

Agenzia Europea per l'Ambiente

La biodiversità in Europa - Regioni biogeografiche e mari

Mari attorno l'Europa

Il Mar Baltico

- il mare salmastro più esteso del mondo

Autori:

Mats Walday

Tone Kroglund

Norwegian Institute for Water Research (NIVA)

Produzione cartografica:

UNEP/GRID Warsaw (produzione finale)

EEA Project Manager: Anita Künitzer (edizione finale)

Edizione italiana a cura di Arpa Lombardia:

Daniele La Rosa, Angela Sulis (traduzione testi)

Roberto Capra (Grafocart-elaborazione immagini)

Pier Luigi Paolillo (coordinamento)



CONTENUTI

Sintesi

1. Quali sono le caratteristiche del Mar Baltico?

1.1 Le caratteristiche generali

1.2 I principali fattori d'influenza sulla biodiversità

1.3 I principali strumenti politici in atto per la protezione della biodiversità

1.4 Lo stato della biodiversità

1.4.1 Plancton and benthos

1.4.2 I vertebrati

1.5 La pesca e altre risorse biologiche marine

2. Cosa sta accadendo alla biodiversità del Mar Baltico?

2.1 L'eutrofizzazione

2.2 La pesca

2.3 I contaminanti

2.4 Il petrolio

2.5 Le costruzioni idrauliche

2.6 Le specie non autoctone

3. Quali politiche sono in atto nel Mar Baltico?

3.1 La protezione della natura

3.1.1 Le aree protette

3.1.2 Le specie in Lista Rossa

3.2 La protezione delle risorse marine attraverso limitazioni a caccia e pesca

3.3 I progetti di ricerca e i programmi di monitoraggio

Bibliografia

Il Baltico è il maggiore sistema idrico salmastro al mondo, collegato al mare aperto solo attraverso stretti poco profondi tra Svezia e Danimarca. Va lentamente riducendosi a causa degli innalzamenti geologici susseguitisi all'ultima glaciazione.

In molti ritengono il Baltico simile a un lago interno o a un estuario, la sua unicità consiste nel contenere aree sia d'acqua dolce che d'acqua salmastra, mentre sono presenti esclusivamente specie marine. La salinità cresce da est verso ovest e da nord verso sud. I marcati gradienti orizzontali e verticali di salinità danno luogo a differenti comunità sia per specie e che per numero, con la diversità maggiore nella parte sud occidentale. Molte specie marine si trovano ai limiti geografici delle loro abituali aree di localizzazione. Le maggiori minacce alla biodiversità del Baltico sono:

Eutrofizzazione: provoca un notevole incremento di alghe planctoniche, una maggiore frequenza di fioriture tossiche, la riduzione dei livelli di ossigeno nelle acque più profonde e la scomparsa delle macroalghe perenni.

Pesca: il livello di sfruttamento delle risorse ittiche è talmente intenso da essere divenuto insostenibile in particolare per merluzzo, aringa, salmone e anguilla, con conseguente deterioramento delle condizioni di riproduzione. La cattura involontaria di mammiferi marini, uccelli marini e specie ittiche non obiettivo della pesca risulta molto frequente. Il petrolio ha causato la morte di molti uccelli marini ed ha influenzato negativamente le comunità bentoniche.

Introduzione di specie non autoctone, con conseguenze nella struttura e nelle componenti degli ecosistemi. L'introduzione intenzionale, il fouling e le acque di zavorra delle navi sono tre importanti modalità di introduzione di organismi non autoctoni. Le connessioni fluviali con le acque salmastre dei mari Nero e Caspio tendono poi a far aumentare il rischio di introduzione nel Baltico di specie non autoctone.

1. Quali sono le caratteristiche del Mar Baltico?

1.1 Caratteristiche generali

Tabella 1: dati di sintesi relativi al Mar Baltico

Superficie km ²	Volume idrico km ³	Profondità media m	Temperatura superficiale °C
370 000	21 000	57 max. 459	Agosto: 16-17 Febbraio: 1-2

Tabella 2: salinità nelle differenti parti del Mar Baltico (la salinità nel Mare del Nord è compresa nell'intervallo 32-24-5 ‰)

Salinità ‰	Golfo di Bothnia settentrionale	Golfo di Bothnia meridionale	Baltico centrale	Kattegat
Superficie	1-3	3-6	6-8	18-30
Fondo	4	5-6	10-18	30-34

Il Baltico è un mare chiuso relativamente poco profondo situato nell'Europa Nord Occidentale, che bagna le coste di Danimarca, Estonia, Finlandia, Germania, Lettonia, Lituania, Polonia, Russia e Svezia. Il suo bacino imbrifero si estende per 1 650 000 km², più di 4 volte l'area coperta dal mare stesso, popolata da più di 80 milioni di residenti.

Attraverso i poco profondi stretti che separano Svezia e Danimarca lo scambio idrico con il Mare del Nord è limitato, con un conseguente gradiente di salinità marcato, che va dalle condizioni quasi oceaniche nella parte settentrionale del Kattegat alle condizioni di acqua dolce nel Golfo di Bothnia settentrionale (Tabella 2). La maggior parte degli apporti idrici proviene dai fiumi, con una elevata variabilità stagionale e di lungo periodo. L'acqua dolce genera correnti a bassa salinità in uscita verso lo Skagerrak e il Mare del Nord, mentre un flusso entrante profondo a maggiore salinità si muove dallo Skagerrak al Baltico. I venti persistenti da ovest possono far sì che questi flussi entranti si attivino nel breve periodo. Nonostante tali episodi si verifichino tendenzialmente con intervalli di diversi anni, gli effetti di natura ecologica possono essere rilevanti. La distribuzione di specie della flora e della fauna è influenzata dalle variazioni della salinità e dalla stratificazione dell'acqua.

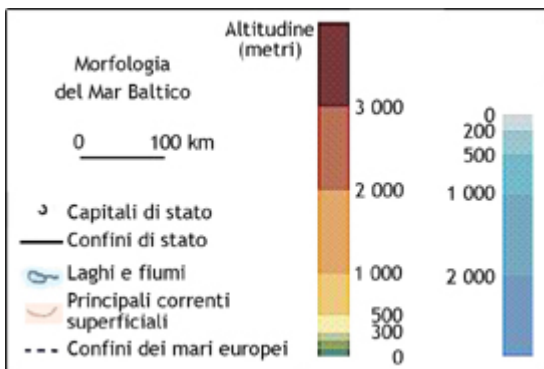
L'ampiezza delle maree è bassa (8-18 cm) ed occorrono circa 25-25 anni per la completa sostituzione dell'acqua nel Baltico con quella del Mare del Nord ed oltre (cfr. sito web Baltic Sea Environment).

Il Mar Baltico presenta una marcata stratificazione tra l'acqua superficiale a bassa salinità e quella più salata alle profondità di circa 40-70 m. Questa barriera di salinità previene lo scambio di ossigeno e nutrienti tra i due strati e fa sì che larga parte dei fondali siano privi di vita a causa dell'esaurimento di ossigeno. L'estensione dei letti marini che presentano condizioni deteriorate varia di anno in anno e può raggiungere i 100 000 km² (sito web Baltic Sea Environment).

La temperatura media annuale aumenta gradualmente da nord verso sud e verso ovest. Nel mese di gennaio la parte settentrionale del Golfo di Bothnia, la zona costiera fino al Mare di Åland e alle parti interne del Golfo di Finlandia e del Golfo di Riga normalmente ghiacciano. Al di sotto della profondità di 50 m la temperatura media annuale dell'acqua si mantiene sui 3-4 gradi centigradi.

Il Baltico è un mare giovane, formatosi dopo l'ultima glaciazione con il ritiro dei ghiacci circa 10 000 anni fa. Il sollevamento geologico è continuato da dopo la glaciazione, specialmente nella parte settentrionale, dove il sollevamento delle coste è visibile anche nell'arco di tempo di una generazione.

Mappa 1: Morfologia del Mar Baltico (distribuzione della profondità e correnti principali)



Fonte: EEA, UNEP/GRID Warsaw produzione cartografica finale

1.2 I principali fattori d'influenza della biodiversità

I fattori d'influenza di seguito riportati sono quelli che si ritiene abbiano un maggiore effetto sulla diversità biologica nell'area del Baltico.

- L'eutrofizzazione, generata dalla fertilizzazione e dai liquami, causati rispettivamente dall'agricoltura estensiva e da una densità di popolazione elevata (specie nelle aree meridionali).
- La pesca: sfruttamento eccessivo delle risorse, pesca a strascico e allevamenti ittici generano pressioni sui sistemi ecologici.
- Inquinamento (escluso quello da eutrofizzazione): proviene fundamentalmente da pesticidi, rifiuti, liquami, combustione e petrolio. La Convenzione di Helsinki ha identificato 132 'punti caldi' d'inquinamento nel bacino.
- Introduzione di specie non autoctone.
- Costruzioni (arginature, dragaggio e scarico del materiale dragato).

1.3 I principali strumenti politici per la protezione della biodiversità

- La Convenzione di Helsinki del 1974, il primo accordo internazionale per il controllo dell'inquinamento proveniente da terra, acqua e aria, si prefigge la protezione dell'ambiente marino. Nel 1992, quando divenne chiaro che la Convenzione originale non riusciva a fermare il progressivo deterioramento dell'ecosistema, è stato incluso nella revisione della Convenzione un nuovo articolo, dal titolo 'Conservazione della natura e della biodiversità'.
- L'International Baltic Sea Fishery Commission (IBSFC) fu istituita in conformità all'Articolo V della Convenzione sulla pesca e sulla conservazione delle risorse biologiche del Mar Baltico e delle zone circostanti (Convenzione Gdansk).
- L'accordo sulla conservazione dei piccoli cetacei del Mare del Nord e del Mar Baltico (ASCOBANS) del 1991 concluse, sotto gli auspici della convenzione di Bonn sulla conservazione delle specie migratorie (UNEP/CMS), di coordinare e realizzare misure di conservazione per i delfini, le focene ed altri odontoceti del Baltico e del Mare del Nord; ad oggi sono Parti dell'Accordo 8 nazioni europee: Belgio, Danimarca, Finlandia, Germania, Paesi Bassi, Polonia, Svezia e Regno Unito.
- La Convenzione di Ramsar sulle aree umide di importanza internazionale, firmata da tutte le nazioni che sono bagnate dal Mar Baltico, è un trattato intergovernativo che fornisce un quadro di azioni nazionali e di cooperazione internazionale per la conservazione e l'uso sostenibile delle aree umide e delle loro risorse.
- Le Direttive UE Uccelli e Habitat danno indicazioni su diversi habitat costieri e marini e si riferiscono a Danimarca, Finlandia, Germania, Svezia e, in seguito all'allargamento dell'UE, saranno un riferimento anche per altre nazioni.
- La Convenzione di Berna sulla Conservazione della natura e degli habitat europei, è di speciale importanza per le nazioni che non appartengono all'UE. I principali obiettivi della convenzione sono la protezione della flora e fauna selvatica e dei loro habitat naturali e l'attenzione alle specie danneggiate.
- Natura 2000 è il network di siti dell'UE designati dagli Stati Membri sotto la Direttiva Uccelli firmata nel 1979 (Aree di Protezione Speciali) e sotto la Direttiva Habitat firmata nel 1992 (Aree di Conservazione Speciali). I siti protetti sono in Danimarca, Finlandia, Germania e Svezia.

1.4 Lo stato della biodiversità

A causa dell'età geologica giovane, le specie di flora e fauna di acqua salmastra si sono sviluppate in numero molto limitato, il Baltico è quindi caratterizzato da poche specie, ma con molti individui per ciascuna di esse. Altra caratteristica biologica è la convivenza delle specie di acqua dolce con quelle di acqua salata, come la pianta d'acqua dolce *Phragmites spp.* e il fuco marino *Fucus spp.*

Il gradiente di salinità dal Kattegat verso la parte settentrionale e orientale si riflette nel numero delle specie e degli organismi bentonici (Tabella 3).

Regione	No di specie di fauna bentonica	No di specie di flora bentonica
Kattegat	840	356
Mar Baltico centrale	145	83
Golfo di Bothnia centrale	50	-
Golfo di Bothnia, settentrionale	5	32 (1 marina)

Il gradiente di salinità è inoltre causa delle differenze fenotipiche tra alcune specie che vivono insieme nelle aree del Kattegat/Skagerrak e nel Baltico (ad esempio il mitile comune *Mytilus edulis* e diverse specie di alghe).

La varietà e la struttura delle varie comunità biologiche trovate nel Baltico è generata principalmente dalle differenze di salinità, dalla deossigenazione delle acque profonde e dalle variazioni climatiche durante l'anno.

Il grande arcipelago attorno alle coste baltiche svedesi e finlandesi possiede flora e fauna ricche, in particolare anatre e trampolieri, che lì si riproducono.

1.4.1 Plancton e benthos

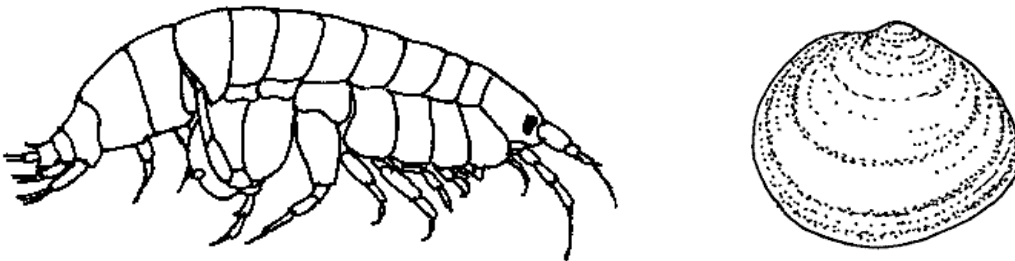
• Plancton

La fioritura primaverile di fitoplancton è costituita da una successione di differenti assemblaggi di fitoplancton, dove si sviluppano in comune specie di diatomee e di dinoflagellate. I cianobatteri (alghe blu-rosse) formano fioriture, spesso tossiche, più avanti nell'anno, quando la superficie dell'acqua supera la temperatura dei 15°C. La composizione delle specie e la produzione annuale di zooplancton varia notevolmente col tempo (Autio *et al.* 1990).

• Zoobenthos

Tra la fauna invertebrata dominano tre gruppi: molluschi, policheti (vermi marini) e crostacei. Nella parte centrale del Baltico, sono particolarmente comuni quattro specie, che costituiscono spesso il 100% della biomassa della fauna bentonica: il mitile comune (*Mytilus edulis*) e la bivalve *Macoma balthica*, i relitti dell'era glaciale *Pontoporeia affinis* (anfipode) e il *Saduria entomon* (isopode). La *Macoma balthica* e la *Pontoporeia* costituiscono la principale biomassa del Golfo di Bothnia (HELCOM, 1996). La maggioranza delle specie di fauna bentonica si trova nelle aree a fondale poco profondo, mentre più in profondità se ne trovano poche, meno di 10 specie nel Baltico centrale e non più di 1-2 nella parte settentrionale del Golfo di Bothnia.

Illustrazione: membri comuni della fauna del Baltico, l'anfipode *Pontoporeia affinis* e il bivalve *Macoma balthica*



Fonte: Petter Wang

Nelle parti più profonde del Bacino di Bornholm, del Bacino Centrale, della Baia di Kiel e del Golfo di Finlandia si verificano lunghi periodi caratterizzati da basse concentrazioni di ossigeno, non favorevoli alla vita, che producono comunità impoverite poco diversificate, dove dominano i policheti.

• Fitobenthos

Il numero delle microalghe marine nel Baltico diminuisce da un numero superiore alle 356 specie nel Kattegat a meno di 100 specie nelle acque a bassa salinità (5-6 ‰) del Golfo di Bothnia. La gran parte della vegetazione bentonica del Baltico è di origine marina ma solo un piccolo numero di specie di acqua dolce sono migrate verso il mare, specialmente nel Golfo di Bothnia. Nella parti settentrionali di quest'area sono state registrate 32 specie, solo una delle quali originaria di acque dolci (Nielsen *et al.* 1995).

Nelle zone litoranee sono spesso dominanti le alghe filamentose, con fuchi perenni che crescono da una profondità di circa 1 m. Fino ad un massimo di 15 m di profondità si ritrova vegetazione bentonica tipica delle profondità elevate. Diverse specie che risultano solo nelle zone litoranee del Mare del Nord crescono invece immerse nel Baltico. Ad esempio il fuco *Fucus vesiculosus* è stato trovato fino almeno a 7-8 metri al di sotto della superficie marina nella parte svedese del Baltico Centrale (Bäck *et al.* 1996).

1.4.2 I vertebrati

● Pesci

Esistono circa 100 specie di pesci nel Baltico, e vi si sono introdotte in tempi e modi diversi, distribuendosi in conformità con i loro habitat originali e con la tolleranza alla salinità (sito web IBSFC). Il numero di specie marine e d'acqua dolce varia da nord a sud, così come dalla costa al mare aperto. Molte specie hanno posto le loro aree di deposizione delle uova e di svezzamento sulle coste dove sono diffusi arcipelaghi, foci fluviali e baie. Lo sfruttamento ittico è rivolto sia a specie marine come il merluzzo (*Gadus morhua*), lo spratto (*Sprattus sprattus*) e l'aringa (*Clupea harengus*), sia specie di acqua dolce come il luccio (*Esox lucius*) e il pesce persico (*Perca fluviatilis*), sia altre specie che vivono sia in mare che in acqua dolce come il Salmone Atlantico (*Salmo salar*), la trota (*Salmo trutta*) e l'anguilla europea (*Anguilla anguilla*). Molti dei pesci del Baltico si sono adattati all'ambiente in vari modi, differenziandosi dagli esemplari delle stesse specie del Mare del Nord o di acqua dolce.

● Uccelli marini

Svernano nell'area del Baltico circa 9 milioni di uccelli appartenenti a 30 specie (HELCOM, 1996b). Le aree più importanti sono le lagune poco profonde, gli estuari e gli stretti sabbiosi tra Danimarca, Germania e Polonia, il Golfo di Riga e la zona nord occidentale del Kattegat. Tra le specie caratteristiche del Baltico si trovano: smergo minore (*Mergus serrator*), moretta (*Aythya fuligula*), edredone (*Somateria mollissima*), piro piro piccolo (*Actitis hypoleucos*), gabbiano reale (*Larus argentatus*), sterna comune (*Sterna hirundo*), sterna artica (*Sterna paradisaea*), cormorano (*Phalacrocorax carbo sinensis*) e altri trampolieri come la pettegola (*Tringa totanus*). Le piccole isole e gli scogli ospitano un numero stimato di circa 600 000 coppie di edredoni; le parti meridionali del Baltico sono importanti invece per lo svernamento di specie come la Moretta Codona (*Clangula hyemalis*). La gazza marina (*Alca torda*), l'uria nera (*Cepphus grylle*) e l'uria (*Uria aalge*) sono uccelli marini nidificanti su piccole isole o sulle rocce scoscese. Tra gli uccelli oggetto di predazione, l'aquila di mare (*Haliaeetus albicilla*) si sta lentamente riprendendo dopo i gravi danni da inquinamento subiti tra gli anni '60 e '70.

● Mammiferi

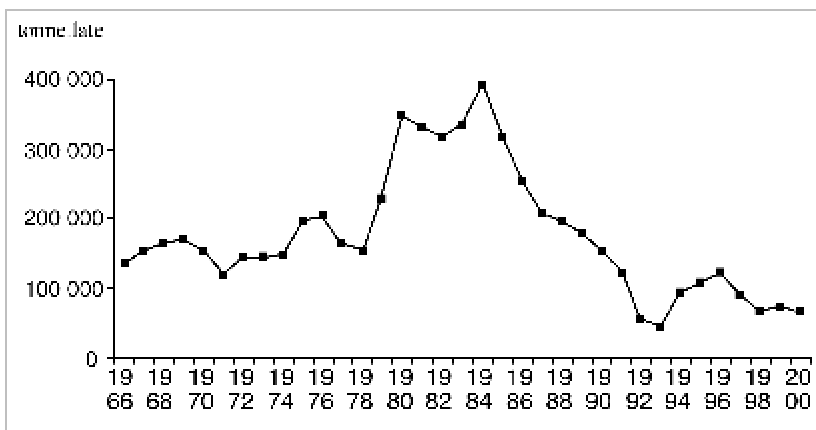
Le tre specie di foche esistenti nel Baltico, la foca grigia (*Halichoerus grypus*), la foca comune (*Phoca vitulina*) e la foca dagli anelli (*Phoca hispida botnica*) vivono principalmente negli arcipelaghi. Il massimo numero di foche grigie nel Baltico ammonta oggi a 6 000 esemplari, un numero esiguo rispetto all'abbondanza che si registrava prima dell'ultima guerra mondiale, ma comunque lentamente crescente (HELCOM, 1999). La foca comune conta solo qualche centinaio di esemplari nel Baltico meridionale, con una situazione allarmante. La foca dagli anelli conta invece 3 000 esemplari nel Golfo di Bothnia, ma solo qualche centinaio nei Golfi di Finlandia e di Riga, dove le popolazioni sono particolarmente vulnerabili (HELCOM, 1996). La foca comune (*Phocoena phocoena*) del Baltico è probabilmente geneticamente specifica di quest'area, suo unico luogo di riproduzione; esiste una possibilità di totale estinzione della specie nel Baltico centrale. Le popolazioni di lontra (*Lutra lutra*), in passato comune negli arcipelaghi, negli ultimi decenni hanno subito un calo drammatico, probabilmente a causa dell'avvelenamento dai bifenili policlorati (PCB), stanno comunque iniziando ad avere successo progetti per la ripresa delle popolazioni baltiche di lontra nelle nazioni adiacenti.

1.5 La pesca e le altre risorse biologiche marine

La pesca nel Baltico riguarda principalmente le specie marine, ma anche alcune di acqua dolce ed altre che vivono tra mare e fiumi. Quelle marine sono catturate in mare aperto, mentre le specie che tollerano grandi variazioni di salinità (eurialine) vengono catturate nelle aree più vicine alla costa. Merluzzo, aringa, spratto e salmone sono le specie maggiormente pescate (Tabella 4) e le uniche i cui prelievi sono regolati all'interno dell'IBSFC. Altre specie sono: trota (*Salmo trutta*), lucioperca (*Stizostedion lucioperca*), *Coregonus lavaretus*, anguilla (*Anguilla anguilla*), abramide (*Abramis brama*), pesce persico (*Perca fluviatilis*) e luccio (*Esox lucius*) (IBSFC sector report, 1998).

Esistono nel Baltico due popolazioni di merluzzo, in assoluto la più importante specie commerciale: una meno numerosa, occidentale, e una più numerosa, orientale. Gli alti livelli di sfruttamento a partire dai primi anni '80 hanno portato al calo cospicuo dell'abbondanza dei merluzzi tanto che oggi la popolazione orientale è al di sotto dei limiti biologici di capacità portante. Il totale degli sbarchi nel 2000 è stato stimato in 66 000 tonnellate, il più basso rispetto agli anni precedenti - a parte il 1992 e il 1993 quando si posero particolari limitazioni alla pesca - in accordo con la stima di calo generale delle catture osservato a partire dal 1996.

Figura 1: andamento dello stock orientale di merluzzo del Baltico - totale degli sbarchi in tonnellate (catture internazionali)



Fonte: ICES 2001

La pesca di spratto e aringa si è invece mantenuta all'interno dei limiti biologici della capacità portante delle specie per diversi anni.

Ad oggi, le popolazioni di salmone selvatico sono presenti solo in 13 dei 60 fiumi che sfociano nel Golfo di Bothnia. Tutte le popolazioni sono considerate al di sotto dei limiti biologici della capacità portante: il numero di salmoni giovani (pronti per raggiungere il mare) è ad esempio stimato pari al 20% di quello potenziale. Si sono attivati infatti allevamenti su larga scala di salmone giovanile e molte delle risorse di questa specie sono attualmente generate dalla riproduzione artificiale. La pesca si è stabilizzata su corretti livelli per gli stock d'allevamento, mentre simultaneamente quelli naturali sono stati sovrasfruttati.

Tabella 4: le più importanti specie ittiche commerciali del Baltico

Specie		Stato dello stock	Livello di sfruttamento
Merluzzo - stock occidentale	<i>Gadus morhua</i>	dlbsl	alto
Merluzzo - stock orientale	<i>Gadus morhua</i>	flbs	alto

Aringa occidentale	- <i>Clupea harengus</i>	?	incerto
Aringa - orientale	<i>Clupea harengus</i>	dlbsl	moderato
Spratto	<i>Sprattus sprattus</i>	dlbsl	moderato
Salmone (bacino principale e Golfo di Bothnia)	<i>Salmo salar</i>	flbs (stock selvatico)	alto
Salmone (Golfo di Finlandia)	<i>Salmo salar</i>	flbs (stock selvatico)	alto
Passera pianuzza	<i>Platichthys flesus</i>	?/dlbs	moderato
Platessa	<i>Pleuronectes platessa</i>	?	?
Limanda	<i>Limanda limanda</i>	?	?
Rombo chiodato	<i>Psetta maxima</i>	?	?
Rombo liscio	<i>Scophthalmus rhombus</i>	?	?
Anguilla	<i>Anguilla anguilla</i>	in declino	probabilmente alto

Stato dello stock: dlbs = dentro i limiti biologici di sicurezza; flbs = fuori dai limiti biologici di sicurezza; ? = incerto

Fonte: ICES 1999/IBSFC sector report 1998

A causa della presenza di condizioni naturali sfavorevoli nel Baltico l'attività di allevamento ittico è limitata e la produzione maggiore proviene da piccoli allevamenti, spesso combinati con la pesca o con ulteriori processi industriali come l'affumicamento. La trota arcobaleno è di gran lunga la più comune tra le specie allevate.

2. Cosa sta accadendo alla biodiversità del Mar Baltico?

L'apporto di inquinanti risulta particolarmente preoccupante per un mare semi-chiuso come il Baltico, dove il tempo di residenza dell'acqua è compreso tra 25 e 30 anni.

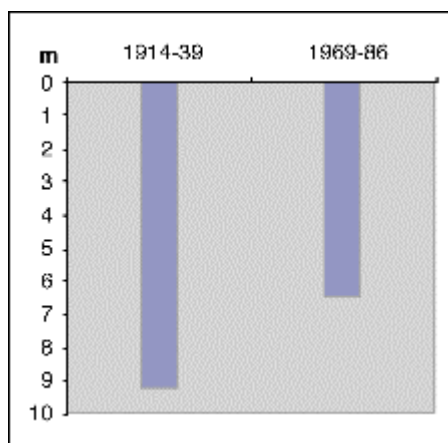
Approssimativamente il 90 % dei biotopi costieri e marini del Baltico sono in qualche modo minacciati, sia dalla perdita di superficie vitale che dalla riduzione di qualità di tale superficie (HELCOM 2001, von Nordheim e Boedeker, 1998).

2.1 L'eutrofizzazione

L'eutrofizzazione è uno dei problemi ambientali più gravi. Durante la metà degli anni 90 si è osservato l'abbassamento delle concentrazioni di nitrati e fosfati, i nutrienti che insieme con la luce solare causano l'eutrofizzazione, ma nel 1999 alcune campagne di misura non hanno mostrato una continuità di questo calo, evidenziando invece in alcune aree un aumento dei nitrati nelle acque medio-profonde (HELCOM, 1999). Di seguito si riportano gli effetti più evidenti dell'eutrofizzazione per il Mar Baltico.

- **Aumento della quantità di alghe planctoniche (figura 2), legato alla torbidità dell'acqua, in particolare lungo le coste**

Figura 2: trasparenza media dell'acqua (misurata in metri-secchi) nel Baltico Centrale settentrionale nei periodi 1914-39 e 1969-86 (la trasparenza indica la quantità di plancton o di particelle nell'acqua)

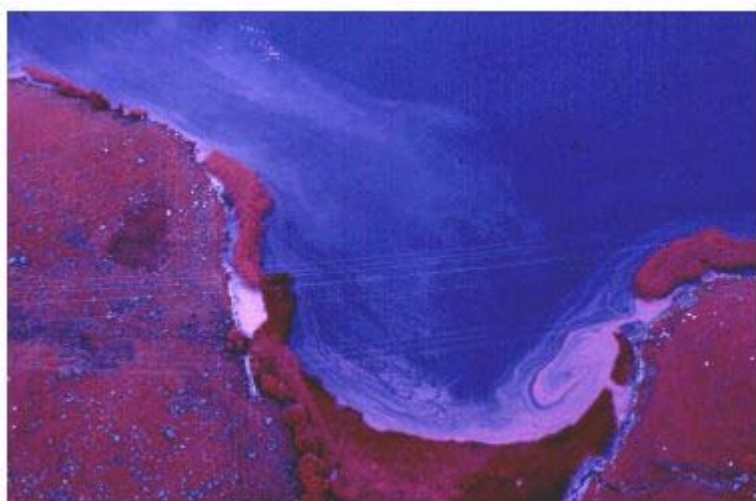


Fonte: Dahlberg e Jansson, 1997

- **Aumento della frequenza delle fioriture tossiche di alghe**

E' stato dimostrato che circa 30 specie di fitoplancton presenti nel Baltico sono dannose. Diverse volte durante il periodo 1988-99 sono stati registrati effetti tossici dovuti ai cianobatteri (alghe blu-verdi), principalmente nell'area del Baltico Centrale (ICES, 1999); l'accumulo di queste alghe durante l'estate del 1997 fu il maggiore mai registrato. Durante il 1999 sia le specie tossiche che quelle non tossiche ebbero una fioritura, con conseguenti disturbi all'attività turistica e morti sospette di specie marine. Anche nell'area del Kattegat si manifestarono fioriture di specie potenzialmente tossiche. Esistono inoltre indizi di un possibile aumento della frequenza e dell'estensione spaziale di questi fenomeni.

Foto: Foto aerea all'infrarosso del forte sviluppo di cianobatteri lungo la linea costiera in acque eutrofizzate. I cianobatteri formano regolarmente grosse fioriture all'inizio dell'estate.



Fonte: Olav Skulberg

- **Riduzione dei livelli di ossigeno nelle acque profonde durante il 20° secolo**

La riduzione di plancton nelle acque profonde comporta l'aumento della domanda di ossigeno, che, consumato, diminuisce, favorendo così la produzione di gas tossici (idrogeno solforato). Nel 1999 l'estensione della superficie del Baltico Centrale affetta da presenza di idrogeno

solforato e da carenza di ossigeno è stata la massima degli ultimi 15 anni: ciò ha portato i fondali -anche nel Golfo di Finlandia- a diventare praticamente aree prive di vita, sottraendo a molti pesci la fauna di queste profondità che ne costituiva un'importante fonte di nutrimento (Dahlberg e Jansson, 1997). Nel 1999 nella parte più settentrionale del Baltico Centrale non è stata registrata la presenza di alcun tipo di macrofauna al di sotto dei 100 metri (HELCOM, 1999). I limitati livelli di ossigeno insieme con una salinità decrescente hanno un impatto non trascurabile sulla riproduzione del merluzzo: l'immissione di acqua salata fresca e ben ossigenata dal Mare del Nord continua ad essere irregolare e debole e sotto queste condizioni la riproduzione del merluzzo risulta più difficoltosa, dal momento che le uova sprofondano nelle acque profonde povere d'ossigeno.

Foto: bassi livelli d'ossigeno causano impoverimenti nella fauna dei fondali: la foto mostra strati di batteri riduttori di solfati (*Beggiatoa* sp.)



Fonte: Heye Rumohr

- **Declino o scomparsa di grandi macroalghe perenni come il tallo (*Fucus vesiculosus*) a causa della competizione con specie a vita più breve ma più rapide nella crescita e a causa della ridotta penetrazione della luce solare nell'acqua.**

Caso studio – Il declino del tallo (alga bruna)

In molte aree del Baltico il tallo, *Fucus vesiculosus*, è scomparso abbastanza consistentemente negli anni 70, rimpiazzato da alghe filamentose (cfr. Dahlberg e Jansson 1997, Bäck *et al.* 1996). Studi indicano come il limite inferiore per la crescita del tallo, sia stato - a partire dagli anni 50 - circa di 2.5 m di altezza e come tale crescita sia stata meno intensa rispetto agli anni precedenti (Eriksson *et al.* 1998). La ragione fondamentale di questo fenomeno consiste probabilmente nella competizione con le alghe filamentose annuali, a rapido sviluppo, che si avvantaggiano dell'aumento del livello dei nutrienti e delle condizioni di luce più fiavole (effetti dell'eutrofizzazione). La riduzione della distribuzione di tallo coinvolgerà le specie ad esso associate, come gli invertebrati che vivono sui contorni delle alghe e i pesci che le usano come luogo di deposizione delle uova e di svezamento. Borg *et al.* (1997) sottolineano come i cambiamenti indotti dall'eutrofizzazione nella struttura degli habitat (come l'aumento della dominanza delle alghe filamentose) potrebbero alterare la disponibilità di prede, di rifugi e di luoghi per la ricerca di cibo per il merluzzo giovane. I cambiamenti delle comunità nel Baltico sono minori nelle aree offshore, dove gli effetti

nell'apporto di nutrienti negli anni recenti ha fatto sì che *Fucus* e *Zostera* siano ritornati per formare habitat nelle regioni profonde (HELCOM, 1999).

Foto: tallo (*Fucus vesiculosus*)



Fonte: NIVA

2.2 La pesca

Sebbene l'International Baltic Sea Fishery Commission regoli l'intensità della pesca offshore, il sovrasfruttamento è pratica comune, e porta gli stock al di là dei limiti biologici di capacità portante. La pesca delle principali specie obiettivo come merluzzo, salmone e anguilla è oggi insostenibile per il deterioramento delle condizioni riproduttive. Troppo elevate sono inoltre le catture involontarie di mammiferi, uccelli marini e specie ittiche non obiettivo, che così minacciano l'equilibrio delle funzioni ecologiche e la biodiversità dell'area del Baltico (HELCOM, 2001). La pesca a strascico influenza inoltre negativamente gli ecosistemi bentonici alterando la struttura dei sedimenti e distruggendo direttamente gli organismi; nonostante questi danni al substrato e agli habitat bentonici siano pesanti, essi sono principalmente locali.

Il declino delle focene comuni nel Baltico verso livelli di abbondanza molto bassi richiede oggi azioni urgenti, tese in particolare alla riduzione delle morti per intrappolamento nelle reti, considerando l'istituzione di aree protette.

Molte malattie dei pesci - tra cui la più grave è data dalla foruncolosi - sono originate dagli allevamenti. Esiste una possibilità, non ancora sostanziata da evidenza, circa la diffusione di malattie verso pesci (quali salmone e trota marina) migrati verso zone di allevamento. Anche alcuni effetti eutrofizzanti delle acque si possono ricondurre agli allevamenti.

Lo stato degli stock ittici nel Baltico

Nel Baltico il merluzzo è sotto pressione: la dimensione degli stock di uova nel Baltico centrale è diminuita da più di 800 000 tonnellate nel 1980 a meno di 100 000 nel 1992 (un minimo storico) e lo stato dello stock è oggi al di sotto dei limiti biologici della capacità portante della specie (sito web FAO). La quantità di merluzzi catturate annualmente è diminuita da 400 000

(sito web ICES). La quantità totale ammessa in passato è stata maggiore rispetto a quella raccomandata dall'ICES. In conformità con la Long Term Management Strategy per il merluzzo del Baltico adottata nel 1999, le parti contraenti della International Baltic Sea Fishery Commission si accordarono nel settembre del 2001 per fissare un piano di recupero per il merluzzo, con gli obiettivi di: riduzione della mortalità degli stock orientali, estensione del bando estivo alla pesca del merluzzo, variazioni alle regole di pesca concernenti le catture involontarie di merluzzo, rafforzamento dei controlli e delle relative misure di applicazione.

Gli stock pelagici del Baltico (aringa e spratto) sono generalmente sfruttati ad livello medio-basso: essi si mantengono al di sopra di un livello medio a lungo termine, senza immediati rischi di esaurimento. Le catture annuali negli anni 90 sono state pari a 300 000 tonnellate per l'aringa e 630 000 per lo spratto (sito Web FAO e ICES).

2.3 I contaminanti

Nonostante nell'area del Baltico le concentrazioni di molte sostanze rischiose siano diminuite durante gli ultimi 30 anni, alcune di esse costituiscono ancora un problema.

- Le concentrazioni di cadmio negli organismi del bacino centrale del Baltico e nel Golfo di Bothnia meridionale sono aumentate a scapito della riduzione di concentrazione nelle acque.
- Le concentrazioni di diossina e PCB nei biota non sono diminuite durante gli anni 90, a testimonianza di un apporto continuo o della risospensione.
- I composti organostannici usati come agenti antifouling sulle navi sono stati ritrovati nei sedimenti e negli organismi nel Kattegat, nell'area del Belt Sea, dove sono stati registrati danni agli organi riproduttivi di alcune specie (pseudo-ermafroditismo).
- La salute e la riproduzione degli uccelli e mammiferi sono state danneggiate, e ciò probabilmente dimostra come gli attuali livelli di composto organo-clorati come i PCB e diossina siano ancora alti (HELCOM, 20001).

Caso studio - I possibili effetti dei contaminanti sugli organismi

Un elevato numero di femmine di foca grigia (*Halichoerus grypus*) è sterile, probabilmente a causa dell'inquinamento da PCB; anche la foca dagli anelli (*Phoca hispida*) mostra sintomi simili. Fino ad anni recenti esisteva una popolazione di foca comune nel Baltico meridionale con buone caratteristiche ecologiche, ma il numero è oggi un decimo rispetto al 1950, probabilmente a causa degli inquinanti tossici. Il numero di esemplari di lontra (*Lutra lutra*), abitante gli arcipelaghi, si è drasticamente ridotto negli ultimi decenni, anche in questo caso probabilmente a causa dell'inquinamento da PCB.

Foto: la foca grigia (*Halichoerus grypus*), la cui popolazione è ridotta rispetto alla prima metà del 20° secolo



2.4 Il petrolio

L'HELCOM stima che più di 500 milioni di tonnellate di cargo viaggino ogni anno sul Baltico: con la crescita del trasporto marittimo nella regione del Baltico è aumentata la probabilità che si verifichino incidenti che in mare possono produrre inquinamento. Nel marzo del 2001 la collisione tra una nave cargo e una petroliera riversò in acqua circa 2 700 tonnellate di petrolio, il più grave evento nel Baltico negli ultimi 20 anni. In 3 giorni 2 000 uccelli marini dei 10 000 presenti nell'area furono uccisi (HELCOM): ricoperto dal petrolio, il piumaggio riduce le proprie capacità impermeabili, inoltre pulendosi le penne attraverso il becco gli animali ingeriscono direttamente il petrolio, con gravi danni al metabolismo (disidratazione e avvelenamento). Elmgren *et al.* (1983) e Korolev *et al.* (1993) avevano già identificato impatti significativi del petrolio anche sulla comunità bentonica.

Gli sversamenti accidentali non sono comunque la prima fonte di inquinamento da petrolio nel Baltico, infatti in media ne proviene una maggiore quantità dagli scarichi illegali dalle navi. Come reazione, l'HELCOM aumenterà ancora la sorveglianza aerea della zona. In totale questo tipo di operazioni fanno contare nel Baltico circa il 10 % di tutto il petrolio riversato, mentre circa l'80 % tra petrolio e residui proviene dagli impianti lungo le coste, dai fiumi e dai depositi atmosferici.

2.5 Le costruzioni idrauliche

Molti dei fiumi che sfociano nel Baltico sono stati regimati per produrre energia elettrica, impedendo quindi la migrazione dei salmoni verso i luoghi di deposizione. Mentre negli anni '40 tutti gli esemplari nel Baltico erano di origine naturale, oggi l'85 % proviene da allevamento. Le attività di costruzione di sbarramenti, i dragaggi e lo scarico del materiale dragato hanno influenze locali principalmente sugli organismi bentonici; le opere idrauliche possono inoltre alterare localmente l'idrodinamica e quindi l'accesso al cibo e all'ossigeno per le specie bentoniche; i dragaggi e lo scarico di materiale possono distruggere direttamente gli habitat e aumentare temporaneamente la quantità di sedimenti.

2.6 Le specie non autoctone

Durante lo scorso decennio l'introduzione di nuove specie si è rivelato essere un problema crescente. Specie aliene possono infatti modificare le catene alimentari e gli ecosistemi e colpire duramente la pesca e le prese d'acqua di tipo industriale, causando perdite economiche. L'HELCOM sta attualmente sviluppando un database di queste specie e un'associazione non governativa di biologi marini del Baltico ha stilato una lista (NEMO - Non Indigenous Estuarine and Marine Organisms), nella quale sono indicate le quasi 100 specie aliene introdotte (plancton, invertebrati, pesci, uccelli e mammiferi) a partire dalla metà del 1800 nel Baltico. Solo negli anni 90 si sono avute 10 nuove specie introdotte.

Tabella 5: le specie introdotte nel Baltico

Taxonomia	No di specie introdotte
Pesci	29
Crostacei	21
Molluschi	13
Policheti/oligocheti	7
Fitoplancton	8

Macroalghe	7
Mammiferi	2
Altri	13

Fonte: sito web NEMO

Caso studio – Esempi di specie introdotte nel Baltico

- Il primo ritrovamento nel Baltico della medusa *Maeotias inexpectata* avvenne nell'estate del 1999 sulla costa estone: nativa del bacino del Mar Nero, è una specie di acqua salmastra. Anche se precedentemente introdotta nell'estuario della Loira in Francia e nelle coste americane dell'Atlantico e del Pacifico, è stato questo il primo ritrovamento boreale di *Maeotias*, e in generale il primo di meduse nelle acque costiere della parte settentrionale del Baltico Centrale.
- Il bivalve *Dreissena polymorpha* è stato ritrovato per la prima volta nel Golfo di Finlandia nel 1995: questa specie, origine di diversi problemi nelle acque dolci in altre nazioni, non era ancora stata avvistata nelle acque finlandesi ed è diventata oggi la specie dominante sui fondali rocciosi in parte della Russia e nel Golfo di Finlandia (Valovirta and Porkka, 1996).

Foto: *Dreissena polymorpha*



Fonte: Lars Gejl, Biofoto

- Nel 1995 alcuni pescatori del Baltico orientale riportarono la prima presenza in massa del crostaceo *Cercopagis pengoi*. Questa specie non autoctona, originaria dei mari Caspio e Nero, fu osservata la prima volta nel 1992 nelle acque poco saline del Golfo di Finlandia e di Riga. La specie si riproduce velocemente e si pensa che prosperi con successo lungo la costa finlandese, dove sta formando popolazioni stabili.
- Il visone americano (*Mustela vison*) fu introdotto nel 1925 nel Baltico, con un impatto importante sugli uccelli che nidificano sulle coste o sulle isole.

Foto: Visone americano



Fonte: Elvig Hansen, Biofoto

- Il Ghiozzo Krugljak (*Neogobius melanostomus*), pesce di origine caspica, fu osservato per la prima volta nel Golfo di Gdansk nel 1990, forse introdotto con le acque di zavorra delle navi. Può diventare un competitore per cibo e spazi di rifugio con le altre specie costiere che si nutrono specialmente di crostacei e molluschi. Se diventasse abbondante e accessibile, potrebbe a sua volta costituire una nuova forma di cibo per altri pesci o uccelli, con la conseguente riduzione della pressione predatoria sulle altre specie tradizionali (anguilla, spratto, grandi crostacei).

3. Quali politiche sono in atto nel Mar Baltico?

In anni recenti l'HELCOM ha concordato un elevato numero di proposte e linee guida per affrontare i diversi impatti delle attività antropiche nel Baltico. Nonostante si siano avuti alcuni miglioramenti, una recente valutazione ambientale (von Nordheim e Boedecker, 1998) ha mostrato come i progressi siano complessivamente limitati, in parte a causa dell'implementazione - lenta o mai avvenuta - delle linee guida dell'HELCOM da parte delle nazioni contraenti.

3.1 La protezione della natura

3.1.1 Le aree protette

Tutte le nazioni della regione hanno compiuto significativi passi verso la protezione di importanti aree marine nel Baltico, attraverso norme nazionali e internazionali. Nel 1994 una lista prioritaria di aree marine protette è stata accettata dall'HELCOM come primo passo verso lo sviluppo delle Baltic Sea Protected Areas (BSPA), previste per coprire sia aree marine che costiere. Di più di 60 BSPA proposte, 9 sono state pienamente portate a termine al maggio del 2000 (cfr. mappa nel capitolo introduttivo).

Ogni nazione nell'area possiede siti di importanza per la migrazione di uccelli marini, in accordo con la convenzione di Ramsar, molti di questi sono costieri o marini.

Per le coste danese, estone, finlandese e svedese è in discussione la definizione di aree marine particolarmente importanti, così come definite dall'International Maritime Organization. L'individuazione di queste aree, conformemente ed unitamente all'applicazione delle Direttive UE Habitat e Uccelli, porterebbe ad importanti risultati per la protezione delle aree marine e costiere nei paesi dell'UE.

3.1.2 Le specie in Lista Rossa

Nel 1998 l'HELCOM ha compilato un report sullo stato dei biotopi e dei complessi dell'area HELCOM (von Nordheim e Boedeker, 1998), includendo un sistema di classificazione delle coste baltiche e dei biotopi marini. Di 66 comunità pelagiche e bentoniche descritte nel report, 2 sono stati classificati come pesantemente danneggiate, 58 danneggiate, 4 potenzialmente danneggiabili, 2 senza dati disponibili.

L'IUCN -The World Conservation Union elenca le specie globalmente danneggiate di piante e animali (<http://www.redlist.org/>). Inoltre, il database Fishbase (<http://www.fishbase.org/>) raccoglie una lista facilmente accessibile di pesci minacciati. Altre informazioni circa le specie in Lista Rossa nel Baltico provengono da Ingelög et al. (1993), Nordic Council of Ministers (1995) e Gärdenfors (2000).

I seguenti animali sono esempi di specie classificate come compromesse o vulnerabili nel Baltico: lo storione (*Acipenser sturio*) è stato trovato solo sporadicamente durante l'ultimo secolo ed è classificato come estinto nella Lista Rossa svedese (Gärdenfors, 2000), mentre è considerato criticamente compromesso dall'IUCN. La foca grigia (*Halichoerus grypus*), la foca dagli anelli (*Phoca hispida saimensis*) e il visone europeo (*Mustela mustela*) sono classificate come specie compromesse. La foca dagli anelli, la focena comune (*Phocoena phocoena*) e la lontra (*Lutra lutra*) sono invece tutte classificate come vulnerabili dalle Liste Rosse sia svedesi che dell'IUCN.

3.2 La protezione delle risorse marine attraverso limitazioni di caccia e pesca

Dalla creazione dell'International Baltic Sea Fishery Commission (IBSFC) nel 1973, i governi degli stati costieri hanno cooperato con l'obiettivo di preservare tutte le specie di pesci e delle altre risorse marine viventi del Baltico e degli stretti, ad eccezione delle acque interne. Ciò ha portato all'adozione del Numero Totale di Catture Permesse (TAC), di regolamenti tecnici per la pesca e -più recentemente- ad un piano d'azione pluriennale per il salmone e alla richiesta all'ICES affinché azioni di questo tipo siano intraprese anche per il merluzzo, l'aringa e lo spratto. Le decisioni gestionali sono basate su autorevoli pareri scientifici, generalmente ottenuti dai responsabili dell'ICES per la promozione e il coordinamento delle ricerche marine.

La Commissione Europea ha adottato un Libro Verde sulle Politiche Comuni per la Pesca (CFP), al fine di lanciare un dibattito di ampio respiro circa la sua futura forma. Molti tra i più importanti stock ittici sono sull'orlo del collasso e quindi diventano necessarie azioni per assicurare la sostenibilità del settore ittico (sito web della Commissione Europea).

Danimarca e Germania hanno protetto i propri ecosistemi bentonici nei confronti della pesca a strascico attraverso la proibizione in zone estese.

Le specie marine protette nel Baltico

• La protezione della natura

L'ASCOBANS (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic and North Seas) si prefigge di coordinare e implementare misure di conservazione per delfini, focene e altri odontoceti nel Baltico e nel Mare del Nord. All'interno del quadro dell'HELCOM le parti contraenti hanno aderito al bando alla caccia delle foche.

• La protezione delle risorse

Le specie più pescate - merluzzo, aringa, spratto e salmone - sono regolate da quote dall'IBSFC. Nel 1999 è stata adottata dalle parti contraenti dell'IBSFC una strategia di lungo termine per il merluzzo del Baltico, che ha anche sviluppato un piano d'azione per la salvaguardia e l'incremento della attuale popolazione naturale del salmone. Le nazioni della regione del Baltico, all'interno delle singole normative nazionali, integreranno ulteriormente le politiche per la pesca e per l'ambiente per assicurare la sostenibilità degli stock ittici.

3.3 I progetti di ricerca e i programmi di monitoraggio

The Baltic Monitoring Programme (BMP). Gli scopi del monitoraggio cooperativo dell'ambiente marino del Baltico (COMBINE) sono quelli di identificare gli effetti degli scarichi e delle attività antropiche nel Baltico in un contesto di variazioni naturali del sistema, e di identificare e quantificare i cambiamenti nell'ambiente come risultato ottenuto dalle azioni di regolamentazione. Il programma include misure idrografiche e la valutazione degli effetti degli apporti antropici di nutrienti sul biota marino, dei livelli dei contaminanti in alcuni organismi selezionati e della struttura delle comunità.

Il Baltic Monitoring Programme, come parte di COMBINE, è implementato dalla Commissione di Helsinki, fornisce buone basi per determinare un'ottica comune sulle condizioni ambientali nel Baltico e le modalità per il suo miglioramento. Inoltre sono stati firmati accordi bilaterali per estendere il monitoraggio ambientale a parti del Baltico quali il Golfo di Bothnia tra la Finlandia e la Svezia e lo stretto tra Svezia e Danimarca. Esiste un'ulteriore cooperazione tra Danimarca, Svezia e Norvegia per il Kattegat e lo Skagerrak. Tutti questi programmi forniscono una qualche temporanea compensazione alla mancanza di programmi di monitoraggio nelle Aree Marine Protette.

Bibliografia

(Links/URLs; ultima visita: 2002)

Autio, R. *et al.* 1990. *Ecological Plankton Research of the Baltic Sea*. Final report 1987-1989. Tvärminne zoological station. Pelag Press, Helsinki. 172 pagine.

Bäck, S., Kautsky, H., Kruk-Dowgiallo, L. and D. Jurgilaite 1996. *Mapping and Monitoring Phyto-benthic Biodiversity in the Northern Baltic Sea*. TemaNord Environment. Nordic Council of Ministers.

Borg A., Pihl L. and H. Wennhage 1997. *Habitat choice by juvenile cod (Gadus morhua L.) on sandy soft bottoms with different vegetation types*. Helgol. Meeresunters> 51: 2, pp. 197-212.

Dahlberg and Jansson 1997. *The Environmental Status of the Baltic Sea in the 40s, Now and in the Future*. Stockholm Marine Research Centre. Technical Report No 24. ISSN 1104-8298.

Elmgren R., Hansson S., Larsson U., Sundelin B. and P.D. Boehm 1983. *The "Tsesis" oil-spill: Acute and long-term impact on the benthos*. Mar. Biol. 73, pp. 51-65.

Eriksson B., Johansson K. and P. Snoeijs 1998. *Long-term changes in the sublittoral zonation of brown algae in the southern Bothnian Sea*. Eur. J. Phycol. 33: 3. pp. 241-249.

Esping L.-E. and G. Grönqvist 1995. Region 6: Baltic. In: Kelleher G., Bleakeley C. and S. Wells (eds). *A global Representative System of Marine Protected Areas 1995. Vol 1. Antarctic, Arctic, Mediterranean, Northwest Atlantic, Northeast Atlantic and Baltic*. The International Union for Nature Conservation (IUCN), Great Barrier Reef Marine Park Authority, World Bank, Washington DC.

Gärdenfors, U. (ed.) 2000. *Rödlistade arter i Sverige - The 2000 Red List of Swedish Species*. ArtDatabanken, SLU Uppsala.

HELCOM 1996. *3rd Periodic Assessment of the State of the Marine Environment of the Baltic Sea*. (www.baltic.vtt.fi/bsw_index.htm).

HELCOM 1996a. *Coastal and Marine Protected Areas in the Baltic Sea Region*. Baltic Sea Environment Proceedings No 63.

HELCOM 1996b. *The Environmental State of the Baltic Sea*. From the 2nd ECO-BALTIC Conference, Environmental Management in the Baltic Sea Region, 9-11 October 1997, Gdansk, Poland.

HELCOM 1999. *The State of the Baltic Marine Environment in 1999*. Prepared by the Environment Committee of HELCOM, October 1999.

HELCOM 2001. *Conclusions of the 4th Periodic Assessment*. (<http://www.helcom.fi/>).

ICES 1999. *Report of the ICES Advisory Committee on the Marine Environment 1998*. ISSN 10117-6195. 375 pagine.

ICES 2001. *Report of the ICES Advisory Committee on Fisheries Management 2001*. ICES Cooperative Report No. 246. (www.ices.dk/committee/acfm/comwork/report/2001/may/cod-2532.pdf)

Ingelög T., Andersson R. and M. Tjernberg 1993. *Red Data Book of the Baltic Sea Region. Part 1. List of Threatened Vascular Plants and Vertebrates*. Swedish Environment Protection Commission.

Korolev A., Kuznetsova T. and V. Drozdetsky 1993. *Investigations of the *Furcellaria lumbricalis* distribution and abundance at the Eastern coast of the Baltic Sea*. ICES, C.M. 1993/L 39, 16 pagine.

Nielsen, E., Kristiansen, A., Mathiesen L. and H. Mathiesen (eds) 1995. *Distributional index of the benthic marine macroalgae of the Baltic Sea area*. Acta Bot. Fennica 155, pp. 1-51.

Nordic Council of Ministers 1995. *Threatened Animals and Plants of the Nordic Countries*. TemaNord, Copenhagen. 520 pagine.

Rönnerberg O. and L. Mathiesen 1998. *Long-term changes in the marine macroalgae of Lågskär, Åland Sea (N Baltic)*. Nord. J. Bot. 18, pp. 379-384.

Valovirta, I. and M. Porkka 1996. *The distribution and abundance of *Dreissena polymorpha* (*Pallas*) in the eastern Gulf of Finland*. Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica 72, pp. 63-78.

von Nordheim H. and D. Boedeker 1998. *Red List of Marine and Coastal Biotopes and Biotope Complexes of the Baltic Sea, Belt Sea and Kattegat*. Baltic Sea Environment Proceedings No 75.

Indirizzi Internet [URLs]

(Ultima visita: Gennaio 2003)

Baltic Sea Environment web site:

www.envir.ee/baltics

BASICS (Baltic Sea region statistical database):

www.balticuniv.uadm.uu.se/basics/

European Commission web site:

www.europa.eu.int/comm/fisheries

FAO web site:

www.fao.org/fi/

IBSFC, International Baltic Sea Fishery Commission homepage:

www.ibsfc.org/

ICES web site:

<http://www.ices.dk/>

NEMO web:

www.ku.lt/nemo/mainnemo.htm