aree costiere quanto sulla base dell'uso, ovvero della vocazione, delle stesse e finalizzati alla valutazione e alla classificazione degli ecosistemi marini costieri. Le finalità del nuovo decreto rispondono all'esigenza prioritaria di adottare un approccio integrato nello studio dell'ecosistema marino-costiero, caratterizzando e valutando in modo integrato le matrici biotiche e abiotiche e definendo i "parametri guida" per la valutazione della qualità e la conseguente classificazione degli ambienti costieri. Vengono altresì richiamati gli aspetti programmatici, ovvero la necessità di corrette politiche di pianificazione e programmazione per la gestione della fascia costiera, in linea con gli obiettivi di qualità che devono essere perseguiti.

Un ruolo particolarmente importante è stato assegnato alle Regioni, sia nella fase di individuazione di zone vulnerabili all'inquinamento di origine terrestre, che nella predisposizione di specifici programmi di controllo e di risanamento delle acque marine costiere.

Inquinamento da idrocarburi (Oil pollution)

Ogni inquinamento in mare comporta inevitabilmente un danno ambientale; nonostante l'intervento sia effettuato il più rapidamente possibile.

L'art. 18 della Legge 349/86 (istitutiva del Ministero dell'ambiente) prevede che ogni danno arrecato all'ambiente (inteso come bene collettivo) venga risarcito, anche in via equitativa. Titolare dell'azione è lo Stato.

Con specifico riguardo al danno ambientale marino causato da sversamento di idrocarburi da nave, va peraltro sottolineato che la normativa nazionale non collima con quella internazionale. Infatti, sia la Convenzione "Civil Liability Convention 1969" (CLC) sulla responsabilità per danni derivanti da inquinamento da idrocarburi, che la Convenzione 1971 istitutiva del Fondo Internazionale di compensazione, ancorché nei rispettivi testi emendati con i Protocolli 1992 ratificati dall'Italia con Legge 27.5.1999 n. 177, considerano come danno all'ambiente marino

solo i costi delle "ragionevoli misure di ripristino effettivamente intraprese o da intraprendere", concetto, come ben si vede, assai più limitativo del concetto di danno ambientale inteso, nella fattispecie, come danno alle "risorse del mare" (fauna e flora), già esplicitamente previsto dalla Legge 979/82 sulla difesa del mare dall'inquinamento.

Come esempio eclatante si ricorda il caso Haven, approfondito nella relativa scheda.

La tutela della biodiversità

La biodiversità ai suoi vari livelli, ecosistemica, di specie e genetica, identifica un valore universalmente riconosciuto in quanto, oltre a mantenere la funzionalità degli ecosistemi, rappresenta una fonte di risorse rinnovabili. In attuazione della Convenzione sulla Diversità Biologica di Rio de Janeiro del 1992, ratificata dall'Italia con la Legge n°124 del 14 febbraio 1994, il Ministero dell'ambiente ha avviato l'iter attuativo del Piano Nazionale sulla biodiversità, sulla base degli indirizzi comunitari. Il Piano prevede, come attività di base, la conoscenza ed il monitoraggio delle componenti della biodiversità. Esso intende, inoltre, identificare le attività che hanno o possono avere impatti negativi sulla conservazione e salvaguardia degli ecosistemi.

Il Mediterraneo, bacino "semi-chiuso", risulta unico per la presenza di specie endemiche e geneticamente diverse dalle conspecifiche oceaniche e sensibile alle attività umane. Lo sfruttamento eccessivo dell'ambiente marino costituisce una minaccia per il mantenimento degli equilibri naturali che regolano la biodiversità di questo mare. La Direttiva Comunitaria 92/43/CEE relativa alla Conservazione degli Habitat Naturali e Seminaturali e della Flora e della Fauna Selvatiche, (Direttiva Habitat) recepita con DPR 8 settembre 1997 n. 357, prevede la protezione delle specie e la designazione di Siti di Interesse Comunitario (SIC) da tutelare. Tali aree, caratterizzate da ecosistemi marini strettamente costieri e lagunari, sono incluse in una rete di zone protette (denominata Natura 2000) il cui scopo è quello di



mantenere le specie in uno stato di conservazione ottimale. La Direttiva rappresenta il primo strumento giuridico che prevede la conservazione della biodiversità tramite la protezione di specifici habitat, al fine di tutelare la flora e la fauna selvatica elencata nei suoi 3 allegati.

Il concetto di tutela di specie ed habitat è espresso anche nel Protocollo per le Aree a Protezione Speciale e la Diversità Biologica del Mediterraneo, della Convenzione di Barcellona. Questo protocollo prevede per le specie minacciate la creazione di Aree Speciali Protette di Interesse Mediterraneo (ASPIM) ed una lista di specie il cui prelievo deve essere regolamentato al fine di garantire un loro stato di conservazione ottimale. La forza innovativa del protocollo risiede nella capacità di individuare le ASPIM anche in alto mare, una zona che in Mediterraneo, a differenza di altri mari, inizia oltre le 12 miglia delle acque territoriali. Le acque extraterritoriali sono, secondo il diritto internazionale, aperte all'uso e allo sfruttamento da parte di tutti i Paesi; la funzione protezionistica delle ASPIM

imporrà il rispetto dei vincoli a tutti i paesi mediterranei che aderiscono alla Convenzione. In particolare la Convenzione ed il Protocollo prevedono la formulazione di piani o strategie di conservazione per le specie marine mediterranee tramite la creazione di aree marine protette e l'applicazione di specifici piani d'azione per la conservazione dei cetacei, delle tartarughe marine e della foca monaca. Il Protocollo, emendato nel 1995, è stato recentemente ratificato dall'Italia (Legge 27 maggio 1999 n.175). Alcune specie pelagiche (il tonno, il pesce spada, la lampuga e gli squali pelagici) saranno tutelate dall'Accordo per la Conservazione e la Gestione delle Specie Transzonali e Specie Altamente Migratorie del 1995 (UN Straddling Stocks Agreement, New York 1995). L'Accordo nasce dalla Convenzione sul Diritto del Mare delle Nazioni Unite (UNCLOS), entrata in vigore nel 1994 e prevede la tutela delle specie migratorie, la cui distribuzione ricade in ampie zone di pesca. Si applica in acque territoriali ed internazionali e si propone di proteggere la biodiversità tramite il

monitoraggio dello stato di sfruttamento delle risorse ittiche e tramite l'applicazione di metodi di pesca che minimizzano la cattura accidentale di altre specie. Quale accordo internazionale esso tutela le specie in questione dallo sfruttamento eccessivo e poco selettivo che in zone di alto mare è concesso a tutti i paesi. La ratifica italiana di questo accordo, avvenuta con la Legge 15 dicembre 1998 n. 498, sarà depositata allorché intervenga la ratifica degli stati comunitari e sarà seguita da disposizioni comunitarie.

Aree marine protette

In Italia, la tutela dell'ambiente marino costiero è riconosciuta dalla Legge 31 dicembre 1982, n. 979, che prevede da un lato l'attivazione di sistemi di monitoraggio delle acque costiere e dall'altro la necessità di salvaguardare, attraverso l'istituzione di aree marine protette, zone di mare che per le loro caratteristiche morfologiche oceanografiche e biologiche sono meritevoli di tutela e gestione. Questa Legge ha individuato venti aree di particolare valore naturalistico.

TABELLA 8

Estensione in ettari delle aree marine protette istituite, a novembre 2000

Area Marina Protetta	Zona A di riserva integrale	Zona B di riserva generale	Zona C di riserva parziale	Zona D di protezione	Totale
Capo Carbonara (Sardegna)	380	1.030	7.447	0	8.857
Capo Rizzuto (Calabria)	1.064	12.436	0	0	13.500
Cinque Terre (Liguria)	100	200	2.500	0	2.800
Isola di Ustica (Sicilia)	60	7.940	8.000	0	16.000
Isola di Ventotene e S. Stefano (Lazio)	396	794	1.597	0	2.787
Isole Ciclopi (Sicilia)	30	120	510	0	660
Isole Egadi (Sicilia)	1.057	2.628	21.975	28.150	53.810
Isole Tremiti (Puglia)	231	271	1.007	0	1.509
Miramare* (Friuli-Venezia Giulia)	127	0	0	0	127
Penisola del Sinis - Isola Mal di Ventre (Sardegna)	1.205	1.547	27.605	0	30.357
Porto Cesareo (Puglia)	213	3.249	13.694	0	17.156
Portofino (Liguria)	18	185	157	0	360
Punta Campanella (Campania)	152	309	667	0	1.128
Tavolara - Capo Coda Cavallo (Sardegna)	1.061	3.619	10.411	0	15.091
Torre Guaceto (Puglia)	150	163	1.894	0	2.207
Totale	6.244	34.491	97.464	28.150	166.349

(*) 97 ettari sono di rispetto (ordinanza 76/95 della Capitaneria di Porto di Trieste)

FONTE: Ministero dell'ambiente, 2000.



Nel dicembre 1991, l'approvazione della Legge Quadro sulle Aree Protette n. 394 e successive modificazioni ed integrazioni, ha rilanciato la politica delle aree marine protette con la individuazione di altre ventinove aree di reperimento in cui istituire parchi o riserve marine. Le sedici aree marine già istituite hanno una estensione di circa 167.000 ettari (tabella 8).

Le finalità che la istituzione di un'area marina protetta si prefigge sono diverse. Oltre ad avere una funzione di tutela e conservazione ambientale l'area marina protetta è un efficace strumento di sviluppo per nuove attività economiche che possono essere di tipo culturale, sociale, urbanistico, scientifico, educativo e di

tutela del patrimonio naturale.

A tale scopo ogni area marina protetta viene suddivisa generalmente in zone soggette a un differente regime di tutela:

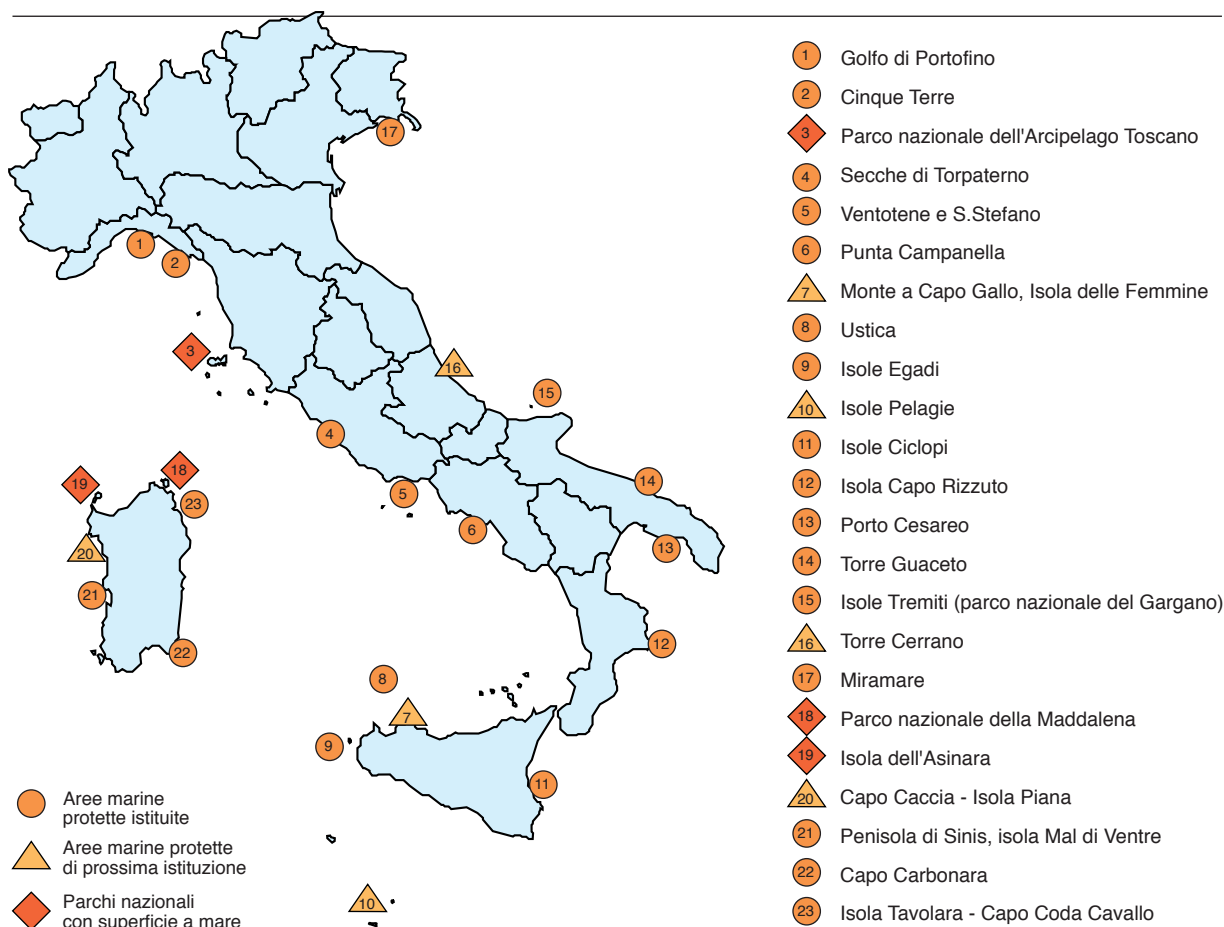
- una zona "A" di riserva integrale dove è vietata qualsiasi attività che possa arrecare danno o disturbo all'ambiente marino;
- una zona "B" di riserva generale in cui sono consentite e graduate le attività economiche tradizionali (come la pesca professionale, permessa alle sole marinerie residenti nell'area protetta);
- una zona "C" di riserva parziale dove altre attività (come la navigazione e la pesca sportiva) vengono invece regolamentate. In totale le zone "A" delle aree

marine protette istituite coprono circa 44 km di costa con una superficie di 5.483 ettari. L'emanazione della Legge n. 426 del 9 dicembre 1998 " Nuovi interventi in campo ambientale" ha modificato profondamente la normativa relativa alle aree marine protette, con l'obiettivo di dare più certezza al quadro delle responsabilità e dei compiti da svolgere e di assicurare una più efficiente ed efficace azione amministrativa. Con Decreto Ministeriale del 27 ottobre 1999 è stata istituita la Segreteria tecnica per le aree protette marine, prevista dalla citata Legge n. 426/98.

Tale organismo ha il compito di provvedere all'istruttoria preliminare per l'istituzione e l'aggiornamento delle aree

FIGURA 2

Quadro nazionale delle aree marine protette già istituite e quelle di prossima istituzione, a novembre 2000



FONTE: Ministero dell'ambiente, 2000.



TABELLA 9

Aree marine protette istituite e affidate in gestione, di prossima istituzione, in corso di istituzione, con iter istitutivo appena avviato, di reperimento, a novembre 2000

AREE MARINE PROTETTE ISTITUITE E AFFIDATE IN GESTIONE				
Riserva marina	Regione e Provincia	Comune	Leggi istitutive	Attuale Ente Gestore
1 Isola di Ustica	Sicilia, Palermo	Ustica	L 979/82 DI 12/11/86	Comune di Ustica
2 Golfo di Trieste-Miramare	Friuli-Venezia Giulia, Trieste	Trieste	L 979/82 DI 12/11/86	WWF Italia
3 Isole Tremiti (Caprara, Pianosa, S. Nicola, S. Domino e Cretaccio)	Puglia, Foggia	Isole Tremiti	L 979/82 DI 14/7/89 (DPR 5/6/95)	Ente Parco Nazionale del Gargano
4 Torre Guaceto	Puglia, Brindisi	Brindisi, Carovigno	L 979/82 DI 4/12/91	Riserva Naturale Terrestre (Consorzio tra i due comuni e il WWF Italia)
5 Isola Capo Rizzuto	Calabria, Crotone	Crotone, Isola Capo Rizzuto	L 979/82 DI 27/12/91	Provincia di Crotone
6 Isole di Ventotene e S. Stefano	Lazio, Latina	Ventotene	L 979/82 DM12/12/97	Riserva Naturale Terrestre (Comune di Ventotene)
7 Cinque Terre	Liguria, La Spezia	Riomaggiore, Levanto, Vernazza, Monterosso	L 979/82 DM12/12/97	Ente Parco Nazionale delle Cinque Terre
8 Golfo di Portofino	Liguria, Genova	Portofino, Camogli, S. Margherita Ligure,	L 979/82 DM 6/6/98 DM 26/4/99	Consorzio fra Comuni, Provincia e Università di Genova.
9 Capo Carbonara (Isole Serpentara e dei Cavoli)	Sardegna, Cagliari	Villasimius	L 394/91 DM 15/9/98 DM 3/8/99	Comune di Villasimius
10 Punta Campanella	Campania, Napoli	Massa Lubrense, Piano di Sorrento, Positano, Sant'Agnello, Sorrento, Vico Equense	L 979/82 DM12/12/97 DM 14/6/2000	Consorzio tra i sei Comuni.
11 Penisola del Sinis, Isola di Mal di Ventre	Sardegna, Oristano	Cabras	L 979/82 DM12/12/97 DM 22/7/99 DM6/9/99	Comune di Cabras.
12 Isole Ciclopi (Ciclopi, Lachea, Faraglione Grande e Faraglioni Piccoli)	Sicilia, Catania	Aci Castello	Aci Castello DI 7/12/89 DM17/05/96	Capitaneria di Porto di Catania. Avviato l'iter per l'affidamento in gestione a un consorzio tra il Comune di Acicastello e l'Università di Catania.
13 Isole Egadi (Marettimo, Levanzo, Favignana, Formica, Maraone)	Sicilia, Trapani	Favignana	L 979/82 DI27/12/91 DM 6/8/93 DM 17/05/96	Capitaneria di Porto di Trapani. Avviato l'iter per l'affidamento in gestione al Comune di Favignana.

segue **TABELLA 9****Aree marine protette istituite e affidate in gestione, di prossima istituzione, in corso di istituzione, con iter istitutivo appena avviato, di reperimento, a novembre 2000**

14	Porto Cesareo	Puglia, Lecce	Porto Cesareo, Nardò	L 979/82 DM12/12/97	Capitaneria di Porto di Gallipoli. Avviato l'iter per l'affidamento in gestione ad un Consorzio tra i Comuni di Porto Cesareo e Nardò e la Provincia di Lecce.
15	Tavolara, Capo Coda Cavallo (Tavolara, Molara, Molarotto)	Sardegna, Sassari	Loiri Porto San Paolo, Olbia e San Teodoro	L 979/82 DM12/12/97	Capitaneria di Porto di Olbia. Avviato l'iter per l'affidamento in gestione ad un Consorzio tra i Comuni di Olbia, Loiri Porto San Paolo e San Teodoro.
16	Secche di Tor Paterno	Lazio, Roma	Roma, Pomezia	L 394/91	Ente Roma Natura. DM istitutivo del 17/10/2000, DM di affidamento in gestione 22.11.2000, entrambi in corso di registrazione.

AREE MARINE PROTETTE DI PROSSIMA ISTITUZIONE						
	Riserva marina	Regione e Provincia	Comune	Leggi istitutive	Iter Istitutivo	Probabile Ente gestore
1	Capo Caccia, Isola Piana	Sardegna, Sassari	Alghero	L 979/82	Istruttoria tecnica in corso	Ipotesi di gestione del Comune di Alghero
2	Isole Pelagie (Lampedusa, Lampione, Linosa)	Sicilia, Agrigento	Lampedusa	L 979/82	Istruttoria tecnica in corso	Ipotesi di gestione del Comune di Lampedusa
3	Monte a Capo Gallo Isola di Fuori o delle Femmine	Sicilia, Palermo	Palermo, Isola delle Femmine	L 94/91	Istruttoria tecnica in corso	Ipotesi di Consorzio tra i Comuni
4	Isola dell'Asinara	Sardegna, Sassari	Porto Torres	L 94/91 (DM 18/11/97)	Istruttoria tecnica in corso	Ipotesi di gestione del Parco Nazionale dell'Asinara
5	Arcipelago della Maddalena	Sardegna, Sassari	La Maddalena	L 394/91 (DPR 17/5/96)	Istruttoria tecnica in corso	Ipotesi di gestione del Parco Nazionale della Maddalena
6	Isole Eolie (Lipari, Salina, Vulcano, Alicudi, Filicudi, Panarea e Stromboli)	Sicilia, Messina	Lipari, Leni, Malfa, Santa Marina, Salina	L 979/82	Istruttoria tecnica in corso	



segue TABELLA 9

Aree marine protette istituite e affidate in gestione, di prossima istituzione, in corso di istituzione, con iter istitutivo appena avviato, di reperimento, a novembre 2000

AREE MARINE PROTETTE IN CORSO DI ISTITUZIONE				
Riserva marina	Regione e Provincia	Comune	Leggi istitutive	Iter Istitutivo
1 Isole di Ponza, Palmarola e Zannone	Lazio, Latina	Ponza	L 979/82	Proposta di istituzione formulata dalla
2 Secche della Meloria	Toscana, Livorno	Livorno	L 979/82	Conclusi gli studi di fattibilità.
3 Arcipelago Toscano (Elba, Capraia, Pianosa, Gorgona, Giannutri, Montecristo e Giglio)	Toscana, Livorno e Grosseto	Capraia, Campo Capraia, Campo Isola del Giglio, Marciana Marina, Marciana, Portoferraio, Pianosa, Rio Marina, Rio nell'Elba	L 979/82 (DPR 22/7/96)	Conclusi gli studi di fattibilità
4 Golfo di Orosei, Capo Monte Santu	Sardegna, Nuoro	Baunei, Dorgali, Orosei	L 979/82 (DPR 30/3/98)	Conclusi gli studi di fattibilità.
5 Costa del Monte Conero	Marche, Ancona	Sirolo, Numana	L 394/91	Conclusi gli studi di fattibilità.
6 Capo Testa - Punta Falcone	Sardegna, Sassari	Santa Teresa di Gallura	L 394/91	Conclusi gli studi di fattibilità.
AREE MARINE PROTETTE CON ITER ISTITUTIVO APPENA AVVIATO				
Riserva marina	Regione e Provincia	Comune	Leggi istitutive	Iter Istitutivo
1 Isola di Capri	Campania, Napoli	Capri, Anacapri	L 394/91	Studi di fattibilità in corso.
2 "Regno di Nettuno" (Isole di Ischia, Vivara e Procida)	Campania, Napoli	Casamicciola Terme, Lacco Ameno, Barano, Ischia Porto, Serrara Fontana, Forio	L 394/91	Studi di fattibilità in corso
3 Parco marino Torre del Cerrano	Abruzzo, Teramo	Pineto e Silvi	L 344/97	Studi di fattibilità in corso
4 Costa degli Infreschi	Campania, Salerno	Marina di Camerota, San Giovanni a Piro	L 394/91	Area di reperimento. L'Ente Parco Nazionale del Cilento si è candidato alla gestione e alla realizzazione degli studi di fattibilità.
5 S. Maria di Castellabate	Campania, Salerno	Agropoli, Castellabate, Ogliastro, Montecorice, Casalvelino e Ascea	L 394/91	Area di reperimento. L'Ente Parco Nazionale del Cilento si è candidato alla gestione e alla realizzazione degli studi di fattibilità..



marine protette, di fornire supporto alla gestione, al funzionamento nonché alla progettazione degli interventi da realizzare anche con finanziamenti comunitari. Nel 1999 si è cominciato a dare corso alle indicazioni espresse dalla Legge che, sul piano finanziario ha destinato ingenti risorse all'istituzione.

In particolare, nel corso dell'anno sono stati erogati circa 2,8 miliardi per progetti di investimento e 12 miliardi per le spese di parte corrente, di cui oltre 800 milioni per attività promozionale.

In attuazione della predetta legge è stata avviata una importante attività di verifica delle aree marine protette già istituite. In particolare sono stati aggiornate le aree marine di Portofino (Genova), Punta

Campanella (Napoli) con modifiche alle misure previste e Capo Carbonara (Cagliari), ove sono stati elencati i divieti e le limitazioni vigenti. Sono in corso le modifiche di Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre (Oristano), ove sono state apportate correzioni nell'individuazione delle aree di massima protezione.

Sulla base delle procedure previste dalla suddetta Legge per il decentramento delle attività di gestione, nel corso del 1999 sono state affidate ad enti locali, associazioni ambientaliste ed istituzioni scientifiche le aree marine protette di Portofino, Ventotene, Cinque Terre, Torre Guaceto. A queste quattro aree protette affidate in gestione se ne affiancheranno presto altrettante: è infatti in fase

avanzata la consultazione con gli enti locali per l'affidamento delle aree marine delle isole Egadi, isole Ciclopi, Porto Cesareo e Tavolara - Capo Coda Cavallo. A seguito delle novità introdotte dalla Legge n. 426/98 sono state inoltre istituite presso i relativi enti gestori le cinque commissioni di riserva marina di Ustica, Miramare, Capo Rizzuto, Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre e di Punta Campanella e ne sono state istituite due ex novo a Portofino e a Capo Carbonara. La tabella 9 riporta le aree marine protette già istituite, di prossima istituzione, in corso di istituzione e di reperimento. La figura 2 riporta il quadro nazionale delle aree marine protette già istituite e quelle di prossima istituzione.

segue **TABELLA 9**

Aree marine protette istituite e affidate in gestione, di prossima istituzione, in corso di istituzione, con iter istitutivo appena avviato, di reperimento, a novembre 2000

AREE MARINE DI REPERIMENTO				
Riserva marina	Regione e Provincia	Comune	Leggi istitutive	Iter Istitutivo
1 Isola di Gallinara	Liguria, Savona	Albenga	L 394/91	Area di reperimento
2 Isola di Bergeggi	Liguria, Savona	Bergeggi	L 394/91	Area di reperimento
3 Monti dell'Uccellina, Foce dell'Ombro, Formiche di Grosseto, Talamone	Toscana, Grosseto	Magliano in Toscana, Orbetello	L 394/91	Area di reperimento
4 Isola di S. Pietro	Sardegna, Cagliari	Carloforte, S. Antioco, Calasetta e Portoscuso	L 394/91	Area di reperimento
5 Capo Spartivento, Capo Teulada	Sardegna, Cagliari	Capo Teulada	L 394/91	Area di reperimento
6 Parco marino del Piceno	Marche, Ascoli P.		L 394/91	Area di reperimento
7 Monte di Scauri	Lazio, Latina	Formia	L 394/91	Area di reperimento
8 Penisola Salentina (Grotte Zinzulusa e Romanelli)	Puglia, Lecce	Tricase, Castro Marina, Santa Cesarea Terme	L 394/91	Area di reperimento
9 Costa di Maratea	Basilicata, Potenza	Maratea	L 394/91	Area di reperimento
10 Grotte di Acicastello	Sicilia, Catania	Aci Castello	L 394/91	Area di reperimento
11 Pantani di Vindicari (isolotto di Vendicari)	Sicilia, Siracusa	Noto	L 394/91	Area di reperimento
12 Capo Passero (Isola di Capo Passero)	Sicilia, Siracusa	Portopalo di Capo Passero	L 394/91	Area di reperimento
13 Isola di Pantelleria	Sicilia, Trapani	Pantelleria	L 394/91	Area di reperimento
14 Stagnone di Marsala (Isole Grande, S. Maria, S. Pantaleo)	Sicilia, Trapani	Marsala	L 394/91	Area di reperimento
15 Promontorio Monte di Cofano, Golfo Custonaci	Sicilia, Trapani	Custonaci	L 394/91	Area di reperimento
16 Santuario dei Cetacei	Sardegna e Liguria		L 426/98	Area di reperimento.

Fonte: Ministero dell'ambiente, 2000.



Santuario dei cetacei

A seguito di ricerche condotte tra la fine degli anni '80 e l'inizio degli anni '90, nella zona di mare compresa tra Liguria, Provenza e Sardegna settentrionale si è avuta conferma della straordinaria presenza nei mesi estivi di cetacei di tutte le specie regolari del Mediterraneo, dovuta a caratteristiche oceanografiche già note connesse al particolare regime di correnti che innescano catene trofiche di rilevante abbondanza e diversità. In queste zone sono presenti: balenottere comuni (*Balaenoptera physalus*) e stenelle (*Stenella coeruleoalba*), la cui presenza, maggioritaria tra tutte le specie di cetacei presenti nell'area è stimata, rispettivamente, in circa 2000 e circa 25.000 esemplari geneticamente distinti dalle conspecifiche dell'Atlantico orientale e quindi probabilmente isolate e stanziali del mar Mediterraneo; capodogli (*Physeter catodon*), globicefali (*Globicephala melas*), grampi (*Grampus griseus*), tursiopi (*Tursiops truncatus*), zifi (*Ziphius cavirostris*), delfini comuni (*Delphinus delphis*).

Un primo passo per una politica di tutela di queste specie fu intrapreso con i DM della Marina Mercantile del 18.07.90, del 22.05.91 e del 19.06.91 che istituirono una zona di tutela biologica ed il divieto di utilizzo delle reti derivanti nel tratto di mare compreso tra Punta Mesco (confine est ligure), Cap d'Antibes e Capo Corso; nello stesso periodo, analoghe considerazioni portarono alla proposta di istituzione di un'area marina protetta nella zona, concepita dall'Istituto Tethys e presentata nel Principato di Monaco nel marzo 1991 con il nome di "Progetto Pelagos".

Due anni dopo, nel marzo 1993, su ispirazione di tale progetto, Italia, Francia e Principato di Monaco firmavano a Bruxelles una Dichiarazione congiunta finalizzata all'istituzione di un Santuario mediterraneo per i mammiferi marini.

La Legge del 9 dicembre 1998 n. 426 ha impegnato il Ministero dell'ambiente italiano ad avviare l'istituzione dell'area protetta marina denominata "Santuario dei Cetacei" e ad intraprendere opportune iniziative volte ad estenderla alle acque territoriali dei

Paesi confinanti ed alle acque internazionali: nel mese di luglio 1999, a seguito di una ulteriore fase negoziale, Italia, Francia e Monaco sono giunti alla definizione ultima del testo dell'accordo per l'istituzione del Santuario ed il 25.11.99 è stato firmato l'accordo per l'istituzione. Nell'area individuata, di circa 96.000 km² compresa tra la penisola di Giens, in Francia, la costa settentrionale della Sardegna e la costa continentale italiana fino al confine toscano-laziale, nel rispetto delle legislazioni nazionali, comunitarie ed internazionali, i tre Paesi firmatari si impegnano a tutelare i mammiferi marini di ogni specie e i loro habitat, proteggendoli dagli impatti negativi diretti o indiretti delle attività umane.

Tale obiettivo è perseguito attraverso le seguenti prescrizioni:

- intensificazione dell'attività contro l'inquinamento di qualsiasi origine che possa avere impatto sui mammiferi marini e sui loro habitat;
- soppressione progressiva degli scarichi tossici derivanti da fonti a terra;
- divieto di catture o turbative intenzionali dei mammiferi marini;
- regolamentazione o divieto di competizioni a motore;
- adeguamento alla normativa comunitaria in materia di pesca;
- regolamentazione delle attività turistiche di osservazione (whalewatching).

Inoltre, si impegnano a favorire programmi di ricerca scientifica e campagne di sensibilizzazione presso i vari utenti del mare, in particolare per quanto riguarda la prevenzione delle collisioni tra navi e mammiferi marini o la segnalazione di esemplari in difficoltà. Infine, sul piano internazionale, i Paesi contraenti si impegnano a chiedere l'iscrizione del santuario nella lista ASPIM, ad invitare Paesi terzi ad adottare nell'area analoghe misure di protezione, comunicando il testo dell'accordo a livello internazionale.

Specie marine protette

La "Direttiva Habitat" essendo orientata prevalentemente verso la tutela delle specie terrestri non ha potuto rappresentare un valido strumento giuridico per far fronte al complesso problema delle specie marine minac-

ciate di estinzione in Italia. L'entrata in vigore del "Protocollo sulle Aree Specialmente Protette e la Diversità Biologica del Mediterraneo" della Convenzione di Barcellona, già ratificato dall'Italia, consentirà di procedere all'integrazione delle specie elencate nella direttiva di cui sopra. L'Appendice 2 di tale Protocollo elenca 104 specie (3 fanerogame, 11 alghe, 9 spugne, 3 cnidari, 3 echinodermi, 1 briozoo, 17 molluschi, 2 crostacei, 3 pesci cartilaginei, 12 pesci ossei, 6 tartarughe, 15 uccelli e 19 mammiferi) che saranno protette in tutto il Mediterraneo. Tale strumento rappresenta una novità di grande importanza nel processo di tutela della biodiversità marina in Italia. Tuttavia, la lista delle specie dell'Appendice 2 è notevolmente lacunosa nella sua attuale formulazione, e va pertanto emendata appena possibile, perché in essa ancora non figurano numerose specie note per la loro rarità e condizione di minaccia, ivi compresi molti endemismi mediterranei. Per un'efficace azione di salvaguardia, inoltre, alle liste di specie occorre affiancare opportuni programmi mirati alla correzione delle condizioni sfavorevoli. Sulla base di tale necessità è stato attivato dal 1999 da parte dell'ICRAM il "Programma Quadro per la Tutela delle Specie Marine Protette", all'interno del quale è prevista la redazione di Piani d'Azione Nazionali (PAN) dove sono elencate e descritte specifiche azioni prioritarie da intraprendere. I PAN per i quali era previsto il completamento entro il 1999 sono quelli riguardanti i cetacei, la foca monaca, le tartarughe marine e i pesci cartilaginei (squali e razze). Le azioni individuate dai singoli PAN potranno trovare più facile applicazione all'interno della nascente rete di aree marine protette italiane; tale considerazione sottende l'opportunità di favorire ogni possibile sinergia tra i programmi di tutela delle specie e quelli di tutela degli habitat.

Educazione ed informazione

Da anni il Ministero dell'ambiente dedica particolare impegno alla divulgazione della cultura dell'ambiente marino e delle sue risorse attraverso la realizzazione di molteplici iniziative



aventi finalità divulgative per una migliore conoscenza delle problematiche inerenti il mare. E' evidente l'importanza di tale attività in quanto solo attraverso la conoscenza è possibile apprezzare e amare il bene "mare" e farne buon uso. Ciò significa che il mare non è un bene intoccabile, ma fruibile nel pieno rispetto dei suoi delicati equilibri e nella consapevolezza dei limiti che la natura impone, in modo da non danneggiare e ancora peggio distruggere, con un uso dissennato, un bene tanto prezioso per noi oggi e per le generazioni future.

Ne consegue il ruolo di spicco dell'attività promozionale finalizzata alla cultura del mare, rivolta con particolare attenzione ai giovani a partire dai più piccoli. Tale attività viene svolta attraverso la realizzazione di programmi educativi diversificati sia sulla base di intese con il Ministero della pubblica istruzione mediante incontri con docenti e studenti e distribuzione nelle scuole di videocassette e pubblicazioni illustrate sull'ambiente marino, sia con la stipula di convenzioni con Associazioni ambientaliste e culturali che si occupano del mare.

Negli ultimi due anni l'attività del Ministero dell'ambiente è stata particolarmente intensa per il raggiungimento degli obiettivi prefissati; a tale riguardo si segnala per tutte la partecipazione all'Expo 1998 di Lisbona.

Nel corso del 1999 il Ministero dell'ambiente si è attivato per organizzare incontri presso scuole, per realizzare e distribuire opuscoli sui percorsi formativi, finalizzati alla possibile occupazione nelle aree marine protette avvalendosi del supporto dell'Editoriale Verde Ambiente. Si è dedicata particolare cura alla produzione di materiale per convegni e manifestazioni, come ad esempio sculture di organismi marini e pannelli esplicativi sullo stato di attuazione delle aree marine protette in Italia alla ideazione e alla realizzazione di poster con l'indicazione di tutte le aree marine protette istituite e da istituire. Parte del materiale divulgativo della cultura del mare disponibile è stato esposto in una mostra al Campidoglio dall'1 a 3 luglio 1999 in occasione della V^a Riunione della Commissione Mediterranea sullo

Sviluppo Sostenibile che ha ottenuto ampio consenso dai visitatori. Si ricorda inoltre la realizzazione dell'Agenda del Mare a cura dell'Associazione culturale "Il Mare", di nuovi filmati sulle aree marine protette per la distribuzione a tutti i Provveditorati agli Studi di un Cd-rom sulle aree marine protette italiane curata dall'Ispettorato Centrale Difesa del Mare del Ministero dell'ambiente con il supporto tecnico della Major Bit. Va segnalato che, come negli anni precedenti anche nel 1999 si è dato corso alla campagna di sensibilizzazione denominata "Li Voglio Vivi" curata dall'Associazione ambientalista Legambiente e alla campagna di promozione sulle aree marine protette denominata "Tra le gemme del mare nostrum" a cura dell'Associazione ambientalista "Marevivo". Tale manifestazione che ha ottenuto un ampio gradimento, ha coinvolto sul tema alcuni paesi esteri come la Spagna (Barcellona) e la Francia (Marsiglia). Merita particolare rilievo anche la partecipazione del Ministero dell'ambiente mediante interventi, conferenze stampa e distribuzione di materiale promozionale, alla 10^a Rassegna del Mare svoltasi a Terrasini, a cura dell'Associazione "Mareamico". Si è provveduto inoltre alla realizzazione di materiale promozionale per le aree marine protette di: Penisola del Sinis-Isola Mal di Ventre, Ventotene e Santo Stefano, Cinque Terre, Punta Campanella e Tavolara-Capo Coda Cavallo. L'impegno del Servizio è stato rivolto anche alla realizzazione del progetto Sistema di Educazione Ambientale Marino nel Mediterraneo (SEAM), a cura del Forum per la Laguna. Va infine segnalato il supporto del Ministero dell'ambiente, nel rispetto delle attribuzioni assegnategli, alla Società Botanica Italiana nella stampa e pubblicazione degli atti relativi al Convegno di Algologia che si è tenuto dal 20 al 26 settembre a Montecatini Terme. Molte di queste iniziative si sono appena concluse, altre sono tuttora in corso, mentre per le nuove proposte sono in fase di attuazione le istruttorie amministrative. Il Ministero dell'ambiente, infine, ha assicurato ampia partecipazione a convegni, manifestazioni e a incontri presso le

scuole, che rappresentano il luogo ideale per la formazione della sensibilità ambientale nelle generazioni future.

"Bandiere blu"

La Foundation for Environmental Education in Europe (FEEE) assegna ogni anno "bandiere blu" alle località balneari europee che rispettano alcuni criteri di qualità. L'assegnazione avviene in seguito alla compilazione da parte dei Comuni interessati di questionari inviati dalla FEEE. Tra i criteri determinanti per l'assegnazione vi sono la qualità delle acque marine (stabilita in base ai risultati della qualità delle acque di balneazione del Ministero della Sanità dell'anno precedente), la promozione a livello locale di programmi di informazione ed educazione ambientale ed i servizi turistici offerti dalle spiagge.

Nel 1999, l'Italia con le 67 spiagge che hanno guadagnato la bandiera blu, 9 in più rispetto all'anno precedente, si pone al terzo posto in Europa dopo la Francia e la Spagna.

Organizzazioni e trattati internazionali

Con l'entrata in vigore della Legge 27 maggio 1999 n.175 che ratifica l'atto finale della conferenza dei plenipotenziari sulla convenzione per la protezione del Mar Mediterraneo dall'inquinamento, con i relativi protocolli, tenutasi a Barcellona il 9 e 10 giugno 1995, il sistema di principi, di strumenti programmatici e organizzativi prefigurato nella medesima convenzione, assume valore di Legge ordinaria nell'ordinamento italiano. La Legge di ratifica n.175/1999, definisce l'ambito di applicazione geografico della convenzione, dispone che "si intende per zona del Mar Mediterraneo, oltre alle acque marittime propriamente dette, compresi i golfi e i mari che la compongono, anche la fascia costiera italiana così come definita dalla legislazione nazionale". Per l'attuazione della convenzione i Governi aderenti hanno sottoscritto sei protocolli specifici dei quali solo quattro sono vigenti: protocollo "Dumping", protocollo "Emergency", protocollo "Specially Protected Areas and Biological



Diversity in the Mediterranean" e protocollo "Land Based Sources". In corso di verifica e non ancora ratificati restano due protocolli (Offshore e Hazardous Wastes riguardanti rispettivamente la protezione dall'inquinamento derivante dall'esplorazione del fondo marino e da trasporto transfrontaliero di rifiuti pericolosi) sui quali la conferenza dei plenipotenziari, all'Appendice I - zone costiere del Mediterraneo - impegna i Governi contraenti ad adottare misure di salvaguardia a livello regionale e nazionale. L'Italia partecipa in modo imponente al bilancio del Mediterranean Action Plan (MAP), che costituisce lo strumento operativo istituzionalmente preposto a fornire, tramite strutture socio - econo-

miche e tecnico - scientifiche, alle parti contraenti della convenzione di Barcellona:
a) gli strumenti per l'attuazione della medesima convenzione e dei suoi protocolli;
b) il controllo dell'inquinamento;
c) facilitazione dello sviluppo sostenibile nella regione e la gestione integrata delle zone costiere. Nel 1997 è stato erogato dal nostro Paese un contributo di 1.479.022 dollari pari al 37% del bilancio totale, secondo solo a quello erogato dalla Francia. Un altro importante strumento di cooperazione regionale è rappresentato dalla Commissione sullo sviluppo sostenibile del Mediterraneo (MCSD) istituita nel 1996 a seguito della preparazione

dell'Agenda 21 (Agenda per lo sviluppo sostenibile del Mediterraneo) che mira a sviluppare gli accordi di Rio de Janeiro adattandoli alla situazione del Mediterraneo. Ha tenuto la sua prima riunione a Rabat nel dicembre 1996 e l'ultima riunione ha avuto luogo a Roma il 21 e 22 giugno 1999. La particolarità di questo organismo è rappresentata dallo status paritario accordato a tutti i suoi 36 membri. Nel novembre del 1995 in occasione del III Forum Ambientale del Mediterraneo si è costituita a Barcellona una associazione di Organizzazioni Non Governative (ONG), denominata "MED forum - the Mediterranean ngo network for Ecology and sustainable Development" alla quale aderiscono

SCHEDA 6

Posidonia oceanica

La *Posidonia oceanica* costituisce l'ecosistema più caratteristico e probabilmente più importante del Mar Mediterraneo. Le praterie di questa fanerogama sono diffuse in tutto il bacino dove formano una cintura costiera quasi continua che si estende per circa 20.000 miglia quadrate. Uno degli effetti più importanti dovuti alla ricopertura da parte delle praterie è rappresentato dalla riduzione del movimento dell'acqua in prossimità del fondo, che può costituire un valido ostacolo al fenomeno dell'erosione costiera. Per questo motivo, il fenomeno di regressione delle praterie attualmente in corso, dovuto principalmente a disturbi di origine antropica, potrebbe alterare profondamente l'equilibrio sedimentario delle coste mediterranee. Queste praterie, oltre ad essere l'ambiente d'elezione per molte specie animali, rappresentano, insieme al fitoplancton, il più importante produttore marino di ossigeno: grazie al notevole sviluppo fogliare una prateria può liberarne fino a 14 litri al giorno per mq. Al fine di tutelare questo importante endemismo, il Ministero dell'ambiente ha promosso una serie di studi per la caratterizzazione e la mappatura delle praterie di *Posidonia oceanica*. Nel mese di dicembre del 1998 è stata stipulata una convenzione con il Comune di Forio d'Ischia (Na) per la "Caratterizzazione ambientale e biocenotica e valorizzazione delle aree marine costiere antistanti Cava dell'Isola e Punta Caruso", all'interno della quale è previsto, tra l'altro, il monitoraggio delle acque per l'individuazione delle praterie di posidonia, realizzato dal laboratorio di Ecologia del Benthos della Stazione Zoologica "A. Dohrn" di Napoli. Sempre nel corso del 1998 il Ministero dell'ambiente ha indetto una gara di appalto-concorso per effettuare la mappatura della posidonia presente lungo le coste della Sardegna e delle sue

isole minori; la gara si è conclusa e il lavoro sarà effettuato dalla Società Cooperativa Nautilus Srl. Infine, è ancora in corso la gara di appalto-concorso indetta per la realizzazione della mappatura delle praterie lungo le coste della Sicilia e delle isole minori circostanti. Nel 1999, inoltre, il Ministero dell'ambiente ha avviato un programma nazionale di individuazione e valorizzazione della posidonia e di studio delle misure per la salvaguardia di questa fanerogama da tutti i fenomeni che ne comportano il degrado e la distruzione, in attuazione della Legge 426 del 9 dicembre 1998 "Nuovi interventi in campo ambientale". Tale programma, che avrà la durata di tre anni, ha consentito la realizzazione di una banca dati sugli aspetti concernenti la geomorfologia, la distribuzione geografica e l'ecologia della *Posidonia oceanica*. Si predisporrà, inoltre, un programma di cartografia generale delle praterie che prevede anche la definizione degli aspetti tecnologici e statistico - matematici utili a stabilire l'unità minima ecologicamente individuabile come "prateria". Successivamente si procederà con la valutazione dello stato di salute delle praterie, effettuando limitate operazioni di restauro delle zone danneggiate delle praterie più a rischio ed identificando praterie significative di altre fanerogame marine (*Cymodocea*, *Zostera*, *Ruppia*). Verranno, infine, realizzati programmi di formazione, educazione e coinvolgimento del volontariato. Presso il Ministero dell'ambiente - Servizio Difesa del Mare - è disponibile la cartografia relativa alle praterie di posidonia delle seguenti Aree Marine Protette: Isole Tremiti, Capo Rizzuto, Torre Guaceto, Porto Cesareo, Sinis-Is. Mal di Ventre, Punta Campanella, Tavolara, Cinque Terre, Ventotene-S. Stefano, Portofino, Capo Carbonara.



numerosissime ONG dei Paesi del bacino mediterraneo oltre a Portogallo, Andorra, Giordania, Bosnia – Erzegovina e Jugoslavia. Tale associazione si propone di conferire rappresentanza alle ONG nei Forum internazionali, nel MAP, presso la MCS D e nelle altre sedi interessanti gli obiettivi della rete. Le associazioni aderenti sono: ISPRON, International Juridical Organisation for Environment and Development (IJO) e Legambiente. Notevoli passi in avanti sono stati realizzati nella esecuzione di due importanti Convenzioni globali, la London Dumping Convention (LDC) del 1972 sulla prevenzione dell'inquinamento marino causato dallo scarico di rifiuti e altre sostanze e la Convenzione Marpol del 1973 per la prevenzione dell'inquinamento causato da navi. Quanto poi alla Convenzione di Londra del 30.11.1990 (OPPRC) sulla preparazione, la lotta e la cooperazione in materia di inquinamenti da idrocarburi essa è stata ratificata dallo Stato italiano con Legge 15.12.1998 n.464. Scopo di questa importante Convenzione è quello di fornire un quadro generale per la cooperazione internazionale nella lotta ai maggiori incidenti o pericoli di inquinamento marino da idrocarburi derivante da navi utilizzate ai fini commerciali. Al contempo si affermano e precisano meccanismi di prevenzione dei rischi e di responsabilità e indennizzo a valere su fondi appositamente istituiti, secondo il principio di "chi inquina paga".

GLOSSARIO

-Alogeni: elementi appartenenti al VII° gruppo della tavola periodica: F, Cl, Br, I.

-Alge metafitiche: alghe superiori.

-Benthos: insieme degli organismi animali e vegetali che vivono in permanente relazione con il fondale.

-Bentonico: che riguarda il benthos.

-Biodisponibili: sostanze assimilabili dagli organismi viventi.

-Biomassa: quantità di materiale vivente presente nell'unità di volume o di superficie.

-Capping: tecnica di smaltimento di sedimenti contaminati che prevede la collocazione o l'affossamento del materiale di escavo sul fondale marino, seguito da ricoprimento con sedimento pulito (capping).

-Carbon soot: polveri prodotte dalla combustione di composti del carbonio (carburanti, plastica, legno, ecc).

-Comunità: insieme di specie animali e vegetali che occupano nel tempo un territorio definito; frazione biotica dell'ecosistema.

-Condizioni organolettiche: proprietà che possono essere rilevate e apprezzate dai sensi, come l'odore, il sapore, il colore

-Condizioni ipossiche o anossiche: condizioni di basso livello o di assenza di ossigeno.

-Demersali: insieme delle specie che vivono nello strato di acqua immediatamente al di sopra del fondale e che stabiliscono una relazione non permanente con esso.

-Diatomee: microalghe provviste di guscio siliceo.

-Dinoflagellati: microalghe provviste di appendice motoria (flagello).

-Distrofia: condizione di alterazione dell'ambiente acquatico per la quale si assiste ad uno squilibrio nel bilancio degli elementi nutritivi.

-Ecosistema: insieme di fattori abiotici (parametri chimico, fisici, geologici, ecc.) e biotici (comunità animali e vegetali) che stabiliscono interrelazioni nel tempo e nello spazio.

-Endemico: esclusivo di una determinata area geografica.

-Epibionte: organismo che vive fisso su organismi vegetali o animali.

-Eutrofizzazione: condizione in cui l'ambiente acquatico mostra un arricchimento di elementi nutritivi, generalmente nitrati e fosfati.

-Faecal pellets: conglomerati fecali.

-Fanerogama: pianta superiore con fiori.

-Fioritura algale o bloom: aumento eccessivo della biomassa algale.

-Fitoplancton: componente vegetale del plancton (phyto=pianta; plankton=galeggiante).

-Fondi mobili: fondo marino costituito da ele-

menti non coerenti (sabbie, fanghi, ecc.).

-Fouling: insieme degli organismi animali e vegetali che si insediano su qualsiasi struttura artificiale sommersa.

-Global Climate Change: modificazione climatica su scala mondiale.

-Habitat: l'insieme delle condizioni abiotiche che permettono la vita e lo sviluppo di una determinata specie vegetale o animale.

-Organo-alogenati: composti organici contenenti alogeni es.: Polichlorobifenili (PCB).

-Pelagici: insieme degli organismi che vivono nella colonna d'acqua.

-Piattaforma continentale: parte del fondo marino che si estende dalle coste continentali fino approssimativamente all'isobata dei 200 m; può presentare ampiezza variabile.

-Primmesiofitee o Haptophytae: Divisione di alghe comprendente organismi costituiti da una sola cellula che si presenta rivestita da scaglie organiche e/o coccoliti (un tipo di placche) e provviste di aptonema (flagello)

-Prospezione sismica a riflessione: principale tecnica di prospezione geofisica che consente, mediante l'invio di onde di pressione sul fondo, di ricostruire l'assetto strutturale a media e grande scala della regione indagata, individuando in tal modo le aree più promettenti per il reperimento di gas ed olio.

-Specie alloctone o aliene: specie provenienti da regioni geografiche diverse da quella di attuale ubicazione.

-Specie autoctone: specie originatesi nella regione geografica in cui attualmente sono presenti.

-Specie lessepsiane (o immigranti lessepsiani): dal nome dell'Ing. Lesseps, progettista del canale di Suez; specie che sono migrate dal Mar Rosso nel Mediterraneo attraverso il suddetto canale.

-Specie termofile: specie tolleranti alte temperature

-Subsidenza: abbassamento del terreno che si può verificare per cause naturali oppure in seguito ad attività antropiche (principalmente estrazione di fluidi dal sottosuolo).

-Tessitura: insieme delle caratteristiche dei granuli che costituiscono una roccia sedimentaria o un sedimento incoerente, con riferimento alla grandezza, alla forma, alla natura mineralogica e alla disposizione dei granuli stessi.

-TRIX: indice numerico, definito da un insieme di variabili (clorofilla, % di ossigeno, azoto e fosforo) e differenziato in classi, che definiscono diverse condizioni trofiche, dall'oligotrofia all'eutrofia.