

INDICE

Premessa alla terza edizione	XI	2.6.1	Adattamento all'esposizione all'aria	46
Introduzione	XIII	2.7	Adattamento alla salinità	47
Ringraziamenti	XV	2.8	Adattamento alla pressione	50
L'Editore e l'Autore ringraziano	XVI	2.9	Adattamento alla luce	51
CAPITOLO 1		2.10	Visione, bioluminescenza, sistemi di ricezione	52
L'AMBIENTE MARINO	3	2.11	Conducibilità elettrica	55
1.1 I fondali oceanici	5	2.12	Comunicare e produrre suoni in acqua	55
1.2 Proprietà e caratteristiche dell'acqua di mare	9	RIPASSO		58
1.2.1 Proprietà dell'acqua di mare determinate dai legami idrogeno	9	CAPITOLO 3		
1.2.2 Proprietà dell'acqua di mare determinate dalla salinità	10	LA BIODIVERSITÀ MARINA		59
1.3 Densità	11	3.1 Evoluzione della biodiversità marina		61
1.4 Il mare: una biosfera dinamica	12	3.2 Meccanismi di speciazione in mare ..		61
1.5 Misurare le variabili ambientali in mare	15	3.3 Biodiversità nei processi storici		66
1.6 Mare e terra a confronto	18	3.3.1 Le popolazioni animali marine nella storia dell'Uomo		67
MARE E TERRA A CONFRONTO	21	3.4 Quantificare la biodiversità degli organismi marini		70
RIPASSO	22	3.4.1 Definizioni di biodiversità		70
CAPITOLO 2		3.4.2 Definizione dei diversi livelli di biodiversità		70
ADATTAMENTI E SPECIALIZZAZIONE DEGLI ORGANISMI MARINI	23	3.4.3 Confronto tra biodiversità marina e terrestre		71
2.1 La taglia degli organismi marini	25	3.4.4 Misure di biodiversità		74
2.2 Il galleggiamento	25	3.5 Processi che controllano la distribuzione della biodiversità marina		76
2.3 Assetto, locomozione e dispersione ..	30	3.5.1 Punti caldi (<i>hotspot</i>) di biodiversità		76
2.4 Strutture di sostegno e protezione ..	32	3.5.2 Gradiente latitudinale di biodiversità		77
2.4.1 Organismi biocostruttori	34	3.5.3 Gradiente longitudinale di biodiversità tropicale		78
2.5 Alimentazione, metabolismo e adattamento alla temperatura	34	3.5.4 <i>Pattern</i> batimetrici di biodiversità marina		78
2.6 Modalità di utilizzo dell'ossigeno	43	3.6 Biogeografia marina		79

3.6.1	Biogeografia terrestre e biogeografia marina	79
3.6.2	Regioni biogeografiche	79
3.6.3	Biogeografia del Mediterraneo	81
3.7	Teorie evolutive per il mantenimento della biodiversità	83
3.8	Relazione tra biodiversità e funzionamento degli ecosistemi marini	84
	RIPASSO	88

CAPITOLO 4

	BIODIVERSITÀ ED ECOLOGIA DEL BENTHOS	89
4.1	Plancton e <i>benthos</i> a confronto	91
4.2	Campionamento del <i>benthos</i>	91
4.3	Classificazione del <i>benthos</i> per taglia	93
4.3.1	Femtobenthos	95
4.3.2	Picobenthos	98
4.3.3	Nanobenthos	99
4.3.4	Microbenthos	100
4.3.5	Meiobenthos (Meiofauna)	101
4.3.6	Macrobenthos e megabenthos	103
4.3.7	Macrofitobenthos (macrofite)	105
4.4	Classificazione del <i>benthos</i> animale per tipi di alimentazione	106
4.5	<i>Benthos</i> di fondi duri e fondi mobili a confronto	108
4.5.1	Il <i>benthos</i> di fondi mobili	109
4.5.2	Interazioni del <i>benthos</i> con il substrato mobile	109
4.6	Il <i>benthos</i> nello spazio e nel tempo ..	111
4.7	La bionomia bentonica	113
4.8	Zonazione del <i>benthos</i>	113
4.8.1	Zonazione del <i>benthos</i> secondo il modello di Pérès e Picard	114
4.8.2	Zonazione del <i>benthos</i> secondo Riedl	115
	RIPASSO	120

CAPITOLO 5

	BIODIVERSITÀ ED ECOLOGIA DEL PLANCTON	121
5.1	Gli organismi del plancton	123
5.2	Campionamento del plancton	124
5.3	Classificazione basata sulla distribuzione del plancton lungo la colonna d'acqua	126

5.4	Classificazione del plancton basata sul ciclo vitale	127
5.5	Classificazione del plancton basata sulle classi di taglia	129
5.4.1	Virioplancton	129
5.4.2	Picoplancton	132
5.4.3	Nanoplancton	135
5.4.4	Microplancton	135
5.4.5	Mesozooplancton	136
5.4.6	Macro e mega-zooplancton	137
5.5	Abbondanza delle diverse componenti del plancton a confronto	138
5.6	Distribuzione del plancton	138
5.6.1	Esempio di distribuzione del plancton su macroscale controllata da fattori fisici: El Niño	139
5.6.2	Esempio di distribuzione del plancton su piccola scala: le migrazioni verticali	140
5.7	Ecologia del plancton	144
5.7.1	Come fanno a coesistere tante specie fitoplanctoniche in un volume d'acqua: Omaggio a Santa Rosalia	146
5.7.2	Modalità nutrizionali nello zooplancton	147
	RIPASSO	149

CAPITOLO 6

	BIODIVERSITÀ ED ECOLOGIA DEL NECTON E MAMMIFERI MARINI ..	151
6.1	Principali organismi e caratteristiche del necton	153
6.1.1	Pesci	154
6.1.2	Osteitti	154
6.1.3	Pattern di biodiversità	156
6.2	Campionamento del necton	157
6.3	Ecologia del necton	159
6.3.1	Formazione di banchi	159
6.3.2	Elasmobranchi – classe dei condroitti ..	160
6.3.3	Cefalopodi	163
6.3.4	Ecologia dei cefalopodi	164
6.4	Rettili marini	165
6.5	Uccelli marini	169
6.6	Mammiferi marini	170
6.6.1	Sirenidi	171
6.6.2	Carnivori	171
6.6.3	Cetacei	173
6.7	Grandi migrazioni del necton	175
6.7.1	Ruolo dei predatori apicali del necton nelle reti trofiche	181
	RIPASSO	186

CAPITOLO 7

**FUNZIONAMENTO
DEGLI ECOSISTEMI**

7.1 Processi intraspecifici	189
7.1.1 Cicli vitali e riproduzione	189
7.1.2 Forme di resistenza e <i>benthic-pelagic coupling</i>	194
7.1.3 Produzione primaria	197
7.1.4 Produzione secondaria	203
7.2 Processi extraspecifici	206
7.2.1 Materia organica e detrito in mare	206
7.2.2 La materia organica disciolta in mare (dom)	210
7.3 L'accoppiamento pelago-bentonico (<i>pelagic-benthic coupling</i>)	211
7.3.1 Conseguenze dell'export di materia organica al fondo	217
RIPASSO	220

CAPITOLO 8

**INTERAZIONI INTERSPECIFICHE
E CASCATE TROFICHE**

8.1 Processi interspecifici	223
8.1.1 Predazione	223
8.1.2 Competizione	227
8.1.3 Facilitazione e cooperazione	229
8.1.4 Simbiosi	231
8.1.5 Parassitismo	235
8.1.6 Malattie degli organismi marini	237
8.1.7 Malattie dei coralli	237
8.2 Processi di interazioni complessive: reti e cascate trofiche	239
8.2.1 Reti trofiche	239
8.2.2 Rete trofica del detrito	241
8.2.3 Il circuito microbico (<i>microbial loop</i>)	242
8.2.4 Il circuito virale (<i>viral shunt</i>)	243
8.2.5 Controllo <i>BOTTOM UP</i> delle reti trofiche	244
8.2.6 Controllo <i>TOP DOWN</i> delle reti trofiche	246
8.2.7 Controllo MISTO «a vita di vespa»	246
8.2.8 Le specie-chiave (<i>keystone</i>)	247
8.2.9 Cascate trofiche	247
8.3 Biodiversità e servizi ecosistemici	252
RIPASSO	254

CAPITOLO 9

ECOSISTEMI COSTIERI

9.1 Lagune: ambienti di transizione tra terra e mare	257
---	-----

9.1.1 Distribuzione e conformazione degli ambienti di transizione	257
9.1.2 Ecologia delle lagune costiere	257
9.1.3 Modelli di ecologia e funzionamento delle lagune costiere	259
9.1.4 Biodiversità delle lagune	262
9.2 Intertidale roccioso	263
9.2.1 Strategie di sopravvivenza in ambiente intertidale	264
9.2.2 Produttori primari dell'intertidale	265
9.2.3 Zonazione nell'intertidale	267
9.2.4 Competizione nei fondi duri dell'intertidale	270
9.2.5 Consumatori nell'intertidale	270
9.2.6 Dislocazione di nicchia per limitare gli effetti della competizione	270
9.2.7 Predazione in ambiente intertidale e l'ipotesi del disturbo intermedio	271
9.2.8 Le specie chiave	272
9.2.9 Reti trofiche nell'intertidale	273
9.2.10 Confronto tra ambienti intertidali a fondi duri ed a fondi mobili	274
9.3 Il subtidale roccioso	275
9.3.1 Effetto delle variabili fisiche e del disturbo sui popolamenti bentonici	275
9.3.2 Fattori biotici	276
9.3.3 Il coralligeno del Mediterraneo	277
9.4 Le grotte sottomarine	279
9.4.1 Biodiversità delle grotte	282
9.4.2 Adattamenti negli invertebrati marini alla vita nelle grotte	282
9.4.3 Reti trofiche e funzionamento delle grotte marine	282
9.5 Foreste di macrofite	283
9.5.1 Foreste di <i>kelp</i>	283
9.5.2 Biodiversità associata al <i>kelp</i>	285
9.5.3 Reti trofiche	286
9.5.4 Foreste di macroalghe nel Mediterraneo	287
ECOSISTEMI COSTIERI A CONFRONTO	288
RIPASSO	289

CAPITOLO 10

**ECOSISTEMI DELLE SCOGLIERE
CORALLINE, PRATERIE DI
FANEROGAME E MANGROVIETI**

10.1 Scogliere coralline (<i>Coral reef</i>)	293
10.1.1 Zonazione all'interno di una scogliera corallina (<i>coral reef</i>)	293

10.1.2	Tipologie di scogliere coralline	294	11.5.1	Biodiversità ed adattamenti	342	
10.1.3	Teorie della formazione dei <i>reef</i> corallini	294	11.5.2	Nanismo e gigantismo abissale	344	
10.1.4	Caratteristiche dei coralli costruttori	295	11.5.3	Funzionamento dei sistemi abissali	346	
10.1.5	Riproduzione dei coralli	296	11.6	Fosse oceaniche	346	
10.1.6	Alimentazione dei coralli e simbiosi con zooxantelle	297	11.6.1	Biodiversità adale	347	
10.1.7	Principali fattori limitanti per la crescita dei coralli	299	ECOSISTEMI MARINI PROFONDI A CONFRONTO		350	
10.1.8	Biodiversità delle scogliere coralline	299	RIPASSO		351	
10.1.9	Funzionamento delle scogliere coralline e reti trofiche	303	CAPITOLO 12			
10.1.10	Consumatori primari	304	ECOSISTEMI ESTREMI CHEMIOSINTETICI			353
10.1.11	Depositori/Detritivori	304	12.1	Introduzione	355	
10.1.12	Consumatori secondari	304	12.2	Oasi idrotermali profonde (<i>Hydrothermal vents</i>)	355	
10.1.13	Consumatori terziari	304	12.2.1	Biodiversità associata agli <i>hydrothermal vents</i> profondi	357	
10.1.14	La competizione per lo spazio nei <i>reef</i> corallini	305	12.2.2	Funzionamento degli ecosistemi a <i>hydrothermal vents</i>	359	
10.1.15	Interazioni tra scogliere coralline con gli ecosistemi adiacenti	305	12.3	Ecosistemi con sorgenti di idrocarburi (<i>Cold seeps</i>)	363	
10.2	Praterie di fanerogame	305	12.3.1	Biodiversità dei <i>cold seeps</i> e organismi simbionti	366	
10.2.1	Biodiversità associata alle fanerogame ..	314	12.3.2	Funzionamento dei sistemi con emissioni fredde di idrocarburi	367	
10.2.2	Funzionamento	315	12.4	Habitat di carcasse di grandi cetacei (<i>whale carcass</i>)	368	
10.3	Mangrovieti	316	12.4.1	Biodiversità	369	
10.3.1	Biodiversità associata alle mangrovie ...	319	12.4.2	Funzionamento dei sistemi a carcassa di balena	371	
10.3.2	Funzionamento degli ecosistemi a mangrovia	320	12.4.3	Affinità delle comunità dei <i>vents</i> e dei <i>seeps</i> con le comunità sulfidiche	373	
ECOSISTEMI COSTIERI TEMPERATI- CALDI A CONFRONTO		322	12.5	Sistemi ipossici e anossici (<i>dead zones</i>)	373	
RIPASSO		322	12.5.1	Zone a minimo di ossigeno (<i>Oxygen Minimum Zones</i> , OMZ)	375	
CAPITOLO 11			12.5.2	Bacini anossici	376	
ECOSISTEMI MARINI PROFONDI		323	12.5.3	Sistemi ipersalini anossici	377	
11.1	Introduzione	325	ECOSISTEMI ESTREMI CHEMIOSINTETICI A CONFRONTO			379
11.1.1	Biodiversità degli ambienti profondi. La teoria azoica di Forbes per gli ambienti profondi	325	RIPASSO			380
11.1.2	L'origine della fauna profonda	327	CAPITOLO 13			
11.1.3	Meccanismi di generazione e mantenimento della biodiversità profonda	328	ECOSISTEMI POLARI			381
11.1.4	Metabolismo e funzionamento degli ecosistemi profondi	329	13.1	Introduzione	383	
11.1.5	Habitat marini profondi	331	13.2	L'Ecosistema Artico	384	
11.2	Canyon sottomarini	332	13.2.1	Biogeografia e caratteristiche	384	
11.2.1	Biodiversità	333	13.2.2	Biodiversità	385	
11.2.2	Funzionamento	333	13.2.3	Biodiversità all'interno del ghiaccio marino	385	
11.3	Montagne sottomarine	335				
11.3.1	Biodiversità delle montagne sottomarine	337				
11.4	Coralli profondi	340				
11.5	Piane abissali	342				

13.2.4	Biodiversità pelagica	387
13.2.5	Pesci	390
13.2.6	Mammiferi marini	391
13.2.7	Biodiversità bentonica	391
13.2.8	Reti trofiche e funzionamento degli ecosistemi Artici	394
13.3	Antartide	394
13.3.1	Zonazione, estensione e dimensioni	394
13.3.2	Habitat antartici	398
13.3.3	Biodiversità	401
13.3.4	Uccelli e Mammiferi	404
13.3.5	Reti trofiche e funzionamento	405
	ECOSISTEMI POLARI A CONFRONTO	408
	RIPASSO	408

CAPITOLO 14

IMPATTI SUGLI ORGANISMI E SUGLI ECOSISTEMI MARINI 409

14.1	Definizioni	411
14.2	La perdita di biodiversità e le specie aliene	412
14.2.1	Specie aliene, criptogeniche e invasioni biologiche	416
14.2.2	Le specie aliene nel Mediterraneo	418
14.3	Impatto della pesca	421
14.3.1	La pesca eccessiva (<i>overfishing</i>) e l'impatto sulle reti trofiche	421
14.3.2	La scomparsa dei grandi organismi dagli oceani	422
14.4	Estrazione di materie prime da ecosistemi marini	424
14.5	Eutrofizzazione, distrofia, mucillagini e fioriture tossiche	424
14.5.1	Inquinamento da carichi organici	426
14.6	Inquinamento da contaminanti	427
14.6.1	Impatto degli idrocarburi	427
14.6.2	Inquinamento da metalli pesanti	428
14.6.3	Inquinamento da micro-inquinanti	428
14.7	L'alterazione dell'ambiente marino e la distruzione degli habitat	429
14.7.1	Distruzione delle foreste di <i>kelp</i> (fucò) ..	430
14.7.2	Impatti sulle scogliere coralline	430
14.7.3	Perdita di praterie di fanerogame	431
14.7.4	Distruzione dei mangrovieti	431
14.7.5	Alterazione degli estuari e acque costiere	432
14.7.6	Impatti sugli ambienti profondi	433

14.8	Rifiuti domestici, <i>dumping</i> e rumore	434
14.8.1	La spazzatura	434
14.8.2	La plastica in mare	435
14.8.3	Lo scarico di materiali tossici e radioattivi	436
14.8.4	Impatto del rumore	437
14.9	Cambiamenti climatici	437
14.9.1	Effetti sinergici degli impatti diretti e climatici e la "microbializzazione" dei mari	442
	RIPASSO	443

CAPITOLO 15

CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ MARINA 445

15.1	Obiettivi della conservazione	447
15.2	Gestione basata sugli ecosistemi	449
15.2.1	L' <i>habitat mapping</i> e la pianificazione dello spazio marino come pre-requisiti della conservazione	449
15.2.2	La terza dimensione della conservazione marina	450
15.3	Strategie di conservazione	451
15.3.1	Riduzione dello sforzo di pesca	451
15.3.2	Riduzione del <i>by catch</i> e degli impatti sugli habitat	451
15.4	Gli strumenti della conservazione ..	452
15.4.1	Aree Marine Protette	452
15.5	Criteri per l'individuazione delle aree marine da proteggere	453
15.6	Cosa abbiamo imparato dalle aree marine protette esistenti?	455
15.7	Protezione di habitat rifugio dai cambiamenti climatici	456
15.8	Altre misure efficaci di conservazione	456
15.9	Protezione degli habitat marini di particolare interesse conservazionistico	457
15.10	Altri strumenti legali per la conservazione della biodiversità	457
	RIPASSO	458

CAPITOLO 16

IL RESTAURO DEGLI ECOSISTEMI MARINI 459

16.1	Un decennio per il restauro degli ecosistemi marini danneggiati	461
-------------	--	-----

16.2	Cos'è il restauro ecologico	461
16.3	Un piano globale di restauro dell'ecosistema marino	464
16.4	Restaurare habitat marini più fragili	464
16.5	Restauro delle scogliere coralline	465
16.6	Restauro delle praterie di fanerogame	466
16.7	Restauro delle foreste macroalgali ..	467
16.8	Restauro degli ingegneri ecosistemici	468
16.9	Restauro degli habitat profondi	469
	RIPASSO	470

CAPITOLO 17

PASSATO, PRESENTE E FUTURO DELLA BIOLOGIA MARINA

17.1	Come è nata la biologia marina	473
17.2	Storia della biologia marina in Italia	474
17.3	Il presente e il futuro della biologia marina	475
17.4	Le ricerche in biologia marina nel prossimo decennio	479
	RIPASSO	481

Glossario	483
Letture consigliate per un approfondimento	490
Crediti immagini	504
Indice dei video	507
Indice analitico	509