

# AUTUNNO 2020 (A20), INVERNO 2021 (I21) PRIMAVERA 2021 (P21), ESTATE 2021 (E21)

# FASE DI ESERCIZIO VIII REPORT ANNUALE VOLUME 1

Rev. 1	11.05.22	Emissione definitiva	AMDB	GB	СР
Rev. 0	29.11.21	Emissione per commenti committente	AMDB	GB	CP
Rev	Data	Descrizione della revisione	Preparato da	Verificato da	Approvato da



VO.	LUME 1		9
1	INTRO	DUZIONE	10
	1.1	Breve descrizione dell'impianto di rigassificazione	10
	1.2	Breve cronistoria relativa al progetto di monitoraggio	10
	1.3	Obiettivi fase di esercizio	10
2	MATER	IALI E METODI	11
	2.1	Attività e tempistiche	11
	2.2	Area di indagine	12
	2.3	·	
		2.3.1 Profili idrologici	
		2.3.2 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche	14
		2.3.3 Plancton	16
		2.3.4 Saggi ecotossicologici	
		Vibrio fischeri (sistema Microtox®) - fase liquida	17
		Phaeodactylum tricornutum	18
		Dicentrarchus labrax	18
		Paracentrotus lividus	18
	2.4		
		2.4.1 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche	19
		Analisi granulometriche	
		Analisi chimiche	19
		Analisi microbiologiche	20
		2.4.2 Saggi ecotossicologici	
		Paracentrotus lividus	
		Corophium orientale	
		Vibrio fischeri (sistema Microtox®) - fase solida	21
	2.5	Biota	21
		2.5.1 Macrozoobenthos	
		2.5.2 Meiobenthos	
		2.5.3 Bioaccumulo	22
		2.5.4 Biomarkers	
		2.5.5 Fauna ittica bentonectonica	
		2.5.6 Fauna ittica pelagica	
		2.5.7 Cetacei e tartarughe marine	28
	2.6	gg	
		2.6.1 Misura del rumore	
_	DIG. III -	2.6.2 Bioacustica	
3	RISULT	ATI SURVEY AUTUNNO 2020	30
	3.1	· •	
		3.1.1 Profili idrologici	
		3.1.2 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche	
		3.1.3 Plancton	42
	3.2		
		3.2.1 Macrozoobenthos	52



	3.2.2	Bioaccumulo	
	3.2.3	Biomarkers	.59
	3.2.4	Cetacei e tartarughe marine	.60
3.3	3 Inda	agini generali	.61
O.C	3.3.1	Bioacustica	
4 RISUL	TATI SU	RVEY INVERNO 2021	3
4.1	l Col	onna d'acqua	.63
	4.1.1	Profili idrologici	
	4.1.2	Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche	.66
	4.1.3	Plancton	
	4.1.4	Saggi ecotossicologici	
		o fischeri	
		dactylum tricornutum	
		ntrarchus labrax	
	Parac	centrotus lividus	.83
4.2	2 Bio	ta	.84
	4.2.1	Macrozoobenthos	
	4.2.2	Meiobenthos	.88
	4.2.3	Bioaccumulo	.97
	4.2.4	Biomarkers	.99
	4.2.5	Fauna ittica bentonectonica1	
	4.2.6	Cetacei e tartarughe marine	111
4.3	3 Inda	agini generali1	112
		Bioacustica1	
diverse stazi Figura 2 - Ar marine, con Figura 3 - Su	ea di stu oni, seb ea di stu indicate urvey ac	udio (sopra) e disposizione dei punti di campionamento (a destra) dove sono indicate tutte le attività previste nelle bene non tutte siano effettuate su base stagionale. La ripartizione temporale delle attività è riportata in tabella 4 udio in cui sono state effettuate le misurazioni del rumore, la bioacustica e l'avvistamento dei cetacei e delle tartarug le stazioni a 10 km dal Terminale e in grigio i transetti circolari a 1, 3 e 6 NM di distanza dal Terminaleustico effettuato su transetti ortogonali posizionati nei settori NE, SE, SW, NW ad una distanza tra 5 e 10km dal	he .28
		emperatura (°C), salinità (ppt), pH e torbidità (NTU); survey autunno 2020	
Figura 6 - Pr	ofilo del	rapporto fra l'irradianza quantica PAR (Photosynthetic Available Radiation) disponibile alle varie profondità con que	lla
		uperficie, PAR (0 m), nelle stazioni A20 MG7 e A20 MG10spettrale discendente superficiale e subacquea alle profondità indicate. E' inoltre riportata la irradianza spettrale	.ა∠
		m up). Ogni spettro è stato normalizzato per il proprio massimo (E <sub>max</sub> (λ)) riportato nella legenda insieme con la	
		ove si colloca (\(\lambda_{\text{max}}\).	32
		e concentrazioni (µM) dei nutrienti inorganici disciolti: NO <sub>2</sub> (nitriti), NO <sub>3</sub> (nitrati), PO <sub>4</sub> (fosfati), SiO <sub>2</sub> (silicati)	
		e concentrazioni (mg/l) dei solidi sospesi (TSM) e delle concentrazioni di particellato organico (POM)	
		gli assorbimenti (m <sup>-1</sup> ) della CDOM a 325 nm (a <sub>CDOM</sub> (325)).	
		lle concentrazioni (mg/m³) di clorofilla a tot.	
		razione relativa dei singoli pigmenti diagnostici in rapporto al totale delle concentrazioni dei nove Pigmenti Diagnosti	
•		ex-Fuco+But-Fuco+Allo+Prasino+Chl <i>b</i> +DVA+Zea).	
Figura 13 - F	Profili de	lle densità fitoplanctoniche totali (cell/ml)	.43
•		anza relativa delle classi fitoplanctoniche indicate in legenda in rapporto all'abbondanza totale	.43
		one dell'abbondanza totale e del numero di specie tra i principali taxa rinvenuti nell'autunno 2020. Altro= nemertini,	
		nza totale e contributo percentuale cumulativo delle specie dominanti (A20)	.55
		della cluster analysis (group average) a sinistra, piano di ordinamento ottenuto dal n-MDS, a destra. La matrice	
mangolare e	stata of	tenuta tramite l'indice di Bray-Curtis	. ၁၁



Figura 18 - Valutazione del danno cellulare mediante la misura del tempo di ritenzione del colorante vitale Rosso Neutro (NRRT) nei	
lisosomi degli emociti di mitilo. Valori alti del tempo di ritenzione corrispondono ad una maggiore integrità	59
Figura 19- Valutazione del grado di integrità del DNA mediante Comet assay. Valori elevati della percentuale di DNA migrato	
corrispondono ad una maggiore entità del danno	59
Figura 20 - Analisi istologica delle branchie di mitilo. Il parametro rappresentato nel grafico è il punteggio medio (score) per ciascuna de	elle
stazioni indagate. La scala va da 1 a 5; il punteggio 1 indica una condizione di integrità mentre il punteggio 5 indica una forte	
·	59
Figura 21 – Rotte effettuate per il monitoraggio visivo, acustico e bioacustico condotto in Autunno 2020 (A20)	
Figura 22- Frame di registrazione del 02.04.2021	
Figura 23 – Profili di temperatura (°C), salinità (ppt), pH e torbidità (NTU); survey inverno 2021	63
Figura 24 – Profili di ossigeno disciolto (% saturazione), clorofilla (µg/l), e potenziale di ossidoriduzione (mV); survey inverno 2021	64
Figura 25 - Profilo del rapporto fra l'irradianza quantica PAR (Photosynthetic Available Radiation) disponibile alle varie profondità con	
quella contemporanea in superficie, PAR (0 m), nelle stazioni I21 MG7 e I21 MG10.	65
Figura 26 - Irradianza spettrale discendente superficiale e subacquea alle profondità indicate. E' inoltre riportata la irradianza spettrale	
ascendente a 5 m (5m up). Ogni spettro è stato normalizzato per il proprio massimo (E <sub>max</sub> (λ)) riportato nella legenda insieme con la	
	65
Figura 27 - Profili delle concentrazioni (µM) dei nutrienti inorganici disciolti: NO2 (nitriti), NO3 (nitrati), PO4 (fosfati) SiO2 (silicati)	67
Figura 28 - Profili delle concentrazioni (mg/l) dei solidi sospesi (TSM) e delle concentrazioni di particellato organico (POM)	
Figura 29 - Profili degli assorbimenti (m-1) della CDOM a 325 nm (асром(325)).	
Figura 30 - Profili delle concentrazioni (mg/m³) di clorofilla a tot.	
Figura 31 – Concentrazione relativa dei singoli pigmenti diagnostici in rapporto al totale delle concentrazioni dei nove Pigmenti Diagnos	
(PD= Fuco+Perid+Hex-Fuco+But-Fuco+Allo+Prasino+Chlb+DVA+Zea).	
Figura 32 - Profili delle densità fitoplanctoniche totali (cell/ml)	
Figura 33 – Abbondanza relativa delle classi fitoplanctoniche indicate in legenda in rapporto all'abbondanza totale	
Figura 34 - Ripartizione dell'abbondanza totale e del numero di specie tra i principali taxa rinvenuti nell'Inverno 2021. Altro= nemertini,	
	86
Figura 35 - Abbondanza totale e contributo percentuale cumulativo delle specie dominanti (I21).	
Figura 36 - Risultati della cluster analysis (group average) a sinistra, piano di ordinamento ottenuto dal n-MDS, a destra. La matrice	
	87
Figura 37 - Stazione I21 MG1. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo.	
Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx)	88
Figura 38 - Stazione I21 MG2. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo.	00
Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx)	89
Figura 39 - Stazione I21 MG4. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo.	00
Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx)	90
Figura 40 - Stazione I21 MG6. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo.	
	90
Figura 41 - Stazione I21 MG7. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo.	50
Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx)	01
Figura 42 - Stazione I21 MG8. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo.	
Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx)	91
Figura 43 - Stazione I21 MG9. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo.	5 1
Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx)	02
Figura 44 - Stazione I21 MG10. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo.	52
Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx)	as
Figura 45 - Stazione I21 MG11. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo.	50
Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx)	US
	93
Figura 46 - Stazione I21 MG12. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo.	0.4
Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx)	94
Figura 47 - Stazione I21 MG13. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo.	0.4
Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx)	94
Figura 48 - Stazione I21 MG14. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo.	0.5
Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx)	
Figura 49 - A sinistra: dendrogramma per il raggruppamento gerarchico delle stazioni basato sul valore delle abbondanze medie dei tax	
principali e similarità di Bray-Curtis, previa trasformazione logaritmica dei dati. A destra: piano di ordinamento ottenuto dal non-metric M	ıultı
Dimensional Scaling (nMDS), basato sul valore delle abbondanze medie dei taxa principali e similarità di Bray-Curtis, previa	00
trasformazione logaritmica dei dati	90
Figura 50- Valutazione del danno cellulare mediante la misura del tempo di ritenzione del colorante vitale Rosso Neutro (NRRT) nei	00
lisosomi degli emociti di mitilo. Valori alti del tempo di ritenzione corrispondono ad una maggiore integrità	99



Figura 51- Valutazione del grado di integrità del DNA mediante Comet assay. Valori elevati della percentuale di DNA migrato	
corrispondono ad una maggiore entità del danno	
Figura 52- Analisi istologica delle branchie di mitilo. Il parametro rappresentato nel grafico è il punteggio medio (score) per ciascuna	delle
stazioni indagate. La scala va da 1 a 5; il punteggio 1 indica una condizione di integrità mentre il punteggio 5 indica una forte	
compromissione della struttura dei filamenti branchiali	100
Figura 53 - Reti da posta: composizione percentuale delle catture, espressa come n° individui/1000m/24h e kg/1000m/24h, dei princ	ıpalı
gruppi tassonomici campionati nelle stazioni I21 P1-P4 e I21 PC.	102
Figura 54 - Rete a strascico: composizione percentuale delle catture, espressa come n° individui/km² e kg/km², dei principali gruppi	400
tassonomici campionati nelle stazioni I21 S1-S4 e I21 SC	IUZ
i valori medi + la deviazione standard. In blu n° individui/1000m/24h, in azzurro kg/1000m/24h Figura 56 – Rete a strascico: indici di densità e biomassa, stimati per le stazioni I21 S1-S4 e per la stazione I21 SC, per specie. Sono	
riportati i valori medi + la deviazione standard. In blu n° individui/km², in azzurro chiaro kg/km²kg/km²	
Figura 57 - Rete da posta: distribuzione taglia-frequenza del gattuccio ( <i>Scyliorhinus canicula</i> ). N° individui: 112 (l21 S1-S4), 46 (l21 S	
Tigura of Thole da posta. distribuzione tagria frequenza dei gattacolo (cognorninas camedia). N. findividal. 112 (121 o 1-04), 40 (121 o	
Figura 58 - Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza del sugarello (Trachurus trachurus). N° individui: 763 (I21 S1-S4), 2185 (I	121
SC)	
Figura 59 - Reti a strascico: distribuzione taglia-frequenza della triglia di fango (Mullus barbatus). N° individui: 1081 (I21 S1-S4), 232	
SC).	•
Figura 60 - Reti a strascico: distribuzione taglia-frequenza del nasello (Merluccius merluccius). N° individui: 324 (I21 S1-S4)	108
Figura 61 - Reti a strascico: distribuzione taglia-frequenza del merluzzetto (Trisopterus capelanus). N° individui: 130 (I21 S1-S4)	
Figura 62 - Reti a strascico: distribuzione taglia-frequenza del pagello fragolino (Pagellus erythrinus). N° individui: 69 (I21 S1-S4)	109
Figura 63 - Reti a strascico: distribuzione taglia-frequenza del sacchetto (Serranus hepatus). N° individui: 55 (I21 S1-S4)	
Figura 64 - Reti a strascico: distribuzione taglia-frequenza del gattuccio (Scyliorhinus canicula). N° individui: 94 (I21 S1-S4)	
Figura 65 - Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza del gambero bianco (Parapenaeus longirostris). Nº individui: 301 (I21 S1-	-S4),
91 (I21 SC)	
Figura 66 - Rotte effettuate per il monitoraggio visivo, acustico e bioacustico condotto in Inverno 2021 (I21)	111
Figura 67 - Frame di registrazione del 02.04.2021.	112
Tabella 1 - Contenuti tecnici delle quattro campagne annuali relative alla fase di esercizio. I risultati della misura del rumore saranno in in documento dedicato.	11
Tabella 2 – Calendario delle attività di campo svolte nelle campagne di esercizio A20, I21, P21, E21	
Tabella 3 – Coordinate teoriche (WGS 84) dei punti di campionamento.	12
Tabella 4 – Elenco delle analisi previste (indicate con un asterisco) nelle stazioni MG1-MG14. Le stazioni in rosso sono quelle prossi	
Terminale	
Tabella 5 - Specifiche dei sensori relativi alla sonda multiparametrica e date di taratura. IN = taratura svolta internamente. In grassett	
date delle tarature esterne, in corsivo le tarature interne	
Tabella 7 - Elenco dei pigmenti determinati, sigla e raggruppamento tassonomico di appartenenza.	
Tabella 8 - Scala di tossicità relativa al test condotto con <i>Paracentrotus lividus, Vibrio fischeri, Phaeodactylum tricornutum</i> e <i>Dicentra</i>	
labrax	
Tabella 9 - Metodi relativi alla analisi chimiche effettuate sui campioni di sedimento.	
Tabella 10 - Scala di tossicità relativa a test ecotossicologico con Corophium orientale e Vibrio fischeri (sedimenti).	20
Tabella 11 – Siti di monitoraggio condotto tramite l'utilizzo del bivalve Mytilus galloprovincialis. I mitili sono stati prelevati dall'impianto	o di
maricoltura di La Spezia	
Tabella 12 - Metodi relativi alla analisi chimiche effettuate su M. galloprovincialis	
Tabella 13 - Coordinate e profondità dei siti di studio. RP = Reti da Posta, S = Strascico	
Tabella 14 - Coordinate e profondità dei siti di studio. RPP = Reti da Posta Pelagiche (E21)	
Tabella 15 - Concentrazioni (µM) dei nutrienti inorganici disciolti	
Tabella 16 - Concentrazioni (mg/l) dei solidi sospesi (TSM).	
Tabella 17 - Assorbimento (m-1) della CDOM alla lunghezza d'onda di 325 nm	36
Tabella 18 - Concentrazioni (mg/m³) della Clorofilla a totale (Chl a tot = Clorofilla a + Divinil Clorofilla a + Alloclorofilla a, se presenti).	
Tabella 19 - Concentrazioni (mg/m³) dei principali pigmenti diagnostici fitoplanctonici (acronimi in Tabella 7)	
Tabella 20 - Concentrazione tensiotattivi anionici e tensioattivi non ionici presenti nei campioni di acqua di mare lungo il profilo batimo	
Le profondità sono espresse in metri. I dati sono espressi in milligrammi/litro	
Tabella 21 - Concentrazione dei cioroderivati nelle acque. I livelli indicano la profondita di prellevo dei campione Tabella 22 - Concentrazione degli idrocarburi totali presenti nei campioni di acqua di mare lungo il profilo batimetrico. I dati sono espi	
in microgrammi/litro. In neretto (0,5 - 12,5 – 50 - 70) sono indicate le profondità di prelievo in metri	
	1 1



Tabella 23 - Risultati delle analisi microbiologiche effettuate sui campioni di acqua superficiale. I dati sono espressi in ufc/100 ml. P =	
presenti ma non formanti colonie.	42
Tabella 24 - Densità fitoplanctonica totale (cell/ml) e delle classi o gruppi identificati.	42
Tabella 25 - Numero di specie, generi e altre categorie tassonomiche individuate per ogni classe o raggruppamento fitoplanctonico nei	4.4
campioni osservati (prelievo con Niskin)	44
Tabella 26 - Lista dei taxa individuati dalle analisi quantitative microscopiche.	44
Tabella 27 - Numero di specie, generi e altre categorie tassonomiche individuate per ogni classe o raggruppamento fitoplanctonico nei campioni osservati (prelievo con retino)	46
Tabella 28 - Lista dei taxa dalle analisi qualitative dei campioni raccolti con retino nelle stazioni A20 MG6, A20 MG7, A20 MG10, A20	
MG12 e A20 MG13 (indicate come 6, 7, 10, 12 e 13)	46
Tabella 29 – Oloplancton. O.le=orizzontale, 50-0=campionamento verticale da 50 a 0 metri, 100-50=campionamento verticale da 100 a metri. * presente in almeno un sub-campione, ** presente solo nell'osservazione <i>in toto</i>	50 50
Tabella 30 - Biomassa: volumi di sedimentazione dell'oloplancton (espressi in ml). OR = campionamento orizzontale; 50-0 =	51
Tabella 31 – Meroplancton. O.le = orizzontale, 50-0 = campionamento verticale da 50 a 0 metri, 100-50 = campionamento verticale da	_
a 50 metri. * presente in almeno un sub-campione, ** presente solo nell'osservazione <i>in toto</i> . La lista include specie determinate a fresc	0
Tabella 32 – Ittioplancton. O.le = orizzontale, 50-0 = campionamento verticale da 50 a 0 metri, 100-50 = campionamento verticale da 10	51 00 a
50 metri. * presente in almeno un sub-campione, ** presente solo nell'osservazione <i>in toto</i> .	
Tabella 33 - Lista delle specie macrobentoniche rinvenute nella Autunno 2020 (A20)	ifica
di Shannon-Weaver (H'), Ricchezza specifica di Margalef (d), Equitabilità di Pielou (J) Tabella 35 - Concentrazione dei metalli nei mitili. Dati relativi alla campagna A20 espressi in mg/kg. Sono riportati i dati riferiti sia alla	50
sostanza secca (s.s.) sia al peso fresco (p.f.) in accordo alla prescrizione 13 delle Determine 2990 DVA R.D.R 0000100.04-04-2017 e	56
3337 DVA R.D.R 0000277.28-09-2017 Tabella 36 - Concentrazione degli idrocarburi totali presenti nei campioni di mitili. I dati, relativi alla campagna A20, sono espressi in mo	
Tabella 37 - Concentrazione degli IPA e dei composti organostannici presenti nei campioni di mitili. I dati, relativi alla campagna A20, so	57 ono
espressi in mg/kg, salvo ove indicato	57
Tabella 39 - Risultati delle analisi microbiologiche effettuate sui campioni di mitili. I dati, relativi alla campagna A20, sono espressi in ufo	c/g.
Taballa 40. Analisi istalarias La coera indica la etata dell'anitalia branchiala acconda la coguente coela 1 normale morfalaria anitalia	58
Tabella 40 - Analisi istologica. Lo score indica lo stato dell'epitelio branchiale secondo la seguente scala 1, normale morfologia epitelio branchiale; 2, lieve riduzione dello spessore dell'epitelio branchiale e dello sviluppo delle ciglia; 3, marcata riduzione dello spessore dell'epitelio e delle ciglia; 4, erosione dell'epitelio branchiale e dello sviluppo ciliare; 5, destrutturazione dei filamenti con estesa erosione	e
dell'epitelio branchiale ed assenza delle cigliadell'epitelio branchiale ed assenza delle ciglia	60
	66
	68
Tabella 43 - Assorbimento (m <sup>-1</sup> ) della CDOM alla lunghezza d'onda di 325 nm.	69
Tabella 44 - Concentrazioni (mg/m³) della Clorofilla a totale (Chl a tot = Clorofilla a + Divinil Clorofilla a + Alloclorofilla a, se presenti)	
Tabella 45 - Concentrazioni (mg/m³) dei principali pigmenti diagnostici fitoplanctonici (acronimi in Tabella 7)	
Tabella 46 - Concentrazione tensiotattivi anionici e tensioattivi non ionici presenti nei campioni di acqua di mare lungo il profilo batimetr Le profondità sono espresse in metri. I dati sono espressi in milligrammi/litro.	
Tabella 47 - Concentrazione dei cloroderivati nelle acque. I livelli indicano la profondità di prelievo del campione	73
Tabella 48 - Concentrazione degli idrocarburi totali presenti nei campioni di acqua di mare lungo il profilo batimetrico. I dati sono espres	
in microgrammi/litro. In neretto (0,5 - 12,5 – 50 - 70) sono indicate le profondità di prelievo in metri	74
Tabella 49 - Risultati delle analisi microbiologiche effettuate sui campioni di acqua superficiale. I dati sono espressi in ufc/100 ml	
Tabella 51 - Numero di specie, generi e altre categorie tassonomiche individuate per ogni classe o raggruppamento fitoplanctonico nei	
campioni osservati (prelievo con Niskin).	
Tabella 52 - Lista dei taxa individuati dalle analisi quantitative microscopiche.	
Tabella 53 - Numero di specie, generi e altre categorie tassonomiche individuate per ogni classe o raggruppamento fitoplanctonico nei campioni osservati (prelievo con retino)	
Tabella 54 - Lista dei taxa dalle analisi qualitative dei campioni raccolti con retino nelle stazioni I21 MG6, I21 MG7, I21 MG10, I21 MG1	
I21 MG13 (indicate come 6, 7, 10, 12 e 13)	
Tabella 55 - Parametri registrati nei campioni d'acqua testati (Inverno 2021).	81
Tabella 56 - Risultati del test con il <i>V. fischeri</i> eseguito su campioni di acqua (incubazione 5', 15', 30') prelevati a diverse profondità. EC20/50, max. effetto 15', max. effetto 30', espressi in %	<b>Q</b> 1
Tabella 57 - Risultati del test con <i>Phaeodactylum tricornutum</i> condotti su campioni di acqua (incubazione 72 h) prelevati a diverse	01
profondità (espresse in metri). EC <sub>20/50</sub> (L.C. 95%) espressa in %.	82



Tabella 58 - Risultati del test con giovanili di <i>Dicentrarchus labrax</i> esposte a campioni di colonna d'acqua (96 h). Screening test su	
campioni tal quale (senza diluizioni). Il controllo è costituito da acqua di stabulazione. Volume 5000 ml, aerazione, % saturazione ossige	
	82
	83
	84
Tabella 61 – Indici strutturali (±DS) relativi al popolamento macrobentonico. Numero di taxa (S), Numero di individui (N), Diversità speci di Shannon-Weaver (H'), Ricchezza specifica di Margalef (d), Equitabilità di Pielou (J)	ifica 88
Tabella 62 - Struttura della comunità meiobentonica nelle stazioni I21 MG1, I21 MG2, I21 MG4, I21 MG6, I21 MG7, I21 MG8. Densità	
media (±DS) (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. L'abbondanza relativa (%) dei singoli taxa è stata calcolat	ta
in relazione alla densità totale.	89
Tabella 63 - Struttura della comunità meiobentonica nelle stazioni I21 MG9, I21 MG10, I21 MG11, I21 MG12, I21 MG13, I21 MG14.	
Densità media (±DS) (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. L'abbondanza relativa (%) dei singoli taxa è stata	ì
calcolata in relazione alla densità totale.	92
Tabella 64 - Indici strutturali relativi al popolamento meiobentonico calcolati sui valori medi di abbondanza. Numero di taxa (S), Numero	J
medio di individui (N), Ricchezza di Margalef (d), Diversità di Shannon-Wiener (H'), Equitabilità di Pielou (J')	95
Tabella 65 - Struttura della comunità meiobentonica dell'area interessata dal posizionamento del terminale rigassificatore, incluse le	
stazioni di controllo. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm2) dei taxa principali e del popolamento complessivo rinvenuto.	
L'abbondanza relativa (%) dei singoli taxa è stata calcolata in relazione alla densità totale.	96
Tabella 66 - Concentrazione dei metalli nei mitili. Dati relativi alla campagna I21 espressi in mg/kg. Sono riportati i dati riferiti sia alla	
sostanza secca (s.s.) sia al peso fresco (p.f.) in accordo alla prescrizione 13 delle Determine 2990 DVA R.D.R 0000100.04-04-2017 e	
	97
Tabella 67 - Concentrazione degli idrocarburi totali presenti nei campioni di mitili. Dati relativi alla campagna I21	97
Tabella 68 - Concentrazione degli IPA e dei composti organostannici presenti nei mitili. I dati relativi alla campagna I21 sono espressi in	1
mg/kg	97
Tabella 69 - Concentrazione degli cloroderivati presenti nei campioni di mitili. I dati relativi alla campagna I21 sono espressi in µg/kg. Pe	er il
calcolo delle medie, nel caso di valori al di sotto del limite di quantificazione, è stato usata una concentrazione pari alla metà di	
quest'ultimo	98
Tabella 70 - Risultati delle analisi microbiologiche effettuate sui campioni di mitili. I dati relativi alla campagna I21 sono espressi in ufc/g	. 98
Tabella 71 - Analisi istologica. Lo score indica lo stato dell'epitelio branchiale secondo la seguente scala 1, normale morfologia epitelio	
branchiale; 2, lieve riduzione dello spessore dell'epitelio branchiale e dello sviluppo delle ciglia; 3, marcata riduzione dello spessore	
dell'epitelio e delle ciglia; 4, erosione dell'epitelio branchiale e dello sviluppo ciliare; 5, destrutturazione dei filamenti con estesa erosione	Э
dell'epitelio branchiale ed assenza delle ciglia	100
Tabella 72 - Lista delle specie catturate con la rete a strascico e le reti da posta. Strascico: I21 S1-S4 = stazioni campionate in prossimi	tà
del terminale; I21 SC = stazione di controllo. Reti da posta: I21 P1-P4 = stazioni campionate in prossimità del terminale; I21 PC = stazio	one
di controllo	101
Tabella 73 - Reti da posta: indici di densità e biomassa (± DS), espressi in n° individui/1000m/24h e kg/1000m/24h, stimati per le speci	ie
	103
Tabella 74 - Rete a strascico: indici di densità e biomassa (± DS), espressi in n° individui/km² e kg/km², stimati per le specie catturate n	elle
stazioni I21 S1-S4 e nella stazione di controllo I21 SC. * = DS<0,05.	

# LISTA DEGLI ACRONIMI

A, I, P, E Indicano le stagioni (Autunno, Inverno, Primavera, Estate)

Allo Alloxantina

B Bianco effettuato nell'estate 2012

BP Secondo Bianco effettuato unicamente per lo studio della fauna ittica (settembre, 2013)

But-Fuco Butanoiloxifucoxantina

CDOM Chromophoric Dissolved Organic Matter o sostanza organica disciolta cromoforica

Chl b Clorofilla b + Divinilclorofilla b

DIN Azoto Inorganico Disciolto (nitriti + nitrati)

DO % Prcentuale di Ossigeno Disciolto

DVA Divinilclorofilla a Fuco Fucoxantina

Hex-Fuco Hesanoiloxifucoxantina

LAS Sostanze otticamente attive

ORP Potenziale di Ossido Riduzione

PAR Photosynthetic Available Radiation



# Piano di monitoraggio dell'ambiente marino VIII anno di monitoraggio Volume 1 – Novembre 2021

Perid Peridinina

POM Particulate organic matter o frazione organica del particellato

Prasino Prasinoxantina

PSDf Power Spectral Density function
TSM Total supended matter o solidi sospesi

Zea Zeaxantina
Zeu Zona eufotica

# **ELENCO ALLEGATI**

Allegato 1: Attività del Terminale durante il VIII anno di monitoraggio.

Allegato 2: Minuta di Meeting (MOM) del 25/05/2017 ed azioni intraprese in risposta alle prescrizioni delle Determine.

Allegato 3: Elenco dei campioni con relative date di campionamento.

**Allegato 4**: Matrice macrobenthos di abbondanza specie x stazioni.

Allegato 5: Matrice popolamento ittico reti da posta.

Allegato 6: Matrice popolamento ittico reti da fondo.

Allegato 7: Condizioni meteo-marine.

Allegato 8: Dati grezzi profili CTD.

Allegato 9: Idrofono digitale e sonda CTD







### 1 INTRODUZIONE

### 1.1 Breve descrizione dell'impianto di rigassificazione

La Società OLT Offshore LNG Toscana S.p.A. (di seguito OLT) ha realizzato un Terminale galleggiante per la rigassificazione di GNL (di seguito FSRU), a circa 12 miglia nautiche al largo delle coste toscane tra Livorno e Marina di Pisa.

Il Terminale è il risultato di un progetto che ha previsto la conversione di una nave metaniera in un Terminale di rigassificazione che trasforma il gas naturale liquefatto (GNL) ricevuto da altre metaniere in stato gassoso.

L'attività a bordo del Terminale consiste nello stoccaggio e nella rigassificazione del gas naturale: il gas naturale viene ricevuto allo stato liquido, mediante navi cisterna, stoccato in serbatoi criogenici a pressione pressoché ambiente e alla temperatura di -160°C, rigassificato e inviato al gasdotto a terra mediante la condotta sottomarina. Per approfondimenti si rimanda all'Allegato 1.

# 1.2 Breve cronistoria relativa al progetto di monitoraggio

Nell'ambito della procedura di Via il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (di seguito MATTM) dopo aver valutato la documentazione relativa, ha espresso giudizio positivo circa la compatibilità ambientale del progetto (Decreto DEC/DSA/01256 del 15/12/2004), prescrivendo (Prescrizione n.26) la predisposizione e l'esecuzione di un programma di monitoraggio ambientale marino da elaborare in accordo con l'Istituto Superiore per la Protezione Ambientale (di seguito ISPRA). I contenuti di tale prescrizione sono stati integrati con successivo Provvedimento MATTM DVA-2010-0025280 del 20/10/10 (Prescrizione 7).

Il Piano di Monitoraggio dell'Ambiente Marino (di seguito anche Piano) circostante il Terminale è stato predisposto in conformità a quanto indicato nella Prescrizione n. 26 del Decreto VIA prot. DEC/DSA/01256 del 15/12/2004 e nella Prescrizione n. 7 del Provvedimento di Esclusione dalla VIA prot. DVA-2010-0025280 del 20/10/10. Il MATTM, di "concerto" con ISPRA, ha concluso positivamente la Verifica di Ottemperanza con l'emissione della Determinazione prot. DVA-2012-001592 del 15/5/2012.

La prima fase di monitoraggio (Bianco) ossia prima della realizzazione del Terminale è stata condotta tra agosto e settembre 2012, e conclusa successivamente (tra il 21 e il 28 settembre 2013) con il secondo survey relativo alla fauna ittica bentonectonica. Con determina prot. DVA – 2013 – 0030107 del 23/12/2013 il MATTM dichiara ottemperata la prescrizione 7 del Provvedimento di Esclusione dalla VIA prot. DVA-2010-0025280 del 20/10/10 per quanto riguarda l'attuazione dei monitoraggi relativi alla fase ante operam (Bianco).

Sulla base del Parere della Commissione tecnica di verifica dell'impatto ambientale VIA e VAS n. 2347 del 24 marzo 2017, il MATTM dichiara l'ottemperanza relativa al medesimo Provvedimento per il primo anno di esercizio (Determina 2990 DVA R.D.R 0000100.04-04-2017). Nel medesimo anno è stata emessa la verifica di ottemperanza (Determina 3337 DVA R.D.R 0000277.28-09-2017) relativa al secondo anno di esercizio tenuto conto del Parere della Commissione tecnica di verifica dell'impatto ambientale VIA e VAS 2494 del 08 settembre 2017.

Rispetto alle richieste di integrazione contenute nelle Determine sopra citate relative alla Verifica di ottemperanza alla prescrizione 7 (Verifica di esclusione VIA provvedimento DVA/2010/25280 del 20.10.10) del primo e secondo anno di monitoraggio della Fase di Esercizio sono stati recepiti nel presente tutti i punti come stabilito nella minuta di meeting del 25/05/2017 e riportati in forma sintetica, unitamente ad essa, in Allegato 2. Relativamente al punto 14 contenuto unicamente nel parere 3337 relativo al secondo anno di esercizio è stata inserita la valutazione dell'eventuale effetto degli anodi sacrificali tramite la ricerca degli elementi in tracce in M. galloprovincialis.

Successivamente, con provvedimento CRESS-DEC-2020 – 0000187 del 25 Giugno 2020 il MATTM, sulla base del parere positivo della Commissione Tecnica di verifica dell'impatto ambientale VIA e VAS No. 3371 del 24 Aprile 2020, ha verificato l'ottemperanza della Prescrizione No. 7 per quanto riguarda l'attuazione dei monitoraggi relativi al 3° anno di esercizio, con provvedimento CRESS-DEC-2020 – 0000189 del 25 Giugno 2020 quelli relativi al 4° anno di esercizio, con provvedimento CRESS-DEC-2020 – 0000188 del 25 Giugno 2020 quelli relativi al 5° anno di esercizio e con provvedimento CRESS-DEC-2020 – 0000355 del 23 Ottobre 2020 quelli relativi al 6° anno di esercizio. In particolare, con riferimento al V anno, il Parere riporta la seguente prescrizione:

"Entro un anno solare dalla emissione del presente decreto dovranno essere eseguite, in accordo con la Capitaneria di Porto ed ISPRA, delle misure specifiche di rumore per ogni tipologia di nave, durante tutto il periodo di operazioni di arrivo, ormeggio, scarico del GNL e allontanamento delle stesse navi dal Terminale".

Inoltre, sono stati recepiti nel seguente documento, conformemente al report annuale del 7° anno di monitoraggio, anche le note ISPRA ed ARPAT (rif. VIP 5267) ricevute a corredo dell'ottemperanza al VI anno di monitoraggio.

# 1.3 Obiettivi fase di esercizio

Il presente rapporto annuale, come richiesto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (DVA-2013-0030107 del 23/12/13), riporta i risultati delle attività di monitoraggio svolte durante l'ottavo anno di esercizio nell'ambito di 4 campagne di indagine svolte dall'Autunno 2020 all'estate 2021 in conformità al Piano di monitoraggio dell'ambiente marino e alle prescrizioni contenute nelle Determine sopracitate. Il presente documento (nel Volume 2) riporta, altresì, il confronto con i dati acquisti nella fase di Bianco e nei precedenti anni di monitoraggio.

Come descritto nel piano, alcune attività di monitoraggio sono effettuate su base stagionale, mentre altre sono limitate ad uno o due survey annuali. Pertanto, sono individuabili 3 scenari operativi (campagna completa, campagna intermedia, campagna minima) i cui contenuti tecnici sono riassunti nella **Tabella 1.** 



# 2 MATERIALI E METODI

### 2.1 Attività e tempistiche

Le attività di campo sono state svolte a partire dall' autunno 2020 (A-20) con cadenza trimestrale ossia nell'Inverno 2021 (I-21), primavera 2021 (P-21), estate 2021 (E-21) secondo il calendario riportato in **Tabella 2**. Per il calendario di dettaglio si rimanda all'**Allegato 1** posto alla fine del volume dove viene riportata l'operatività del Terminale durante le giornate di monitoraggio delle singole campagne (risposta alla prescrizione n° 1 delle Determine 2990 DVA R.D.R 0000100.04-04-2017 e 3337 DVA R.D.R 0000277.28-09-2017).

L'ampia diversità delle attività da svolgere ha richiesto l'utilizzo di quattro differenti imbarcazioni di seguito descritte.

Le indagini ambientali (caratterizzazione delle acque e/o dei sedimenti) sono state condotte con Phalesia, mentre per le misurazioni del rumore, la sorveglianza acustica (bioacustica) e l'avvistamento dei cetacei e delle tartarughe marine è stato utilizzato un catamarano a vela modello Nautitech 40' e una barca a vela del tipo GIB Sea 43' attrezzate per ricerche sui cetacei.

I risultati dello studio saranno restituiti in due due distinti volumi. Si precisa che la parte di monitoraggio del rumore sottomarino verrà inserita in altro documento dedicato. L'argomento trattato, infatti, è complesso e multidisciplinare ed ha richiesto la stesura di un volume a parte.

Tabella 1 - Contenuti tecnici delle quattro camp	agne annuali relative alla fase di esercizio.	. *I risultati della misura del rumore saranno	trattati in un
documento dedicato.			

documento dedicato.				
	Campagna minima (Autunno)	Campagna intermedia (Inverno)	Campagna minima (Primavera)	Campagna completa (Estate)
COLONNA D'ACQUA				
Caratteristiche fisico-chimiche				
Analisi mirobiologiche, solidi sospesi, idrocarburi totali, tensioattivi, cloro derivati.	*	*	*	*
Nutrienti, d. pigmentaria, clorofilla a, sostanza organica particellata.	*	*	*	*
Profili idrologici				
Temperatura, conducibilità, pH, , ossigeno disciolto, potenziale di ossidoriduzione.	*	*	*	*
Irradianza, irradianza spettrale, trasparenza fluorescenza della clorofilla a.	*	*	*	*
Fitoplancton	*	*		*
Oloplanton	*	*	*	*
Meroplancton	*	*	*	*
Ittioplancton	*	*	*	*
Saggi ecotossicologici				
Vibrio fischeri, Phaeodactylum tricornutum, Dicentrarchus labrax,		*		*
Paracentrotus lividus.				
SEDIMENTI				
Caratteristiche fisico-chimiche-microbiologiche				
Metalli pesanti, IPA, Cloroderivati, C. organo stannici, TOC, Idrocarburi totali, analisi mirobiologiche				*
Saggi ecotossicologici				
Vibrio fischeri, Corophium orientale, Paracentrotus lividus				*
BIOTA				
Meiobenthos		*		*
Macrozoobenthos	*	*	*	*
Bioaccumulo				
Metalli ed elementi in tracce, Idrocarburi Policiclici Aromatici, Cloroderivati, Composti organo stannici, Idrocarburi totali, analisi mirobiologiche	*	*	*	*
Biomarkers				
Alterazione strutturale e funzionale della membrana lisosomiale, Comet test, biologia delle branchie	*	*	*	*
Fauna ittica bentonectonica (reti da posta, reti a traino di				
fondo)		*		*
Fauna ittica pelagica				*
Cetacei e tartarughe marine	*	*	*	*
INDAGINI GENERALI				
Bioacustica	*	*	*	*
Misura del rumore*	*	*	*	*

Lo studio della fauna ittica bentonectonica è stato condotto mediante rete a strascico e reti da posta con l'ausilio del M/P Donato padre e del M/P Evolution. La fauna ittica pelagica è stata monitorata tramite l'impiego di reti da posta pelagiche utilizzando il M/P Evolution. Le attività di campo relative alla campagna di monitoraggio Inverno 2021 (relativo all'ottavo anno di monitoraggio) sono state effettuate tra il 2 e 8 marzo.



In **Tabella 2** la sintesi delle attività svolte con le diverse imbarcazioni. In **Allegato 3** sono riportate le date di campionamento per ogni singola campagna di ciascuna matrice (in risposta alla prescrizione 2 delle Determine 2990 DVA R.D.R 0000100.04-04-2017 e 3337 DVA R.D.R 0000277.28-09-2017, come definito dalla MOM 25-05-2017).

Tabella 2 – Calendario delle attività di campo svolte nelle campagne di esercizio A20, I21, P21, E21.						
	Autunno 2020 – A20 (Campagna minima)	Inverno 2021 – I21 (Campagna intemedia)	Primavera 2021-P21 (Campagna minima)	Estate 2021-E21 (Campagna completa)		
Indagini ambientali	10.11-30.11/2020	1.03-25.03/2021	24.05-11.06/2021	30.08-15.09/2021		
Emissioni acustiche e censimento visivo	7.11-13.11/2020	6.03-2.04/2021	2.06-15.06/2021	8.09-03.10/2021		
Fauna ittica bentonectonica	-	2.03-3.03/2021	-	7.09-14.09/2021		
Fauna pelagica	-	7.03-8.03/2021	-	1.09-2.09/2021		

# 2.2 Area di indagine

In **Figura 1** è riportata l'area di studio e i punti di campionamento, mentre le coordinate sono riportate in **Tabella 3** e le attività previste per ciascun punto per ciascuna campagna in **Tabella 6**. Si precisa che in **Tabella 3** sono riportate le coordinate teoriche. Durante il campionamento della fase di monitoraggio è stato ritenuto accettabile un margine di errore di posizionamento di 10-15 metri.

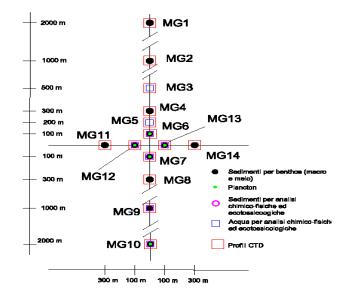
Rispetto alla fase di Bianco il cambiamento maggiore ha riguardato la stazione MG13 che ha subito uno spostamento di circa 37 metri. Il punto MG13 è comunque posizionato a 100 metri dal piano di rotazione del Terminale. Tale spostamento si è reso necessario per la presenza di strutture sottomarine come da comunicazione OLT Offshore all'autorità con lettera del 30 ottobre 2013 prot 748.

Per quanto riguarda le tempistiche e le coordinate dei siti di studio relativi al monitoraggio delle emissioni acustiche, censimento visivo, indagini sulla fauna ittica e analisi (bioaccumulo e biomarkers) sui mitili (*Mytilus galloprovincialis*) si rimanda ai paragrafi di pertinenza.

Tal	Tabella 3 – Coordinate teoriche (WGS 84) dei punti di campionamento.						
	Latitudine N Longitudine E		Latitudine N	Longitudine E			
MG1	43° 39,745'	9° 59,348'	MG8	43° 38,503'	9° 59,327'		
MG2	43° 39,205'	9° 59,339'	MG9	43° 38,125'	9° 59,321'		
MG3	43° 38,935'	9° 59,334'	MG10	43° 37,585'	9° 59,312'		
MG4	43° 38,827'	9° 59,333'	MG11	43° 38,667'	9° 59,107'		
MG5	43° 38,773'	9° 59,332'	MG12	43° 38,663'	9° 59,256'		
MG6	43° 38,719'	9° 59,331'	MG13	43° 38,685'	9° 59,399'		
MG7	43° 38,611'	9° 59,329'	MG14	43° 38,659'	9° 59,553'		



**Figura 1** - Area di studio (sopra) e disposizione dei punti di campionamento (a destra) dove sono indicate tutte le attività previste nelle diverse stazioni, sebbene non tutte siano effettuate su base stagionale. La ripartizione temporale delle attività è riportata in **tabella 4**.





	Indagine	Stazioni di campionamento	Autunno	Inverno	Primavera	Estate
	Caratteristiche fisico-chimiche e microbiologiche	MG6, MG7, MG12, MG13, MG3, MG5, MG9, MG10	*	*	*	*
Colonna d'acque	Profil idrologici (CTD) e Irradianza spettrale	MG1-MG14	*	*	*	*
Colonna d'acqua	Fitoplancton e Zooplancton	MG6, MG7, MG12, MG13, MG10	*	*	*	*
	Analisi ecotossicologiche	MG6, MG7, MG12, MG13, MG3, MG5, MG9, MG10		*		*
Biota	Macrozoobenthos	MG6, MG7, MG12, MG13, MG1, MG2, MG9, MG10; MG4, MG8. MG11, MG14	*	*	*	*
	Meiobenthos	MG6, MG7, MG12, MG13, MG1, MG2, MG9, MG10; MG4, MG8. MG11, MG14		*		*
Codimenti	Analisi fisiche e chimiche	MG6, MG7, MG12, MG13, MG9, MG10				*
Sedimenti	Analisi ecotossicologiche	MG6, MG7, MG12, MG13, MG9, MG10				*



# 2.3 Colonna d'acqua

### 2.3.1 Profili idrologici

I profili idrologici sono stati eseguiti nelle quattro stagioni di indagine ossia su base trimestrale tramite sonda Idromarambiente modello MAR-3 dotata di sensori specifici per la determinazione dei seguenti parametri: Temperatura, Conducibilità, Ossigeno, pH, Potenziale redox, Torbidità, Fluorescenza.

Nella seguente tabella vengono riportate le specifiche dei sensori e le date di taratura come richiesto nella prescrizione 4 delle Determine 2990 DVA R.D.R 0000100.04-04-2017 e 3337 DVA R.D.R 0000277.28-09-2017. Si precisa che le tarature vengono fatte sia dalla casa madre che nternamente attraverso l'uso di soluzioni standard.

<b>Tabella 5</b> - Specifiche dei sensori relativi alla sonda multiparametrica e date di taratura. IN = taratura svolta internamente. In grassetto le date delle tarature esterne, in corsivo le tarature interne.						
Parametro	Specifiche tecniche	Date taratura				
Pressione	tipo piezoresistivo, portata 0÷150 m, accuratezza 0,1 m	04/09/2020 - 02/03/2021 - 30/08/2021				
Temperatura	tipo Pt100, portata -2÷38 °C, accuratezza 0,01 °C	04/09/2020 - 02/03/2021 - 30/08/2021				
Conducibilità	tipo cella a 7 anelli, portata 0÷70 mS/cm, accuratezza 0,02 mS/cm	04/09/2020 - 02/03/2021 - 30/08/2021				
Ossigeno	tipo polarografico, portata 0÷300% di saturazione, accuratezza 1%	04/09/2020 - 02/03/2021 - 30/08/2021				

 Conditionina
 tipo della a 7 arielli, portata 0÷70 m/s/cm, accuratezza 0,02 m/s/cm
 04/09/2020 – 02/03/2021 – 30/08/2021

 Ossigeno
 tipo polarografico, portata 0÷300% di saturazione, accuratezza 1%
 04/09/2020 – 02/03/2021 – 30/08/2021

 pH
 tipo a cella di vetro, portata 2÷12, accuratezza 0,05
 04/09/2020 – 02/03/2021 – 30/08/2021

 Redox
 tipo a cella di vetro, portata -1000 ÷ +1000 mV, accuratezza 1 mV
 04/09/2020 – 02/03/2021 – 30/08/2021

 Torbidità
 portata 0÷100 NTU, accuratezza 0,05 NTU
 04/09/2020 – 02/03/2021 – 30/08/2021

 Fluorescenza
 portata 0÷50 mg/m³, accuratezza 0,05 mg/m³
 04/09/2020 – 02/03/2021 – 30/08/2021

La sonda esegue la lettura contemporanea di tutti i parametri e provvede alla compensazione automatica delle misure effettuate.

I profili sono stati eseguiti in corrispondenza di 14 stazioni la cui posizione e relative coordinate sono riportate rispettivamente in **Figura 1** e **Tabella 3**. La sonda viene calata dalla superficie fino alla massima profondità possibile evitando di toccare il fondo fatto che causerebbe una improvvisa risospensione dei sedimenti falsando la misura in corso. I dati sono stati elaborati tramite il software (free source) Ocean Data View.

I profili sottomarini della **Photosynthetic Available Radiation** (PAR) quantica (400-700nm) sono stati acquisiti tramite sonda Sea Bird Electronic 19plus V2 la misura contemporanea di due sensori Satlantic SAT-QR-9916 uno in acqua l'altro in aria. Le calate sono state eseguite fino a circa100 m.

La pendenza del profilo rappresenta l'attenuazione della PAR alle varie profondità (i diagrammi hanno ordinata orizzontale e ascissa verticale, così l'accostamento al lato destro della curva equivale ad una diminuzione di pendenza). La profondità alla quale la PAR si riduce all'1% di quella superficiale (profondità della zona eufotica, z<sub>eu</sub>) costituisce una informazione fondamentale delle caratteristiche ottiche e biologiche delle acque. La maggior o minore profondità della zona eufotica, e quindi della trasparenza delle acque, dipende dalla presenza di materiale particellato (organismi e detrito di origine autoctona e alloctona e sedimenti in sospensione di natura prevalentemente minerale) e disciolto (essenzialmente organico). Per questo motivo è indispensabile avere contemporaneamente alle misure dell'irradianza e degli spettri le stime delle componenti otticamente attive, cioè TSM (Total Suspended Matter), CDOM (Sostanza Organica Disciolta Cromoforica), fitoplancton, come verrà di seguito descritto.

L'irradianza spettrale sottomarina è stata misurata con un sistema radiometrico RAMSES TRIOS costituito da da una unità subacquea composta da due radiometri ACC/VIS per la misura della irradianza discendente ed ascendente, un radiometro ARC/VIS per la misura della radianza ascendente, un sensore di profondità (max 100 m) ed uno di inclinazione rispetto alla verticale (2 assi) TRIOS RAMSES SAMIP. Le misure contemporanee della irradianza discendente in superficie effettuate mediante un radiometro RAMSES TRIOS: ACC/VIS.

Gli spettri riportati sono stati normalizzati rispetto al loro massimo per evidenziarne le forme caratteristiche. Insieme agli spettri sono riportati i loro massimi che all'aumentare della profondità diminuiscono esponenzialmente, così come l'irradianza disponibile. Una caratteristica molto evidente è la modifica delle forme spettrali all'aumentare della profondità. L'irradianza, che in superficie è distribuita abbastanza equamente lungo tutto lo spettro, alle profondità di 50 e 70m e a 5m (considerando l'irradianza ascendente) si riduce praticamente ad una gaussiana centrata sulla  $\lambda_{max}$  che quindi rappresenta la radiazione meno attenuata e più penetrante. La  $\lambda_{max}$  passa da circa 450 nm dell'acqua pura a valori maggiori a seconda delle sostanze otticamente attive presenti in acqua: al verde quando domina l'assorbimento del fitoplancton, al giallo quando domina quello della CDOM (Sostanza Organica Disciolta Cromoforica).

Gli spettri della irradianza ascendente a 5m divisi per i loro rispettivi discendenti alla stessa profondità determinano lo spettro della riflettanza sub superficiale, proprietà ottica fondamentale negli studi di tele rilevamento.

### 2.3.2 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche

I campioni per la caratterizzazione della colonna d'acqua sono stati prelevati tramite bottiglie Niskin nelle quattro stagioni di indagine (A20, I21, P21, E21).

I campioni per le analisi fisiche e chimiche, sono stati prelevati in corrispondenza di 4 quote batimetriche (0,5 - 12,5 – 50 - 70m), come da progetto e refrigerati in attesa della consegna ai laboratori. Le analisi microbiologiche sono previste unicamente per i campioni prelevati in superficie. La determinazione del materiale particellato totale in sospensione (TSM o **solidi sospesi)** è stata effettuata raccogliendo il



particellato su filtri (Whatman GF/F diametro 47 mm) dalla filtrazione di 3-4 L del campione prelevato da bottiglia. I filtri sono stati pesati dopo 12 h in stufa ad 80 °C prima e dopo la filtrazione, successivamente i filtri sono stati combusti a 450 °C per la determinazione delle ceneri e, per differenza, della frazione organica del particellato (POM). La determinazione è avvenuta tramite metodo gravimetrico. Il materiale particellato in sospensione (TSM) può essere di natura inorganica, derivante dalla risospensione di sedimenti o materiale di erosione, oppure di natura organica e quindi costituito da organismi viventi, dai loro prodotti metabolici e dalla loro decomposizione, inoltre l'origine può essere marina (al largo di gran lunga prevalente) oppure terrestre.

Una quota dell'acqua filtrata (100 ml) è stata fissata in HgCl<sub>2</sub> 1% per le analisi dei **nutrienti inorganici disciolti** (nitriti, nitrati, ortofosfati, silicati) effettuate mediante analizzatore automatico AA4 Bran+Luebbe fino a P21 e successivamente con EasyChem Plus Systea. Un'altra quota (100 ml) è stata immediatamente analizzata per la determinazione della **sostanza organica disciolta cromoforica (CDOM).** La CDOM, o sostanza organica disciolta cromoforica, è costituita da sostanze di varia provenienza (prodotti di degradazione e di escrezione, apporti terrigeni ecc.) ed è una sostanza otticamente attiva nel senso che ha un forte assorbimento nell'UV e nel blu rispetto a quello molto basso o nullo nel rosso. Gli assorbimenti (a) nell'UV o nel blu possono essere considerati come stime delle concentrazioni della CDOM espresse in m<sup>-1</sup>.

I metodi relativi alle analisi effettuate sui campioni di acqua sono riassunti nella Tabella 6.

### Analisi microbiologiche

Le **analisi microbiologiche** per la ricerca di coliformi fecali, coliformi totali, streptococchi fecali, sono state effettuate seguendo le seguenti metodologie.

Coliformi totali: APAT CNR IRSA 7010 C Man 29 2003 Coliformi fecali: APAT CNR IRSA 7020 B Man 29 2003

Streptococchi fecali (Enterococchi): CNR IRSA 7040 C Man 29 2003

Prova	Metodo	Unita Misura	Limite Rilevabilita	
Nutrienti inorganici	Spettrofotometria	μM	0,03	
Sostanza organica disciolta	Spettrofotometria	m⁻¹	0,04	
Solidi sospesi	Metodo gravimetrico	mg/l	0,00001	
Clorofilla a	HPLC	mg m <sup>-3</sup>	0,05	
Idrocarburi totali	UNI EN ISO 9377-2:2002	µg/l	10	
Tensioattivi anionici	MP 287 REV 0 2019	mg/l	0,05	
Tensioattivi non ionici	UNI 10511-2:1996+A1:2000	mg/l	0,03	
Acidi aloacetici		<u> </u>	·	
Dalapon	EPA 552.3 2003	μg/l	0,5	
Acido Dibromoacetico	EPA 552.3 2003	µg/l	0,5	
Acido Tribromoacetico	EPA 552.3 2003	μg/l	2	
Acido Monobromoacetico	EPA 552.3 2003	μg/l	0,5	
Acido Bromodicloroacetico	EPA 552.3 2003	μg/l	0,5	
Acido Bromocloroacetico	EPA 552.3 2003	μg/l	0,5	
Acido Dicloroacetico	EPA 552.3 2003	µg/l	2	
Acido Tricloroacetico	EPA 552.3 2003	μg/l	0,5	
Acido Monocloroacetico	EPA 552.3 2003	μg/l	2	
Acido Clorodibromoacetico	EPA 552.3 2003	μg/l	2	
Aloacetonitrili				
Dibromoacetonitrile	EPA 551 1990	μg/l	0,05	
Dicloroacetoitrile	EPA 551 1990	μg/l	0,05	
Tricloroacetonitrile	EPA 551 1990	μg/l	0,05	
1,1,1-Tricloro-2-Propanone	EPA 551 1990	μg/l	0,2	
1,1-Dicloro-2-Propanone	EPA 551 1990	μg/l	0,05	
Cloropicrina	EPA 551 1990	µg/l	0,5	
Alometani e Composti Organici Vo	latili (VOC)			
Cloroformio	EPA 5030C:2003+EPA 8260D2018	μg/l	0,01	
Carbonio Tetracloruro	EPA 5030C:2003+EPA 8260D2018	µg/l	0,01	
Tricloro Etilene	EPA 5030C:2003+EPA 8260D2018	μg/l	0,01	
Dicloro Bromo Metano	EPA 5030C:2003+EPA 8260D2018	μg/l	0,01	
Tetracloro Etilene	EPA 5030C:2003+EPA 8260D2018	μg/l	0,01	
Dibromo Cloro Metano	EPA 5030C:2003+EPA 8260D2018	µg/l	0,01	
Bromoformio	EPA 5030C:2003+EPA 8260D2018	µg/l	0,01	
1,2-Dibromo Etano	EPA 5030C:2003+EPA 8260D2018	µg/l	0,01	
1,1,1-Tricloro Etano	EPA 5030C:2003+EPA 8260D2018	µg/l	0,01	



1	Tabella 6 - Metodi relativi alle analisi effettuate sui campioni di acqua.						
Prova	Metodo	Unita Misura	Limite Rilevabilita				
1,1,2-Tricloro Etano	EPA 5030C:2003+EPA 8260D2018	μg/l	0,01				
Alofenoli							
2,4-Diclorofenolo	EPA 3510C 1996+EPA 8270E 2018	μg/l	0,2				
4-Cloro-3-Metilfenolo	EPA 3510C 1996+EPA 8270E 2018	μg/l	0,2				
2,4,6-Triclorofenolo	EPA 3510C 1996+EPA 8270E 2018	μg/l	0,2				
Pentaclorofenolo	EPA 3510C 1996+EPA 8270E 2018	μg/l	0,2				

### 2.3.3 Plancton

Il piano di campionamento adottato per lo studio del plancton prevede il prelievo in corrispondenza di 5 stazioni (MG6, MG7, MG10, MG12, MG13) selezionate tra le stazioni delle analisi idrologiche. Per la disposizione dei punti e relative coordinate si rimanda alla **Figura 1** e alla **Tabella 3**.

# 2.3.3.1 Fitoplancton

Lo studio della componente fitoplanctonica è stato condotto attraverso il prelievo di acqua a quattro diverse quote batimetriche (0,5, 12,5, 50 e 70m). Il campionamento è stato eseguito tramite bottiglie tipo Niskin ed in ciascuna stazione sono stati prelevati 10 L di acqua marina. Parte del campione prelevato da bottiglia (3-4 L) è stata filtrata su filtri Whatman GF/F (Ø 45 mm) per la successiva estrazione in acetone e determinazione della **clorofilla a** e della diversità pigmentaria. La **clorofilla a** è stata determinata tramite spettrofotometro e tramite HPLC. I dati di seguito mostrati provengono dall'analisi in HPLC.

La diversità pigmentaria è stata determinata in HPLC. La diversità pigmentaria è rappresentata dalle concentrazioni di nove pigmenti diagnostici principali. Le concentrazioni dei pigmenti sono in relazione (oltre ad altri fattori eco-fisiologici) alla composizione delle comunità fitoplanctoniche ed ognuno dei pigmenti può essere utilizzato, pur essendo in alcuni casi presente in più gruppi tassonomici, come marker diagnostico privilegiato di un gruppo tassonomico. Nella **Tabella 7** sono specificati i pigmenti, la sigla di abbreviazione con cui verranno citati e la principale classe o gruppo tassonomico di appartenenza.

Tabella 7 - Elenco dei pigme appartenenza.	nti determinati, si	gla e raggruppamento tassonomico di
Pigmento	Abbreviazione	Principale Classe rappresentata
Clorofilla b + Divinilclorofilla b	Chl b	Clorophyta
Divinilclorofilla a	DVA	Cianobatteri Prochlorococcus
Zeaxantina	Zea	Cianobatteri Synechococcus-like
Peridinina	Perid	Dinoflagellati
Butanoiloxifucoxantina	But-Fuco	Dictyochophyceae, Chrysophyceae,
Fucoxantina	Fuco	Diatomee
Hesanoiloxifucoxantina	Hex-Fuco	Prymnesiophyceae Coccolitofori
Prasinoxantina	Prasino	Clorophyta Prasinophyceae
Alloxantina	Allo	Cryptophyceae

Una quota di 500ml di campione tal quale è stata fissata con formalina neutralizzata (concentrazione finale 0,74%) per l'analisi qualiquantitativa del fitoplancton. Per l'analisi qualitativa della composizione del microfitoplancton, è statu effettuatu un campionamento verticale da -70m alla superficie, con retino con maglia di porosità 10µm; il campione prelevato dal bicchiere di raccolta, dopo un risciacquo con acqua di mare, è stato fissato con formalina neutralizzata (concentrazione finale 3%). Aliquote variabili sono state messe a sedimentare in camere combinate e osservate al microscopio inverso (Zeiss IM35, Zeiss IM, 400x) per il conteggio e la determinazione tassonomica del fitoplancton. Per la determinazione tassonomica sono stati utilizzati i principali testi citati in Zingone et al. (2010) e Avancini et al. (2006a).

# 2.3.3.2 Zooplancton

Lo studio della componente zooplanctonica è finalizzato alla identificazione dei popolamenti oloplanctonici, meroplanctonici ed ittioplantonici. L'oloplancton include gli organismi che trascorrono l'intero ciclo vitale nel comparto pelagico, mentre il meroplancton comprende quegli invertebrati che trascorrono solo una parte della loro vita allo stadio planctonico, preceduto o sostituito in forma adulta da quello bentonico o nectonico. Le larve planctoniche di invertebrati bentonici in fase adulta (meroplancton) e di teleostei (ittioplancton) rappresentano la risorsa principale per la dispersione del benthos e per lo sviluppo del necton.

Lo studio è stato condotto tramite pescate orizzontali e pescate verticali a diverse profondità. L'oloplancton è stato campionato con retino standard WP-2, a chiusura con vuoto di maglia di 200 µm, flussometro e specifico meccanismo di sgancio; meroplancton e ittioplancton con retino tipo WP-2, modificato, a chiusura, con vuoto di maglia di 335 µm, anch'esso dotato di flussometro e meccanismo di sgancio. Ciò ha permesso agli operatori di selezionare la porzione di colonna d'acqua da analizzare.



In accordo alle metodiche standard relative allo studio del plancton marino, la velocità di traino del retino è stata di circa 1m/s (2 nodi). Ove possibile, per ridurre le tempistiche della campagna di studio, sono state fatte 2 pescate, utilizzando contemporaneamente i retini da olo e meroplancton. Per escludere errori di campionamento dei diversi gruppi planctonici, soggetti ad importanti migrazioni nictemerali, tutte le pescate orizzontali e le pescate verticali superficiali sono avvenute nelle ore comprese tra il tramonto e l'alba (Andersen *et al.*, 1992, Andersen *et al.*, 1993). Gli altri campionamenti sono stati condotti durante le ore diurne. Per ogni campione sono state registrate le principali condizioni meteo-marine: stato del mare, forza del vento e copertura del cielo.

I campionamenti verticali sono stati effettuati in 4 stazioni MG6, MG7, MG12 e MG13 (ubicate a 100m dal sito di posizionamento del Terminale, nelle quattro direzioni cardinali) ed 1 stazione di controllo (MG10) a circa due miglia dal punto di posizionamento del rigassificatore. I campioni sono stati prelevati dal fondo a -50m e da -50m alla superficie (- 1m). Per lo studio del meroplancton e dell'ittiopancton sono state effettuate due repliche. I campionamenti orizzontali sono stati realizzati nelle medesime stazioni trainando il retino per 15 minuti, alla profondità di -0,5 -1m.

I campioni biologici totali sono 75; 15 oloplanctonici (5 orizzontali, 10 verticali), 30 meroplanctonici (10 orizzontali, 20 verticali). Per il solo campione oloplanctonico vengono registrati anche i dati relativi alla stima della biomassa con il metodo volumetrico di misura per sedimentazione in cilindri graduati da 100ml dopo 24 ore (Camatti e Ferrari in ISPRA, 2010). La scelta del metodo, rispetto alle indagini biochimiche o al calcolo della biomassa attraverso peso secco e/o umido, è preferibile in quanto, trattandosi del campione di controllo la metodologia conservativa permette di preservare in toto l'intero campione. Tutti i valori sono espressi come numero di individui per metro cubo di acqua filtrata. Per l'identificazione dello zooplancton sono stati utilizzati i seguenti testi: Avancini M. et al. 2006; Bertolini F. et al., 1931-1956; Dos Santos A. e Lindley J.A., 2001; Dos Santos, A. e Gonzalez-Gordillo J.I., 2004; Ghirardelli E. e Gamulin T., 2004; Olivar M.P. e Fortuño J.M., 1991; Pessani D. et al., 2004; Ré P. e Meneses I., 2008; Thiriot A., 1974; Trégouboff G. e Rose M., 1957.

Per quanto riguarda il meroplancton si è provveduto ad analizzare parte del campione in vivo e parte fissato in formalina al 4%. L'osservazione del campione in vivo è utilizzata per ovviare all'alterazione di alcuni caratteri distintivi dell'animale dovuti al fissaggio con la formalina, quali perdita di arti od altre strutture indispensabili per l'identificazione; la decolorazione in alcune fasi larvali. I risultati sono presentati congiuntamente in un'unica tabella in quanto il popolamento è la somma delle due frazioni.

Si precisa che per quanto riguarda l'ittioplancton, la presenza di un contingente non identificabile (larvae ind.) è attribuibile alla presenza di fasi larvali di poche ore di vita che non consentono la caratterizzazione morfologica e l'identificazione specifica se non attraverso indagini di tipo molecolare, non previsti dai metodi di studio del presente lavoro.

# 2.3.4 Saggi ecotossicologici

Il prelievo delle acque per i test eco tossicologici è stato effettuato nell'Inverno 2021 e nell'estate 2021 tramite bottiglia Niskin in 6 stazioni (MG3, MG5, MG6, MG7, MG13, MG12) più due controlli (MG9, MG10). I punti coincidono con quelli scelti per la caratterizzazione della colonna d'acqua (**Figura 1**). In questo caso però i test sono stati eseguiti in corrispondenza di 3 livelli batimetrici (0,5 - 12,5 - 50m). Per le coordinate si rimanda alla **Tabella 3**. In assenza di una normativa ad hoc, per la valutazione della tossicità si fa riferimento alla **Tabella 8** utilizzata per gli elutriati (fase acquosa) per i saggi condotti con *V. fischeri*, *P. lividus*, *P. tricornutum* e *D. labrax* ed indicata nel "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini" (ICRAM, 2007).

Tabella 8 - Scala di tossicità relativa al test condotto con Paracentrotus lividus, Vibrio fischeri, Phaeodactylum tricornutum e Dicentrarchus labrax.									
Paracentrotus livi	dus	Vibrio fischeri		Phaeodactylum tricomutum		Dicentrarchus labrax			
EC20/50	Tossicità	EC20/50	Tossicità	EC20/50	Tossicità	EC20/50	Tossicità		
EC20 ≥ 90%	Assente	EC20 ≥ 90%	Assente	EC20 ≥ 90%	Assente	EC20 ≥ 90%	Assente		
EC20< 90%, EC50> 100%	Bassa	EC20< 90%, EC50≥ 90%	Bassa	EC20< 90%, EC50≥ 100%	Bassa	EC20< 90%, EC50≥ 100%	Bassa		
40% ≤ EC50 < 100%	Media	20% ≤ EC50 < 90%	Media	40% ≤ EC50 < 100%	Media	40% ≤ EC50 < 100%	Media		
EC50 < 40%	Alta	EC50 < 20%	Alta	EC50 < 40%	Alta	EC50 < 40%	Alta		

### Vibrio fischeri (sistema Microtox®) - fase liquida

Vibrio fischeri è un batterio marino Gram-negativo ed eterotrofo, appartenente alla famiglia delle Vibrionaceae. Il sistema Microtox® è un test biologico di tossicità acuta basato sull'utilizzo della bioluminescenza naturale di questa specie. Poiché in presenza di contaminanti l'emissione di luce diminuisce, la misura dell'eventuale inibizione della bioluminescenza, a seguito dell'esposizione del batterio ad una sostanza nota o ad un campione naturale di acqua o sedimento, consente di valutare il grado di tossicità acuta della sostanza o della matrice testata. Il saggio biologico è stato applicato all'acqua di mare filtrata a 0,45µm.

Procedimento del test – Sono state adottate le procedure previste dal protocollo UNI EN ISO 11348:2009 e dal protocollo "Basic" (Azur Environmental, 1995), a partire da una concentrazione del 90% del campione di acqua, con la sostituzione dei diluenti standard (NaCl al 3,5%) con acqua marina naturale. Tale modifica al protocollo originale è stata apportata poiché l'acqua di mare fornisce un ambiente osmotico e fisiologico più idoneo all'attività metabolica dei batteri rispetto al diluente standard e consente di ottenere, pertanto, risultati più verosimili nello studio di ambienti marino-salmastri. La relazione dose-risposta, ovvero concentrazione del campione-inibizione della bioluminescenza, è stata elaborata mediante un software dedicato (Microtox Omni™ v. 1.16), che consente di individuare l'EC50 (e/o l'EC20), cioè la concentrazione del campione cui corrisponde una riduzione della bioluminescenza pari al 50% (20%).



### Phaeodactylum tricornutum

Phaeodactylum tricornutum Bohlin è una diatomea appartenente al gruppo delle Bacillarioficee, ordine delle Pennales.

Procedimento del test – Il principio del test, di tipo cronico, consiste nell'esporre una coltura algale pura in fase esponenziale per diverse generazioni a concentrazioni note di campione, in condizioni fisico-chimiche standardizzate e con un definito ed omogeneo apporto di nutrienti. E' stato adottato il protocollo ISO 10253:2006. Al termine del periodo d'incubazione viene confrontata la crescita algale nel campione con quella del controllo. Il test è stato condotto su campioni della colonna d'acqua. Come terreno di coltura, controllo e diluente è stata impiegata acqua di mare naturale, arricchita con lo stock di nutrienti indicato dal protocollo e sterilizzata tramite filtrazione su membrana da 0,45mm.

Un'aliquota di sospensione algale proveniente da una coltura pura in fase di crescita esponenziale è stata conteggiata automaticamente tramite lo strumento camera di Burker e diluita in acqua marina, fino ad ottenere una densità di 1.000.000 cell/ml.

Il saggio biologico è stato organizzato con 3 repliche di ogni campione in beute da 50ml.

Sono state effettuate n. 5 diluizioni scalari (1:2) e ogni beuta è stata inoculata in modo da ottenere una densità iniziale di cellule pari a 10.000 cellule/ml. Le beute sono state successivamente incubate per 72 h in camera termostatica a  $20 \pm 2$  °C, con regime di illuminazione continua del tipo cool white e con una intensita` compresa tra 7.000 e 8.000 lux (ISO, 10253). La densità algale dei campioni è stata determinata al termine delle 72h.

Ceppo algale: CCAP 1052/1, proveniente da Centre Collection of Algae and Protozoa, SAMS Research Services Ltd, Dunstaffnage Marine Laboratory, OBAN, Argyll PA37 1QA, Scotland.

### Dicentrarchus labrax

I saggi sono stati condotti in accordo con la metodica OCSE n. 203 (Fish Acute Toxicity Test), con le modificazioni relative alla specie indicate in "Applicazione di saggi biologici su acque e sedimenti marini utilizzando stadi larvali e giovanili di branzino (*Dicentrarchus labrax* L.)" (ARPA Ferrara, <a href="http://www.arpa.emr.it/ferrara/sito\_fad\_web/intromod3.htm">http://www.arpa.emr.it/ferrara/sito\_fad\_web/intromod3.htm</a>) e le linee guida indicate nel D.D. 23/12/2002.

Sono stati utilizzati giovanili (dimensioni 47±8mm in Inverno 2019e dimensioni 58±9mm in estate 2019) di *D. labrax*, provenienti da una avannotteria commerciale in un test di mortalità a 96h. I campioni di acqua sono stati utilizzati al 100% (senza diluizione, in triplicato). Il controllo, ugualmente in triplicato, è stato effettuato utilizzando acqua di mare naturale. In caso di mortalità superiore al 10 % (limite di mortalità accettabilità nel controllo) è prevista l'esecuzione di un test completo con diluizioni scalari alla ricerca dei parametri ecotossicologici LC20/50. Sebbene non siano disponibili indicazioni ufficiali e normate, come tossico di riferimento è stato utilizzato il sodio laurilsolfato (SLS), come indicato nella metodica ARPA Ferrara.

### Paracentrotus lividus

Il test d'embriotossicità è basato sulla capacità degli zigoti (uova fecondate) di raggiungere lo stadio di pluteo durante l'esposizione per 48/72 ore alla matrice acquosa testata. L'assenza o una riduzione significativa dei plutei (presenza degli stadi inferiori al pluteo) e/o la presenza di plutei anomali dimostra la tossicità cronica della matrice testata. Prima dell'allestimento del test sono misurati i seguenti parametri dell'acqua: pH e la salinità.

Procedimento del test - Il test è stato allestito in tre repliche, secondo il protocollo integrato EPA/600/R-95/136. L'emissione dei gameti maschili e femminili è stata provocata mediante l'iniezione di 0,5ml di KCl 1M nella cavità celomatica degli organismi. Lo sperma (minimo da tre maschi) è stato raccolto "a secco" e conservato fin al suo utilizzo a 4°C. Le uova (minimo da tre femmine) sono state raccolte "a umido" separatamente da ogni femmina e dopo la valutazione della loro maturità, sono state unite e diluite in acqua di mare naturale filtrata alla concentrazione richiesta dal test (200 uova/ml). La soluzione di uova è stata conservata a 16±2°C. La concentrazione dello sperma è stata determinata in camera di conta (Thoma). Sulla base del conteggio è stata preparata la sospensione dello sperma stimando il rapporto predefinito tra uovo e sperma (1:15000). Nel test di embriotossicità, gli zigoti sono stati esposti a concentrazioni crescenti degli elutriati (100, 50 e 25%). In ogni provetta è stato aggiunto 1ml della soluzione d'uova fecondate alla concentrazione 200 zigoti/ml. Le provette sono state incubate per 72 ore alla temperatura di 16±2°C. Il processo di sviluppo embrionale è stato bloccato con l'aggiunta di 1 ml del formaldeide. Al microscopio sono stati contati 100 embrioni e calcolata la percentuale dei plutei regolari in ogni provetta.

Stima della tossicità - Al fine di calcolare la percentuale degli embrioni che non hanno raggiunto lo stadio di pluteo, è stata applicata la correzione di "Abbott" secondo la seguente formula:

(x - y) \* 100 \* (100 - y)-1

x = % embrioni che non hanno raggiunto lo stadio di pluteo nel campione da testare; y = % dei plutei nel controllo.

In assenza di una normativa ad hoc, per la valutazione della tossicità si fa riferimento a quella utilizzata per gli elutriati (fase acquosa) (Tabella 8).

# 2.4 Sedimenti

Il sedimento per le analisi fisiche, chimiche, eco tossicologiche e microbiologiche è stato campionato nell'estate 2021 mediante box corer, prelevando da ciascun campione i primi 2cm. Il prelievo dei sedimenti è stato effettuato in 4 stazioni (MG6, MG7, MG13, MG12) e due controlli (MG9, MG10). Per la disposizione dei punti e relative coordinate si rimanda alla **Figura 1** e alla **Tabella 3** rispettivamente.



# 2.4.1 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche

### Analisi granulometriche

L'analisi granulometrica per densitometria viene effettuata secondo ASTM D 422-63 (Reapproved 2002). Le dimensioni delle particelle vengono determinate indirettamente, misurandone il tempo di sedimentazione all'interno di un cilindro da 1L, contenente una dispersione delle particelle stesse in acqua distillata. Per il calcolo del diametro del singolo granulo di limo e di argilla, si fa riferimento alla legge di Stokes (1880), la quale permette di determinare il diametro di una sfera avente peso specifico noto, della quale sia nota la velocità di caduta V (in cm/sec), all'interno di un liquido di peso specifico e viscosità conosciuti. Nel corso della prova viene misurata la velocità di caduta delle particelle, vale a dire del tempo che la singola particella impiega per percorrere una determinata distanza. Le letture di tale distanza vengono effettuate mediante un densimetro, che viene introdotto nel cilindro contenente le particelle in esame.

### Analisi chimiche

Per la determinazione dei **metalli** (escluso il mercurio) la mineralizzazione del sedimento è stata effettuata seguendo la metodica EPA 3051/A (edizione corrente del Febbraio 2007) su circa 0,45 grammi di sostanza secca (pesati allo 0,1mg), mediante un sistema di digestione a microonde opportunamente programmato, utilizzando una miscela acida composta da 9ml di HNO<sub>3</sub> concentrato e 3ml di HCl concentrato. Al termine della mineralizzazione i campioni vengono filtrati e portati ad un volume finale di 25ml utilizzando acqua Millipore.

L'accuratezza delle procedure di digestione (ove effettuata) e di analisi dei campioni è stata verificata impiegando i materiali standard di riferimento (LGC 6137 o MESS-3); le tarature degli strumenti sono effettuate con soluzioni standard certificate e tracciabili NIST.

Si precisa che la lista dei composti cloroderivati è stata fornita da ISPRA dopo l'approvazione del piano.

La lista completa degli analiti ricercati e relativi metodi sono riportati in Tabella 9.

Tabella 9 -	Metodi relativi alla analisi chimiche effettuate sui campioni di sedir	mento.	
	Metodo	Unita Misura	Limite Rilevabilita
Idrocarburi C10 – C40	UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg	1,5
Idrocarburi C<10	EPA 5021A 2014 + EPA 8015C 2007	mg/kg	0,5
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	EPA 3545A:2007 + EPA 3630C:1996 + EPA 8270E:2018	mg/kg	0,001
Total Organic Carbon (TOC)	UNI EN 15936:2012	mg/kg	100
Composti organostannici	UNI EN ISO 23161:2011	mg/kg	0,001
Alluminio (Al)	EPA 3051 A:2007 + EPA 6010D:2018	%	0,03
Bario (Ba)	EPA 3051 A:2007 + EPA 6010D:2018	mg/kg	1,0
Cromo totale (Cr tot)	EPA 3051 A:2007 + EPA 6010D:2018	mg/kg	1,0
Ferro (Fe)	EPA 3051 A:2007 + EPA 6010D:2018	%	0,03
Manganese (Mn)	EPA 3051 A:2007 + EPA 6010D:2018	mg/kg	5,0
Nichel (Ni)	EPA 3051 A:2007 + EPA 6010D:2018	mg/kg	1,0
Rame (Cu)	EPA 3051 A:2007 + EPA 6010D:2018	mg/kg	1,0
Zinco (Zn)	EPA 3051 A:2007 + EPA 6010D:2018	mg/kg	1,0
Arsenico (As)	EPA 3051 A:2007 + EPA 7010:2007	mg/kg	0,3
Cadmio (Cd)	EPA 3051 A:2007 + EPA 7010:2007	mg/kg	0,01
Piombo (Pb)	EPA 3051 A:2007 + EPA 7010:2007	mg/kg	0,3
Mercurio (Hg)	EPA 7473:2007	mg/kg	0,005
Acidi aloacetici			*
Dalapon	MI/C/10	μg/kg	0,4
Acido Dibromoacetico	MI/C/10	μg/kg	0,2
Acido Tribromoacetico	MI/C/10	μg/kg	5
Acido Monobromoacetico	MI/C/10	μg/kg	0,4
Acido Bromodicloroacetico	MI/C/10	μg/kg	0,4
Acido Bromocloroacetico	MI/C/10	μg/kg	0,4
Acido Dicloroacetico	MI/C/10	μg/kg	1,6
Acido Tricloroacetico	MI/C/10	μg/kg	0,2
Acido Monocloroacetico	MI/C/10	μg/kg	3
Acido Clorodibromoacetico	MI/C/10	μg/kg	1,2
Alometani, aloacetonitrili, composti org			
Cloroformio	EPA 5035A:2002 + EPA8260D:2018	μg/kg	0,05
1,1,1-Tricloroetano	EPA 5035A:2002 + EPA8260D:2018	μg/kg	0,05
Tetracloruro di carbonio	EPA 5035A:2002 + EPA8260D:2018	μg/kg	0,05
Tricloroetilene	EPA 5035A:2002 + EPA8260D:2018	μg/kg	0,05
Bromodiclorometano	EPA 5035A:2002 + EPA8260D:2018	μg/kg	0,05
1,1,2-Tricloroetano	EPA 5035A:2002 + EPA8260D:2018	μg/kg	0,05
Tetracloroetilene	EPA 5035A:2002 + EPA8260D:2018	μg/kg	0,05



Tabell	a 9 - Metodi relativi alla analisi chimiche effettuate sui campioni di sedir	mento.	
	Metodo	Unita Misura	Limite Rilevabilita
Bromoformio	EPA 5035A:2002 + EPA8260D:2018	μg/kg	0,05
Dibromoclorometano	EPA 5035A:2002 + EPA8260D:2018	μg/kg	0,05
1,2-Dibromoetano	EPA 5035A:2002 + EPA8260D:2018	μg/kg	0,05
Tricloroacetonitrile	MI/C/11	μg/kg	0,05
Dicloroacetonitrile	MI/C/11	μg/kg	0,05
1,1-dicloro-2-propanone	MI/C/11	μg/kg	0,5
1,2,3-Tricloropropano	EPA 5035A:2002 + EPA8260D:2018	μg/kg	0,05
Dibromoacetonitrile	MI/C/11	μg/kg	5
1,2-Dibromo-3-Cloro-propano	EPA 5035A:2002 + EPA8260D:2018	μg/kg	0,2
1,1,1-Tricloro-2-propanone	MI/C/11	μg/kg	1
Alofenoli (SVOC)			
2,4-Diclorofenolo	EPA 3545A:2007 + EPA 3630C:1996 + EPA 8270E:2018	μg/kg	0,5
2,4,6-Triclorofenolo	EPA 3545A:2007 + EPA 3630C:1996 + EPA 8270E:2018	μg/kg	0,5
4-Cloro-3-Metilfenolo	EPA 3545A:2007 + EPA 3630C:1996 + EPA 8270E:2018	μg/kg	0,5

# Analisi microbiologiche

La ricerca di coliformi fecali, coliformi totali, streptococchi fecali sono state effettuate seguendo le seguenti metodologie.

Coliformi totali e fecali: CNR IRSA 2003 7010.

Streptococchi fecali (Enterococchi): APAT CNR IRSA 7040/metodo C (2003).

# 2.4.2 Saggi ecotossicologici

### Paracentrotus lividus

Il test d'embriotossicità è stato efettuato sull'elutriato.

Gli elutriati vengono preparati dai sedimenti freschi secondo il protocollo EPA 823-B-98-004. February 1998. Un'aliquota del sedimento da testare è unita con il volume calcolato dell'acqua di mare naturale filtrata in rapporto 1:4. Le sospensioni ottenute sono poste in agitazione per 1 ora e in seguito centrifugate a temperatura di 10°C per 20' a 3000rpm. Il sopranatante, che rappresenta l'elutriato, è prelevato e conservato alla temperatura di -30°C. Prima dell'allestimento del test sono stati misurati i seguenti parametri dell'elutriato: pH e la salinità. Procedimento del test - Il test è stato condotto con le stesse procedure descritte per il test di embriorossicità condotto sull'acqua (EPA/600/R-95/136).

La tossicità degli elutriati è stata stimata sulla base dei valori di EC20 ed EC50, calcolati con i metodi Trimmed Spearman-Karber e Probit. Per la stima della tossicità vedi **Tabella 8.** 

### Corophium orientale

Il principio del saggio biologico con *C. orientale*, consiste nell'esposizione di un numero stabilito di organismi per 28 giorni al sedimento tal quale, con la finalità di stimare la percentuale di mortalità degli organismi stessi.

Gli anfipodi sono stati campionati setacciando il sedimento (con setaccio a maglia di 0,5mm) per selezionare organismi giovani (~4mm) idonei per il test, scartando gli individui maturi e quelli di taglia minore (< 4mm). Gli anfipodi selezionati sono portati in laboratorio ed acclimatati alle seguenti condizioni: Temperatura dell'acqua:  $16 \pm 2$ °C; Salinità:  $36 \pm 2$ %; Illuminazione: continua;  $O_2$  disciolto nell'acqua sovrastante il sedimento: > 60%.

Procedimento del saggio - Il saggio è allestito secondo il protocollo ISO 16712:2005, EPA/600/R-94/025). Circa 200cc di sedimento da testare vengono introdotti all'interno di un barattolo da 1 litro e vengono aggiunti circa 750cc di acqua di mare naturale filtrata. Per ogni campione sono state allestite 4 repliche e in ciascun barattolo sono stati inseriti 25 individui. Come sedimento di controllo è stato utilizzato il sedimento nativo proveniente da un sito non contaminato.

Dopo 28 giorni il contenuto di ogni becker è stato setacciato (500µm) e gli organismi vivi contati. Sono stati considerati morti gli anfipodi che, dopo una delicata stimolazione, non mostravano alcun movimento. La sensibilità degli organismi (96 h LC50) è stata determinata tramite l'esposizione per 96 ore a concentrazioni crescenti di CdCl<sub>2</sub> (0,8 mg/l; 1,6 mg/l; 3,2 mg/l; e 6,4 mg/l).

All'inizio e alla fine del saggio biologico sono stati misurati i seguenti parametri dell'acqua sovrastante il sedimento: pH, salinità, NH<sub>4</sub>+ e ossigeno disciolto. Per la stima della tossicità vedi **Tabella 10.** 

Tabella 10 - Scala di to orientale e Vibrio fisch		a test ecotossicologico	con Corophium	
Corophium or	ientale	Vibrio fischeri		
EC20/50 Tossicità		Sediment Toxicity Index	Tossicità	
M ≤ 15%	Assente	0 <s.t.i≤ 1<="" td=""><td>Assente</td></s.t.i≤>	Assente	
15% < M ≤ 30%	Bassa	1 <s.t.l≤ 3<="" td=""><td>Bassa</td></s.t.l≤>	Bassa	
30% < M ≤ 60%	Media	3 <s.t.i≤ 6<="" td=""><td>Media</td></s.t.i≤>	Media	
M > 60%	Alta	6 <s.t.i≤ 12<="" td=""><td>Alta</td></s.t.i≤>	Alta	



### Vibrio fischeri (sistema Microtox®) - fase solida

Il saggio biologico è stato applicato al sedimento tal quale, seguendo la metodica Microtox Solid Phase Test (SPT) indicata in "Metodologie analitiche di Riferimento, ICRAM, 2001 – APPENDICE 2 Valutazione della tossicità naturale nel saggio Microtox in fase solida: la normalizzazione pelitica, Onorati et al. 2001."

In sintesi i batteri sono stati esposti in 35ml di acqua di mare naturale per 20 minuti in agitazione (T 15 °C) a 7g di sedimento umido. N. 2 aliquote di 1,5ml sono state prelevate con una pipetta con un puntale del diametro di 1mm, passate in una colonna filtro: su tale frazione acquosa è stata condotto il test, attraverso l'applicazione di 13 diluzioni scalari e 3 controlli.

I valori di EC50 in mg/l sono stati normalizzati per il peso secco del sedimento. Successivamente il valore di EC50 è stato convertito da mg/l in percentuale; tale valore è stato poi trasformato in unità tossiche (TU=100/EC50). Ai fini del calcolo del Sediment Toxicity Index (STI) è stato necessario anche calcolare la tossicità naturale stimata attraverso l'algoritmo di correzione pelitica: y=0.28+2.728\*%pelite (sulla frazione < 1mm). Per le analisi è stato utilizzato il lotto batterico n. 14A4003 (scadenza 01/2016, ECOTOX s.r.l., Pregnana Milanese, MI). Per la stima della tossicità vedi **Tabella 10**.

Prima dell'analisi, la taratura dello strumento e la qualità dei batteri sono state controllate con il tossico di riferimento (fenolo); il valore di EC50 dopo 5 minuti è risultato 19,26mg/l (valori di riferimento EC50=13-26mg/l, metodica ISO 11248-3 2007).

I batteri sono stati inoltre testati con un'altra sostanza di riferimento (Cu++): i valori EC50 a 5 minuti di 0.86 mg/l e di 0.49 mg/l a 15 minuti sono rientrati all'interno del range di riferimento relativo al test Microtox® (0,42 – 1,16mg/l e 0,03 – 0,75mg/l rispettivamente per il test a 5 e 15 minuti) UNICHIM (Onorati et al. 2007).

### 2.5 Biota

### 2.5.1 Macrozoobenthos

Il campionamento dei sedimenti per la caratterizzazione di popolamenti macrobentonici è stato effettuato nelle quattro stagioni (A-20, I-21, P-21, E-21) tramite benna Van Veen (con volume pari a 25 litri e superficie di campionamento di 0,1m² in corrispondenza di 4 stazioni prossime al Terminale (MG13, MG12, MG6, MG7) e 4 poste a 300 m da esso (stazioni Intermedie: MG4, MG8, MG11, MG14) e 4 poste tra i 1000 e i 2000 metri da esso (MG9, MG10, MG1, MG2).

Per la disposizione dei punti e relative coordinate si rimanda alla **Figura 1** e alla **Tabella 3** rispettivamente. Ciascun campione è stato setacciato su maglia 0,5mm e fissato in formalina al 8 % in acqua di mare per ridurre eventuali fenomeni di shock osmotico. In ciascuna stazione sono state prelevate 4 repliche. I campioni sono stati quindi esaminati in laboratorio. Prima di procedere al sorting, i campioni sono stati lavati, per eliminare la formalina. Il sorting è stato effettuato con l'ausilio di uno stereomicroscopio da dissezione. La determinazione tassonomica è stata fatta, quando possibile, fino al livello di specie. Gli individui sono stati conservati in alcool al 70%. Dopo la determinazione tassonomica è stata costruita una matrice specie x stazioni sottoposta a Cluster Analysis e non-metric Muldimensional Scaling (n-MDS) dopo aver ottenuto la matrice triangolare tramite la similarità di Bray-Curtis. I dati non sono stati traformati (Clarke & Warwick, 2001). La Cluster analysis è una tecnica di classificazione che raggruppa le stazioni sulla base della loro percentuale di similarità. L'MDS è una tecnica di ordinamento che restituisce un piano bi o tridimensionale dove le stazioni sono posizionate in base alla loro similarità reciproca. Nel caso dell'MDS non metrico l'ordinamento viene fatto basandosi sui ranghi di similarità tra le stazioni.

L'analisi strutturale del popolamento è stata condotta attraverso il calcolo dei seguenti indici: numero totale di individui (N), numero di specie (S), ricchezza specifica di Margalef (D), diversità specifica di Shannon-Weaver (H') ed equitabilità di Pielou (J).

Il calcolo degli indici ecologici, la Cluster Analysis e l'n-MDS sono stati effettuati utilizzando il software PRIMER 6.0 (PRIMER-E Ltd, Plymouth, U. K.; Clarke & Warwick, 2001; Clarke & Gorley, 2006). I metodi di elaborazione dati utilizzati per i confronti inter e intra stagionali sono riportati nel secondo volume Capitolo 7.

### 2.5.2 Meiobenthos

Il prelievo del sedimento per lo studio della meiofauna è stato effettuato nelle 2 stagioni (I-20, E-20) tramite box-corer o benna Van Veen, nelle medesime stazioni previste per la macrofauna (MG1, MG2, MG4, MG6, MG7, MG8, MG9, MG10, MG11, MG14, MG13, MG12). Per ciascuna stazione sono state prelevate 4 repliche.

Per lo studio della meiofauna ciascun campione è stato subcampionato inserendo manualmente nel sedimento per 3cm un carotatore cilindrico di Plexiglas di 2,75cm di diametro. Subito dopo il prelievo le carote di sedimento sono state trasferite in appositi barattoli, la fauna di ciascuna carota è stata narcotizzata con una soluzione di Cloruro di Magnesio (MgCl<sub>2</sub>) al 7% e dopo 10 minuti fissata e conservata in una soluzione di formalina al 10% neutralizzata con borax. In laboratorio a ciascun campione è stato aggiunto del Rosa Bengala per colorare la fauna al fine di facilitarne il riconoscimento nelle successive analisi.

La separazione degli animali dal sedimento, nota come fase di estrazione, è stata fatta attraverso il metodo della centrifugazione in gradiente di Ludox AM-30 (Pfannkuche & Thiel, 1988), preceduto dalla vagliatura di ciascun campione mediante due setacci sovrapposti con maglie rispettivamente di 1mm e 63µm. Il setaccio a maglie più grandi consente di eliminare il detrito grossolano e il macrobenthos, quello a maglie inferiori invece permette l'eliminazione della frazione più fine del sedimento e della microfauna, trattenendo la frazione costituita da sabbia e meiofauna. Successivamente il materiale di quest'ultima frazione (sabbia + meiofauna) è stato distribuito in diverse provette da 50ml, dosando al massimo 20ml di materiale per provetta, addizionato con Ludox, e sottoposto a centrifugazione (5 minuti a 2000rpm) per estrarre la meiofauna (Todaro et al. 2001). Il Ludox AM-30 è un gel di silice con densità simile a quella degli organismi della meiofauna (d=1,210); pertanto, se utilizzato come fase liquida durante la centrifugazione facilita il trasferimento degli organismi dal sedimento al surnatante. Dopo



la centrifugazione il surnatante di ciascuna provetta è stato filtrato attraverso un setaccio con maglie di 63 µm per raccogliere e concentrare la meiofauna.

Per ciascun campione il procedimento di centrifugazione-concentrazione è stato ripetuto almeno tre volte, al termine delle quali gli animali sono stati lavati con acqua corrente, per eliminare i residui di Ludox, trasferiti in appositi contenitori e conservati in formalina al 5%. La centrifugazione in gradiente di Ludox è un metodo di estrazione della meiofauna generalmente molto efficace, infatti l'ispezione al microscopio nel sedimento cosi defaunato (pellet), ha consentito di accertare che nel nostro caso l'efficienza è stata praticamente pari al 100% per quanto riguarda la totalità dei taxa multicellulari e protozoi ciliati.

Successivamente all'estrazione, gli organismi di ciascun campione, suddivisi in due-tre aliquote, sono stati trasferiti in piastre Petri con fondo retinato, e, con l'ausilio di uno stereomicroscopio (Wild M8), sono stati identificati per principale gruppo tassonomico di appartenenza (ordine-phylum) e contati (Todaro et al. 2002); per il riconoscimento di individui particolarmente problematici, si è ricorso al microscopio a contrasto interferenziale secondo Nomarski (Nikon Eclipse i90). Conformemente ad altri studi di meiobentologia i nauplii sono stati considerati come costituenti un gruppo sistematico distinto, mentre ai fini dei confronti statistici, soprattutto futuri, è risultato utile istituire già in questa sede la categoria "altri" dove sono state fatte confluire le abbondanze dei taxa numericamente secondari (cf. Warwick et al., 1990; Carman et al., 1995).

I dati raccolti sono stati utilizzati per creare una matrice delle abbondanze utilizzata come base nelle analisi univariate e multivariate. Per le analisi univariate sono stati calcolati i principali indici ecologici: numero di taxa rinvenuti (S), diversità di Shannon-Wiener (H'), equitabilità di Pielou (J'), dominanza di Simpson ( $\lambda$ '). Le significatività di eventuali differenze nei valori medi sono state valutate per mezzo dell'analisi della varianza (ANOVA) o del t-test, valutando le differenze tra coppie di campioni mediante il test di Tukey. Prima di procedere con i confronti è stato accertato che i valori rispettassero agli assunti di distribuzione normale e di omogeneità della varianza. In caso negativo, prima di proseguire ulteriormente, si è provveduto alla trasformazione dei dati mediante l'equazione y = log(x+1). Nei casi in cui le trasformazioni apportate non hanno sortito gli effetti desiderati, si è fatto ricorso ad analisi statistiche non parametriche (ANOVA on Ranks, Mann-Whitney Rank Sum Test e Dunn's Method). Le analisi Statistiche multivariate (Cluster Analysis, MDS) sono state effettuate sulla matrice di similarità di Bray-Curtis, ottenuta dalla matrice delle abbondanze medie delle singole stazioni previa trasformazione logaritmica. L'Analisi della varianza (ANOVA) e i t-test, sono state condotte utilizzando il pacchetto applicativo SigmaStat-SigmaPlot 9.0 (Systat software, California, USA). Il calcolo degli indici ecologici, la Cluster Analysis e l'n-MDS sono stati effettuati utilizzando il software PRIMER 6.0 (PRIMER-E Ltd, Plymouth, U. K.; Clarke & Warwick, 2001; Clarke & Gorley, 2006).

### 2.5.3 Bioaccumulo

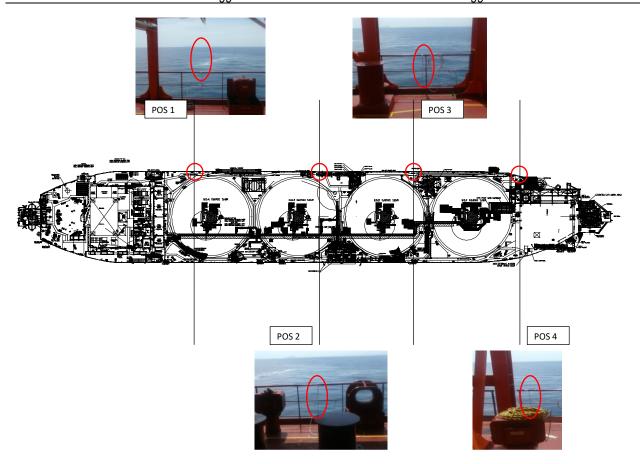
Le indagini di bioaccumulo sono state eseguite utilizzando il bioindicatore *Mytilus galloprovincialis*. Tuttavia non è stato possibile prelevare gli organismi dalla carena del Terminale, previsto come prima opzione dal Piano di Monitoraggio dell'Ambiente Marino, poiché non insediati al momento di inizio delle attività di monitoraggio. Per questo motivo le indagini di bioaccumulo e biomarker risultano posticipate rispetto a quanto previsto del suddetto Piano e nel primo anno di monitoraggio sono state effettuate in sole due campagne (primavera ed autunno) come documentato dalla lettera inviata da OLT a Ispra il 12 maggio 2014 (prot. 2014/OUT/GENER/B/0290).





Gabbie usate sul Terminale FSRU (sx) e in Gorgona (dx).





Dal terzo anno di monitoraggio anche queste indagini sono state fatte su base stagionale.

Constatata l'assenza di mitili insediati naturalmente sulle strutture del FSRU, il monitoraggio è stato avviato con la modalità definita "attiva": i mitili sono stati prelevati dall'impianto di acquicoltura presente nell'area marina antistante Isola di Palmaria (Golfo di La Spezia) poco o affatto influenzata da fonti di impatto. I mitili sono stati quindi collocati in 4 stazioni di monitoraggio (come mostrato nello schema sottostante) scelti lungo il Terminale e in una stazione di controllo presso l'Isola di Gorgona (Stazione E). Durante questa fase di esposizione i mitili vengono alloggiati in reticelle di nylon e collocati all'interno di una gabbia di acciaio inox alla profondità di 12 metri. Dopo circa 4 settimane i mitili vengono prelevati e sottoposti alle analisi secondo le procedure sotto riportate. Inoltre, all'atto della traslocazione, un campione di mitili appena prelevato dall'impianto di acquicoltura (denominato Tempo 0) viene sottoposto alle medesime indagini.

In Tabella 11 oltre all'elenco dei siti di monitoraggio, sono riportate le tempistiche delle attività.

Si precisa che i mitili sono stati utilizzati anche per l'analisi dei biomarkers descritta nel paragrafo 2.5.4.

		Autuni	no 2020	Inverno 2021		Primavera 2021		Estate 2021	
Nome sito	Posizione (Pos)	Data posa	Data ritiro	Data posa	Data ritiro	Data posa	Data ritiro	Data posa	Data ritiro
Mitili tempo zero	La Spezia		11.11.20		01.03.21		25.05.21		30.08.21
Stazione E	Gorgona	12.11.20	11.12.20	02.0321	perso	26.05.21	16.06.21	31.08.21	21.09.21
Stazione A	Pos 1 (poppa nave)	11.11.20	11.12.20	01.03.21	23.03.21	25.05.21	16.06.21	31.08.21	21.09.21
Stazione B	Pos 2	11.11.20	11.12.20	01.03.21	23.03.21	25.05.21	16.06.21	31.08.21	21.09.21
Stazione C	Pos 3	11.11.20	11.12.20	01.03.21	23.03.21	25.05.21	16.06.21	31.08.21	21.09.21
Stazione D	Pos 4 (prua nave)	11.11.20	11.12.20	01.03.21	23.03.21	25.05.21	16.06.21	31.08.21	21.09.21

# Analisi chimiche

Per la determinazione dei **metalli** gli organismi sono stati essiccati a  $40^{\circ}$ C per almeno 48 ore, polverizzati ed omogeneizzati per procedere con la mineralizzazione (escluso il mercurio) che stata seguita la metodica EPA 3052 (edizione corrente del dicembre 1996) su circa 0.35 grammi di sostanza secca (pesati allo 0.1 mg), mediante un sistema di digestione a microonde (MILESTONE modello Ethos1) opportunamente programmato, utilizzando una miscela acida composta da 5ml di 100 concentrato, 1 ml di 100 concentrato, 1 ml di 100 milizzando acqua ultrapura Millipore. Al termine della mineralizzazione i campioni sono stati filtrati e portati ad un volume finale di 100 o 100 ml utilizzando acqua Millipore.



L'analisi del mercurio è stata effettuata sul campione tal quale pesando aliquote comprese tra 10mg e 100mg a seconda del contenuto di metallo. L'analisi è stata condotta mediante tecnica AAS previa decomposizione termica e amalgamazione impiegando un Analizzatore Diretto del Mercurio (DMA-80) prodotto da FKV seguendo metodica EPA 7473 (edizione corrente - Feb 2007).

L'accuratezza delle procedure di digestione e di analisi dei campioni è stata verificata impiegando materiali standard di riferimento. Le tarature degli strumenti sono state effettuate con soluzioni standard certificate e tracciabili NIST.

Per i metodi di analisi e i limiti ri rilevabilità si rimanda alla Tabella 12.

In riferimento alla prescrizione 13 delle Determine 2990 DVA R.D.R 0000100.04-04-2017 e 3337 DVA R.D.R 0000277.28-09-2017 le concentrazioni dei metalli saranno riportate sia in sostanza secca (s.s.) sia in peso fresco (p.f.).

	Metodo	Unita Misura	Limite Rilevabilita	
Idrocarburi C<10	EPA 5021A 2014 + EPA 8015C 2007	mg/kg	0,5	
Idrocarburi C10-C40	UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg	5	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	EPA 3550C: 2007 + EPA 3630C:1996 + EPA 8270E:2018	mg/kg	0,001	
Composti organostannici	UNI EN ISO 23161:2011	mg/kg	0,001	
Bario (Ba)	EPA 3052:1996 + EPA 6010D:2018	mg/kg	1,0	
Cromo totale (Cr)	EPA 3052:1996 + EPA 6010D:2018	mg/kg	1,0	
Ferro (Fe)	EPA 3052:1996 + EPA 6010D:2018	%	0,03	
Manganese (Mn)	EPA 3052:1996 + EPA 6010D:2018	mg/kg	5,0	
Nichel (Ni)	EPA 3052:1996 + EPA 6010D:2018	mg/kg	1,0	
Rame (Cu)	EPA 3052:1996 + EPA 6010D:2018	mg/kg	1,0	
Vanadio (V)	EPA 3052:1996 + EPA 6010D:2018	mg/kg	1,0	
Zinco (Zn)	EPA 3052:1996 + EPA 6010D:2018	mg/kg	1,0	
Arsenico (As)	EPA 3052:1996 + EPA 7010:2007	mg/kg	0,3	
Cadmio (Cd)	EPA 3052:1996 + EPA 7010:2007	mg/kg	0,01	
Piombo (Pb)	EPA 3052:1996 + EPA 7010:2007	mg/kg	0,01	
Mercurio (Hg)	EPA 7473:2007	mg/kg	0,005	
Acidi aloacetici	LI A 1413.2001	mg/kg	0,000	
	MI/C/10	110/10	2	
Dalapon Acido Dibromoacetico	MI/C/10 MI/C/10	μg/kg	1	
Acido Dibromoacetico Acido Tribromoacetico	MI/C/10 MI/C/10	μg/kg	10	
Acido Impromoacetico Acido Monobromoacetico	MI/C/10	μg/kg	2	
Acido Monobiomoacetico Acido Bromodicloroacetico		μg/kg	5	
Acido Bromodicioroacetico Acido Bromocloroacetico	MI/C/10	μg/kg	2	
Acido Dicloroacetico	MI/C/10 MI/C/10	μg/kg	3	
Acido Dicioloacetico Acido Tricloroacetico		μg/kg	3 2	
Acido Monocloroacetico	MI/C/10 MI/C/10	μg/kg	3	
	MI/C/10	μg/kg	ა 5	
Acido Clorodibromoacetico		μg/kg	J	
Alometani, composti organici volatili	( <b>VOC</b> ) EPA 5035A: 2002 + EPA 8260D:2018		. 0. 0	
1,1,1-Tricloro Etano		μg/kg	< 0,2	
1,1,2-Tricloro Etano	EPA 5035A: 2002 + EPA 8260D:2018	μg/kg	< 0,2	
Bromo Dicloro Metano	EPA 5035A: 2002 + EPA 8260D:2018	μg/kg	< 0,2	
Bromoformio	EPA 5035A: 2002 + EPA 8260D:2018	μg/kg	< 0,5	
Carbonio Tetracloruro	EPA 5035A: 2002 + EPA 8260D:2018	μg/kg	< 0,2	
Cloroformio	EPA 5035A: 2002 + EPA 8260D:2018	μg/kg	< 0,2	
Dibromo Cloro Metano	EPA 5035A: 2002 + EPA 8260D:2018	μg/kg	< 0,2	
Tetracloro Etilene	EPA 5035A: 2002 + EPA 8260D:2018	μg/kg	< 0,15	
Tricloro Etilene	EPA 5035A: 2002 + EPA 8260D:2018 EPA 5035A: 2002 + EPA 8260D:2018	μg/kg	< 0,25	
1,2,3-Tricloro propano		μg/kg	< 0,6	
1,2-Dibromo Etano	EPA 5035A: 2002 + EPA 8260D:2018	μg/kg	< 0,25	
Aloacetonitrili	MUCHA		٥٦	
Tricloroacetonitrile	MI/C/11	μg/kg	0,5	
Dibromoacetonitrile	MI/C/11	μg/kg	0,8	
Alofenoli (SVOC)	EDA 05500 0007 EDA 00000 1000 EDA 00705 0010	,,	2.5	
2,4-Diclorofenolo	EPA 3550C: 2007 + EPA 3630C:1996 + EPA 8270E:2018	μg/kg "	0,5	
2,4,6-Triclorofenolo	EPA 3550C: 2007 + EPA 3630C:1996 + EPA 8270E:2018	μg/kg "	0,5	
4-Cloro-3-Metilfenolo	EPA 3550C: 2007 + EPA 3630C:1996 + EPA 8270E:2018	μg/kg "	0,5	
Pentaclorofenolo	EPA 3550C: 2007 + EPA 3630C:1996 + EPA 8270E:2018	μg/kg	0,5	



# Analisi microbiologiche

È stata effettuata la conta di Coliformi totali (ISO4832:2006), Streptococchi fecali (NF V08-060:2009), Coliformi fecali (APHA Compendium of methods for the microbiological examination of foods ed 4th 2001, Cap 9).

### 2.5.4 Biomarkers

L'analisi dei biomarker è stata effettuata in corrispondenza dei siti riportati in **Tabella 11**. Per ogni stazione sono state indagate 5 o 7 repliche in base al tipo di biomarker.

In ecotossicologia con il termine *Biomarker* si intende ogni variazione biochimica, cellulare o fisiologica che può essere misurata in un organismo sentinella e che fornisce l'evidenza di un'esposizione e/o effetto di uno o più contaminati. Il mitilo mediterraneo (*Mytilus galloprovincialis*) è stato scelto come organismo sentinella in quanto ampiamente utilizzato nel monitoraggio dell'ambiente marino. Sono stati selezionati tre diversi *biomarker*, due dei quali in grado di rilevare possibili alterazioni a livello cellulare e uno mirato a valutare le possibili alterazioni istologiche a carico dell'apparato branchiale. I parametri indagati sono sensibili allo stress ossidativo, pertanto sono idonei per valutare i possibili effetti residui dell'uso di ipoclorito di sodio come antifouling sull'ambiente marino circostante. Sono stati indagati i seguenti biomarker:

Neutral Red Retention Time (NRRT). Numerose indagini hanno dimostrato che le membrane lisosomali sono altamente sensibili allo stress ossidativo che ne provoca l'alterazione strutturale e funzionale (Regoli *et al.* 2004). Il Neutral Red (NR) è un colorante lipofilo e come tale attraversa facilmente le membrane plasmatica e lisosomale. Nei lisosomi, il pH acido impedisce al colorante di ritornare liberamente nel citoplasma. L'efficienza con cui il NR rimane intrappolato nei lisosomi dipende quindi dalla funzionalità della pompa protonica, presente sulla membrana, responsabile per il trasporto attivo di ioni H\* all'interno dell'organulo. L'alterazione strutturale e funzionale della membrana lisosomiale viene valutata mediante la misura del tempo di ritenzione del rosso neutro all'interno dei lisosomi secondo il protocollo descritto nel *Manual on the Biomarkers Recommended for the Med-Pol Biomonitoring Programme* messo a punto nell'ambito dell'UNEP-MAP (*United Nations Environment Programme – Mediterranean Action Plan*). In breve, 40 µl di emolinfa (prelevata dal muscolo adduttore posteriore) diluita 1:1 con soluzione salina vengono posti su un vetrino e lasciati incubare in camera umida (16°C) per 30 minuti. Dopo rimozione del liquido in eccesso, alle cellule aderenti al vetrino sono aggiunti 40µl di NR in soluzione fisiologica e lasciati incubare in camera umida (16°C) per 15 minuti. Dopo aver rimosso il liquido in eccesso e proceduto con un lavaggio in soluzione fisiologica, il vetrino viene osservato al microscopio. Vengono effettuate letture successive dello stesso campione, ogni 15 minuti per la prima ora e ogni 30 minuti per le due ore successive al fine di valutare il tempo occorrente affinché il 50% degli emociti presenti colorazione rossa (e lisosomi ingranditi), indice della fuoriuscita del colorante attraverso la membrana lisosomiale. Un tempo breve di ritenzione indica una condizione di maggior danno, il contrario se il tempo di ritenzione del colorante risulta elevato.

Comet assay Oltre alle membrane cellulari, anche il DNA è esposto all'impatto dei ROS (*Reactive Oxygen Species*), oltre ad essere anche sensibile all'azione diretta di contaminanti specifici quali gli IPA. Il rilevamento di composti e/o miscele ad azione genotossica nell'ambiente marino ha una importanza notevole in relazione alla possibilità di trasferimento nelle catene alimentari e da queste all'uomo tramite il consumo di prodotti della pesca.

Il Comet assay permette di valutare il grado di integrità della doppia elica di DNA su cellule incluse in agarosio, lisate e sottoposte a corsa elettroforetica. Il grado di frammentazione del DNA viene valutato sulla base del pattern di migrazione elettroforetica mediante l'impiego di un sistema di analisi dell'immagine (Nigro et al. 2006; Frenzilli et al., 2008; Frenzilli et al., 2009).

In breve, le cellule branchiali di mitilo vengono dissociate mediate un trattamento enzimatico e meccanico. Successivamente, le cellule isolate sono incluse in un gel di agarosio e poste su vetrini per microscopia ottica e sottoposte a lisi delle membrane per consentire al DNA di migrare durante la successiva corsa elettroforetica effettuata a pH fortemente basico (>13) applicando un campo elettrico di 0,86V/cm ed un'intensità di corrente pari a 300mA. Dopo l'elettroforesi, i vetrini vengono neutralizzati lavandoli con un tampone TRIS-HCI 0,4M, immersi in 100% metanolo freddo, asciugati all'aria e colorati con bromuro di etidio. Osservati con un microscopio a fluorescenza (400 x), le cellule danneggiate si presentano a forma di cometa con la testa e la coda; la lunghezza e l'intensità di fluorescenza della coda sono correlate al danno al DNA. Un sistema d'analisi dell'immagine (Comet Assay II, Perceptive Instruments, UK) permette di quantizzare il danno, che viene espresso come % di DNA migrato. Per ogni campione vengono preparati 2 vetrini, per ogni vetrino sono lette 50 cellule secondo un criterio casuale.

Analisi istologica dell'apparato branchiale. L'alterazione strutturale delle branchie di *M. galloprovincialis* è stata riportata in letteratura come conseguenza dell'esposizione a NaClO in un range di dosi compatibile con il rilascio da parte di impianti di produzione energetica (Lopez-Galindo *et al.* 2009). Pertanto, oltre al danno genotossico a carico delle cellule branchiali vengono indagate anche le possibili alterazioni istologiche su campioni di tessuto (prelevati da N. 5 individ\_ui per stazione di campionamento) preparati secondo le tecniche istologiche convenzionali. In breve, frammenti di branchie vengono fissati in soluzione di Bouin, disidratati in una serie di alcool, inclusi in resina metacrilato (Historesin), sezionati ed osservati al microscopio ottico previa colorazione con Blu di Metilene e Blu di Toluidina. Per ogni replica vengono osservate almeno 100 lamelle branchiali ed è assegnato un punteggio in base al grado di integrità del tessuto per ciascun individuo. In particolare, il valore 1 è assegnato quando non si osserva alcun tipo di alterazione, mentre il punteggio di 5 è rappresentativo di una grave compromissione.

I risultati dei biomarker sono elaborati statisticamente mediante analisi della varianza per individuare eventuali differenze significative tra i mitili della stazione di controllo (presso l'Isola di Gorgona) e quelli posti presso il Terminale FRSU.

L'analisi statistica dei dati è stata condotta utilizzando il software SGWIN (Window 98). Per i biomarker indagati (variabili dipendenti) è stata applicata la MANOVA (Analisi Multifattoriale della Varianza), usando come variabili indipendenti i parametri "stazione", "campagna", "replica". Attraverso il multiple range test sono state evidenziate differenze (p<0,05) tra le diverse stazioni.



### 2.5.5 Fauna ittica bentonectonica

1) **Reti da posta**: le reti da posta hanno l'obiettivo di catturare la componente più strettamente nectonica delle comunità demersali (o nectobentoniche); si tratta di organismi con ampio raggio di azione e movimento, quindi meno legati alle caratteristiche bionomiche dell'area. Sono state effettuate calate sperimentali, in 4 siti in prossimità del Terminale (entro l'area interdetta alla navigazione, siti nominati I21 P1, I21 P2, I21 P3 e I21 P4 per la campagna invernale; E21 P1, E21 P2; E21 P3 e E21 P4 per la campagna estiva). La stessa tipologia di campionamento è stata ripetuta in un sito nominato I21 PC (campagna invernale) e E21 PC (campagna estiva), avente le stesse caratteristiche batimetriche. Tali siti (PC) sono stati posizionati all'esterno, ma nelle immediate vicinanze dell'area interdetta alla navigazione (2 miglia nautiche dal Terminale), per ridurre al minimo la probabilità di perdere segnali ed attrezzi da pesca a causa del transito di imbarcazioni.

Per il campionamento con reti da posta sono state utilizzate cinque reti da posta ad imbrocco, ciascuna lunga 1000 m, aventi maglie stirate di 40 mm ed una altezza di 3 m. Le caratteristiche tecniche, in particolare la dimensione delle maglie delle reti da posta, hanno permesso di campionare anche specie come il gattuccio, Scyliorhinus canicula, un elasmobranco indicatore dello stato di sfruttamento e dello stress ambientale (Santos et al., 2002). Le reti da posta sono state calate nel primo pomeriggio per essere poi salpate a metà mattina del giorno successivo, rimanendo in pesca tra le 12 e le 24 ore.

Tutto il materiale raccolto in ciascun sito è stato conservato in contenitori distinti per le successive analisi di laboratorio.

2) **Reti a traino di fondo**: Le pescate con rete a strascico di fondo sono state effettuate utilizzando una rete avente maglia al sacco di 50 mm, utilizzata per la pesca professionale di specie demersali e bentoniche. Le cale hanno avuto una durata media di circa 30 minuti, a partire dal momento in cui la rete toccava il fondo.

Sono state effettuate 4 pescate (cale) sperimentali realizzate a differenti quote batimetriche in prossimità dell'area di installazione del Terminale (siti nominati I21 S1, I21 S2, I21 S3 e I21 S4 per la campagna invernale; E21 S1, E21 S2, E21 S3 e E21 S4 per la campagna estiva) e 1 cala localizzata a maggiore distanza (nominata I21 SC (campagna invernale); E21 SC (campagna estiva).

Per tutti i siti campionati con rete a strascico, si è cercato di mantenerne la posizione, incluso per il sito SC, all'interno dell'area interdetta alla pesca al fine di eliminare un eventuale "effetto parco". Visto che l'area interdetta è relativamente piccola e che al suo interno sono presenti fondi non strascicabili, è risultato abbastanza difficoltoso allocare al suo interno le 5 stazioni di campionamento, tenendo anche in considerazione che ciascuna stazione copre circa 1,5 miglia nautiche (percorso in 30 minuti di pesca a 3 nodi di velocità) e che non sarebbe possibile effettuare cale di durata inferiore a 30 minuti in quanto ci sarebbe il rischio di catturare un campione non rappresentativo in termini di abbondanza e ricchezza specifica. In ogni caso, si è sempre mantenuto il sito SC come stazione più distante dal terminale FSRU. La differenza di circa 1 miglio nautico è ritenuta sufficiente.

Nella Tabella 13 sono riportate le coordinate e le profondità dei siti di studio sia per le reti da posta che per le reti a traino di fondo.

Tabella 13 - Coordinate e profondità dei siti di studio. RP = Reti da Posta, S = Strascico.								
				verno 2021				
Data	M/p	Attrezzo	Sigla	Latitudine	Longitudine	Latitudine	Longitudine	Prof.
02/03/2021	Donato Padre	S	I21 S3	43°36'366	09°58'149	43°38'054	09°58'161	130
02/03/2021	Donato Padre	S	121 S4	43°38'560	09°58'170	43°40'246	09°58'180	122
02/03/2021	Donato Padre	S	121 SC	43°42'140	09°59'300	43°40'807	10°00'058	98
03/03/2021	Donato Padre	S	121 S2	43°37'700	10°00'470	43°35'990	10°00'510	104
03/03/2021	Donato Padre	S	I21 S1	43°40'000	10°00'050	43°38'129	10°00'550	99
07/03/2021	Evolution	RP(calo)	I21 P1	43°38'919	09°59'909	43°38'141	10°00'012	105
07/03/2021	Evolution	RP(calo)	121 PC	43°37'348	10°01'055	43°36'957	10°00'518	97
07/03/2021	Evolution	RP(calo)	I21 P2	43°37'358	09°59'707	43°37'598	10°00'000	105
07/03/2021	Evolution	RP(calo)	I21 P3	43°38'007	09°58'395	43°37'335	09°58'689	123
07/03/2021	Evolution	RP(calo)	I21 P4	43°39'216	09°58'429	43°38'609	09°58'807	119
08/03/2021	Evolution	RP(salpamento)	I21 P1	43°38'919	09°59'909	43°38'141	10°00'012	105
08/03/2021	Evolution	RP(salpamento)	121 PC	43°37'348	10°01'055	43°36'957	10°00'518	97
08/03/2021	Evolution	RP(salpamento)	I21 P2	43°37'358	09°59'707	43°37'598	10°00'000	105
08/03/2021	Evolution	RP(salpamento)	I21 P3	43°38'007	09°58'395	43°37'335	09°58'689	123
08/03/2021	Evolution	RP(salpamento)	I21 P4	43°39'216	09°58'429	43°38'609	09°58'807	119
			Е	state 2021				
07/09/2021	Donato Padre	S	E21 S3	43°36'366	09°58′149	43°38'054	09°58'161	130
07/09/2021	Donato Padre	S	E21 S4	43°38'560	09°58'170	43°40'246	09°58'180	122
07/09/2021	Donato Padre	S	E21 SC	43°42'140	09°59'300	43°40'807	10°00'058	98
08/09/2021	Donato Padre	S	E21 S2	43°37'700	10°00'470	43°35'990	10°00'510	104
08/09/2021	Donato Padre	S	E21 S1	43°40'000	10°00'050	43°38'129	10°00'550	99
13/09/2021	Evolution	RP(calo)	E21 P1	43°38'919	09°59'909	43°38'141	10°00'012	105



	Tabella	13 - Coordinate e p	rofondità de	i siti di studio. F	RP = Reti da P	osta, S = Stras	scico.	
13/09/2021	Evolution	RP(calo)	E21 P2	43°37'358	09°59'707	43°37'598	10°00'000	105
13/09/2021	Evolution	RP(calo)	E21 P3	43°38'007	09°58'395	43°37'335	09°58'689	123
13/09/2021	Evolution	RP(calo)	E21 P4	43°39'216	09°58'429	43°38'609	09°58'807	119
13/09/2021	Evolution	RP(calo)	E21 PC	43°37'348	10°01'055	43°36'957	10°00'518	97
14/09/2021	Evolution	RP(salpamento)	E21 P1	43°38'919	09°59'909	43°38'141	10°00'012	105
14/09/2021	Evolution	RP(salpamento)	E21 P2	43°37'358	09°59'707	43°37'598	10°00'000	105
14/09/2021	Evolution	RP(salpamento)	E21 P3	43°38'007	09°58'395	43°37'335	09°58'689	123
4/09/2021	Evolution	RP(salpamento)	E21 P4	43°39'216	09°58'429	43°38'609	09°58'807	119
14/09/2021	Evolution	RP(salpamento)	E21 PC	43°37'348	10°01'055	43°36'957	10°00'518	97

Gli organismi catturati sono stati classificati fino al livello di specie. Questo ha permesso di compilare una lista faunistica per ogni tipologia di attrezzo utilizzato. Per ogni specie catturata è stato rilevato il peso totale in kg ed il numero di individui. Inoltre, per ogni individuo, è stata rilevata la taglia, espressa come Lunghezza Totale (LT) al mezzo centimetro inferiore, per gli Osteitti e Condroitti, mentre per i Molluschi Cefalopodi è stata rilevata la Lunghezza del Mantello (LM).

Per i Crostacei Decapodi la taglia, misurata al mm inferiore, è stata espressa come Lunghezza del Carapace (LC). Le taglie così rilevate sono state utilizzate per costruire distribuzioni di taglia-frequenza delle specie più rappresentative delle catture delle reti da posta e dello strascico.

Per rendere i dati raccolti confrontabili tra di loro è stato necessario utilizzare dei metodi di standardizzazione. I dati di cattura delle reti da posta sono stati elaborati sotto forma di indici di densità e biomassa, standardizzati ai 1000m di lunghezza delle reti e alle 24 ore (Num/1000m/24h e kg/1000m/24h).

I dati di cattura ottenuti con la rete a strascico sono stati standardizzati alla superficie "strascicata" (cioè l'area coperta durante una cala di pesca), utilizzando l'algoritmo proposto da Fiorentini et al. (1994), che permette di stimare l'apertura orizzontale della rete (AO) a partire dalle caratteristiche tecniche dell'imbarcazione (potenza motrice, lunghezza cavi e calamenti, ecc.), in quanto esiste una correlazione significativa tra queste variabili. Tale approccio è comunemente utilizzato per la stima della superficie strascicata.

Quindi, i dati sono stati restituiti usando indici di densità e biomassa (num/km2 e kg/km2) utilizzando il metodo dell'area strascicata (Swept area, Sparre & Venema, 1998) utilizzando la formula:

Area strascicata (km2) = (AO\*V\*1,853\*D)/(1000\*60) dove:

AO = apertura orizzontale della reta, espressa in m;

V = velocità della barca in pesca, espressa in nodi (miglia nautiche/ora);

D = durata della cala in minuti.

# 2.5.6 Fauna ittica pelagica

Lo studio della fauna ittica pelagica è stato condotto per valutare l'effetto FAD (Fishing Aggregating Device), dovuto alla presenza del Terminale galleggiante. È infatti noto che qualsiasi struttura galleggiante, anche di piccole dimensioni, presente in mare, ha la capacità di attrarre organismi marini, sia fornendo una sorta di protezione sia attraendo secondariamente i predatori.

Il campionamento è stato effettuato mediante l'uso di reti da posta galleggianti da posizionare in prossimità del Terminale, dalla superficie fino a 25-30m di profondità. L'attività ha richiesto 2 giornate di pesca. Il primo giorno la rete, lunga 1000m, è stata calata in prossimità del Terminale galleggiante e lasciata in pesca per circa 3 ore. Nei giorni successivi la medesima rete è stata calata a maggiore distanza dal Terminale e tenuta in pesca per circa 3 ore.

A partire dal terzo anno di monitoraggio, le stazioni sono state indicate con le sigle PD (stazione prossima al Terminale) e PDC (stazione distante dal Terminale).

Non è stato possibile definire a priori le coordinate per posizionare l'attrezzo. In effetti, trattandosi di rete derivante, il calo è stato essere deciso di volta in volta in funzione delle correnti presenti il giorno del campionamento, per evitare un contatto della rete col Terminale stesso. Gli organismi catturati sono stati classificati fino al livello di specie e per ciascuno di essi sono stati rilevati i dati di numero, peso e taglia, secondo il metodo precedentemente descritto.

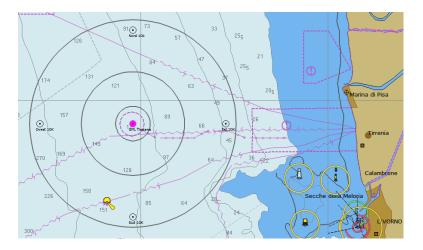
Come nel caso delle reti da posta utilizzate per lo studio del popolamento bentonectonico, è stato necessario applicare dei metodi di standardizzazione. Sono stati elaborati indici di cattura in numero e peso, standardizzati ai 1000m di lunghezza delle reti e alle 24 ore (Num/1000m/24h e kg/1000m/24h).

Tabella 14 - Coordinate e profondità dei siti di studio. RPP = Reti da Posta Pelagiche (E21)								
Data	M/p	Attrezzo	Sigla	Latitudine iniz.	Longitudine iniz.	Latitudine fin.	Longitudine fin.	Prof. media (m)
01/09/2021	Evolution	RPP	PD	43°40'131	09°59'459	43°39'443	09°58'907	112
02/09/2021	Evolution	RPP	PDC	43°41'970	10°00'982	43°41'560	09°59'968	90



### 2.5.7 Cetacei e tartarughe marine

In accordo alle specifiche del MATTM ed ISPRA, l'area di campionamento è stata individuata da un cerchio di 12NM di diametro e circa 200 km², con centro il punto di ancoraggio del rigassificatore **Figura 2.** La porzione di mare interessata dal monitoraggio si trova all'interno della zona meridionale del Santuario Pelagos un'area di protezione internazionale creata nel 2007 da Italia, Francia e Principato di Monaco con lo scopo di tutelare i cetacei in essa presenti. Otto sono le specie considerate residenti: i tursiopi (*Tursiops truncatus*) i cetacei costieri e i cetacei pelagici, quali le stenelle (*Stenella coeruleoalba*), i delfini comuni (*Delphinus delphis*), i grampi (*Grampus griseus*), i globicefali *Globicephala melas*), gli zifi (*Ziphyus cavirostirs*), i capodogli (*Physeter macrocephalus*) e le balenottere (*Balaenoptera physalus*).



	Latitudine N	Longitudine E
centro ormeggio	43°38'40"	9°59'20"
Est 100	43°38'404"	9°59'257"
Est 1 K	43°38'669"	10°00'079"
Est 10 K	43°38'763"	10°06'773"
Sud 100	43°38'331"	10°6'478"
Sud 1 K	43°38'127"	9°59'338"
Sud 10 K	43°33'274"	9°59'313"
Ovest 100	43°38'405"	9°59'169"
Ovest 1 K	43°38'664"	9°58'589"
Ovest 10 K	43°38'763"	9°51'879"
Nord 100	43°38'437"	9°59'213"
Nord 1 K	43°39'20"8	9°59'336"
Nord 10 K	43°44'056''	9°59'387"

Figura 2 - Area di studio in cui sono state effettuate le misurazioni del rumore, la bioacustica e l'avvistamento dei cetacei e delle tartarughe marine, con indicate le stazioni a 10 km dal Terminale e in grigio i transetti circolari a 1, 3 e 6 NM di distanza dal Terminale.

Il piano di monitoraggio adottato segue le indicazioni del documento "Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE e Direttiva 09/147/CE) in Italia: ambiente marino", secondo il quale su tracciati fissi si applicano il Distance sampling e la Photo-ID. Attraverso il Distance sampling è possibile risalire ad una stima di abbondanza di ogni specie incontrata mentre con la Photo-ID, che prevede l'utilizzo di fotografie riportanti parti o caratteristiche anatomiche, è possibile riconoscere individualmente gli animali nel tempo, permettendo di non arrecare disturbo agli animali e quindi di evitare possibili azioni di risposte positive o negative. Nel tursiope e nei cetacei in generale i marks utilizzati nella Photo-Id sono il risultato delle interazioni intra-specifiche e sono presenti in particolare sulla pinna dorsale e su tutto il corpo in generale. Per il riconoscimento delle tartarughe marine le caratteristiche tipiche delle 3 specie del Mediterraneo (la tartaruga comune *Caretta caretta*, la tartaruga verde *Chelonia mydas*, la tartaruga liuto *Dermochelys coriacea*) sono la presenza/assenza di scuti e la posizione e numero di scuti su carapace e testa.

L'attività di monitoraggio è stata condotta seguendo il "closing mode" (ACCOBAMS WS), metodo internazionalmente riconosciuto che prevede la possibilità di abbandonare il percorso precedentemente fissato per avvicinarsi agli animali. secondo le regole ACCOBAMS di rispetto. Il survey è stato svolto secondo la metodica del "design based", eseguendo in navigazione dei "traks" con rotte ad una distanza rispettivamente di 1, 3, 6 miglia nautiche dal Terminale.

Il survey visivo secondo la tecnica del Distance sampling richiede che l'osservatore si muova su un percorso prestabilito, registrando le coordinate degli incontri di gruppi o individui target e, allo stesso tempo, registrandone la distanza dall'osservatore. Ciò consente una stima della superficie coperta e del modo in cui la probabilità di rilevabilità varia tra 0 (lontano dal percorso) ed 1 (sul percorso). Utilizzando il conteggio grezzo e questa funzione di probabilità, si può ottenere una stima della densità assoluta. Durante la navigazione è stata mantenuta una velocità costante e un numero costante di osservatori con attività continua fino a condizioni di mare Beaufort 3. In base alle condizioni viene coperto uno spazio di visuale di circa 1-2km di raggio. La gestione dell'avvistamento è stata affidata a 2/3 "avvistatori" su una unica piattaforma di opportunità monitorando ognuno 120° di visuale; l'effort (sforzo) è stato monitorato registrando in traccia continua la rotta dell'imbarcazione tramite plotter cartografico con aggiunta periodica di "marks". Sono inoltre stati registrati i dati meteo secondo le scale Douglas e Beaufort. Contestualmente agli avvistamenti sono stati registrati i seguenti dati: la specie osservata (delfini o tartarughe), la posizione di avvistamento in coordinate geografiche WGS84, data e ora, dimensione del gruppo, distanza stimata dall'osservatore, angolo rispetto la prua, direzione iniziale, direzione finale, eventuali comportamenti osservabili. Registrati i dati iniziali di avvistamento, attraverso la "marcatura fotografica" è stata attuata la tecnica della Photo-ID che, come sopra esposto, ha il vantaggio di permettere lo studio sulla distribuzione degli animali attraverso una metodologia non invasiva e raccogliere informazioni permanenti e trasferibili nello spazio e nel tempo.

# 2.6 Indagini generali

### 2.6.1 Misura del rumore

Per il monitoraggio del rumore sottomarino si rimanda al documento dedicato.



# 2.6.2 Bioacustica

La sorveglianza bioacustica sulla presenza di cetacei è stata effettuata sulla piattaforma di ricerca dedicata attrezzata per il monitoraggio bioacustico sulla fauna marina, utilizzando un idrofono omnidirezionale a trascinamento marca CO.L.MAR. mod. GP1280 trainato a circa 30 metri a poppavia dell'imbarcazione. Le caratteristiche tecniche dello strumento sono riportate nella scheda tecnica fornita dal costruttore e inserita nell'Allegato 9.

Il survey acustico è stato effettuato su transetti ortogonali posizionati nei settori NE, SE, SW, NW ad una distanza tra 5 e 10km dal Terminale FSRU (**Figura 3**).

Lo scopo di tale survey è, in caso di incontro con cetacei nell'area, registrare le emissioni emesse ed evidenziare se, dalle comparazioni con emissioni presenti nel database del Centro CETUS, si evidenzino modifiche nei sonogrammi e spettrogrammi di emissione, nonché modifiche comportamentali dei cetacei incontrati.

Per l'ascolto e le registrazioni è stato utilizzato il software Rainbow Clicks e Sea Wave con funzioni di ascolto, visione e registrazione sempre attive. Per la fase di ascolto sono state utilizzate cuffie e casse stereo con alternanza di ascoltatori ogni ora.

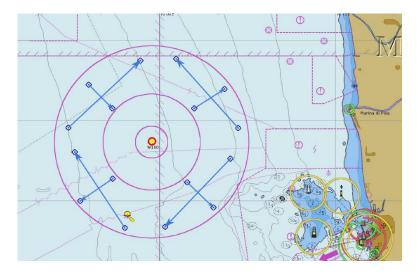


Figura 3 - Survey acustico effettuato su transetti ortogonali posizionati nei settori NE, SE, SW, NW ad una distanza tra 5 e 10km dal Terminale FSRU.



# 3 RISULTATI SURVEY AUTUNNO 2020

# 3.1 Colonna d'acqua

### 3.1.1 Profili idrologici

La **temperatura** varia, nel campionamento A20, in un range compreso tra 14,3°C e 17,8°C. Questi valori sono in linea con le temperature del periodo. E' presente un termoclino profondo (**Figura 4**) posizionato intorno a 60m caratterizzato da uno strato rimescolato con valori intorno a 17,7°C che diminuiscono rapidamente fino ad arrivare a valori intorno a 15°C sul fondo. Questo è tipico del periodo in esame caratterizzato da un inizale omogeneizzazione della colonna d'acqua che non ha ancora raggiunto il fondo come accadrà nel periodo tipicamente invernale.

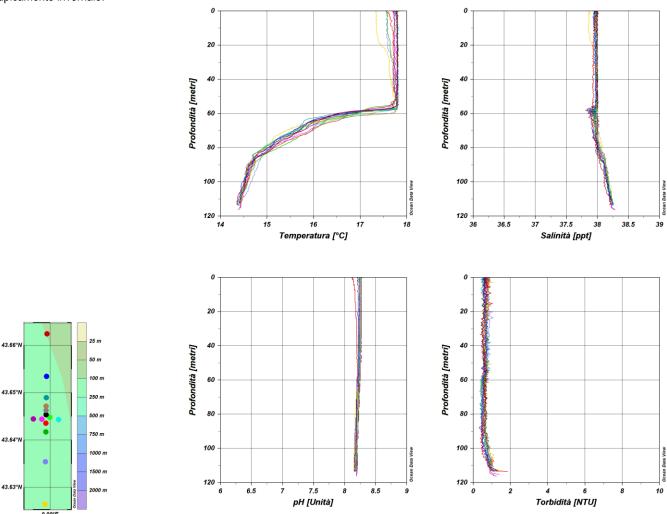


Figura 4 – Profili di temperatura (°C), salinità (ppt), pH e torbidità (NTU); survey autunno 2020.

I profili di salinità risultano costanti dalla superficie al fondo con valori compresi fra 38 e 38,2 ppt.

I profili di **pH** mostrano valori intorno a 8,2 su tutta la colonna d'acqua. I profili di **torbidità** mostrano valori intorno a 0,5 NTU dalla superficie fino a 110m ed aumentano gradualmente negli ultimi metri della colonna d'acqua fino ad arrivare a valori prossimi a 2 NTU in corrispondenza del fondo. I profili di **ossigeno disciolto** (**Figura 5**) mostrano valori intorno a 105% di saturazione nei primi 60 m della colonna d'acqua che diminuiscono rapidamente fino ad arrivare a valori intorno a 82,6 % di saturazione sul fondo.

La **clorofilla** presenta valori intorno a  $0.5 \mu g/l$  nei primi 60 m della colonna d'acqua per poi diminuire e arrivare a valori prossimo a zero sul fondo.

I valori di **ORP**, infine, sono costanti su tutto il profilo verticale con un range che va da 200 a 225 mV fatta eccezione per la stazione più a Nord che nei primi 35 m presenta valori compresi fra 170 e 200 mV.

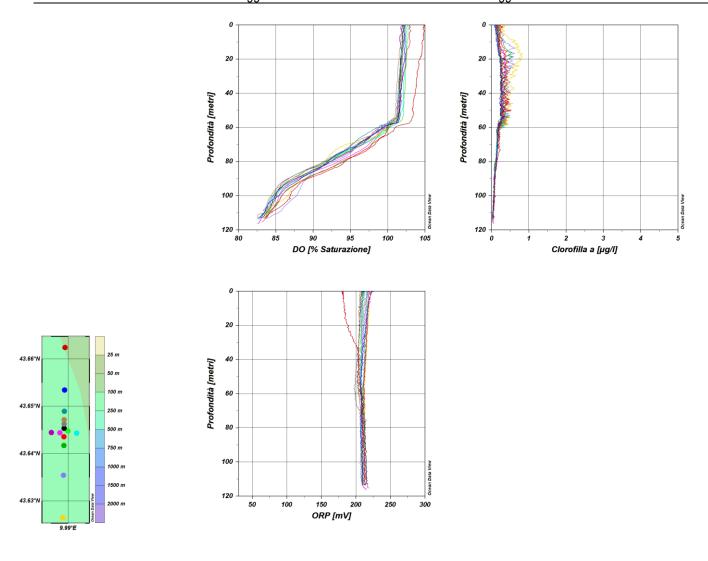


Figura 5 – Profili di ossigeno disciolto (% saturazione), clorofilla (µg/l) e potenziale di ossidoriduzione (mV); survey autunno 2020.



# Misure di irradianza e irradianza spettrale

In **Figura 6** sono mostrati i profili di irradianza PAR (Photosynthetic Available Radiation) sottomarina normalizzati rispetto a quella contemporanea superficiale alle stazioni A20 MG7 e A20 MG10. La profondità della zona eufotica (Z<sub>eu</sub>) è rispettivamente 61m e 60,5m mentre, in generale, la Z<sub>eu</sub> ha mostrato una variazione compresa tra un minimo di 48,5m (A20 MG12) ed un massimo di 61m alla A20 MG10.

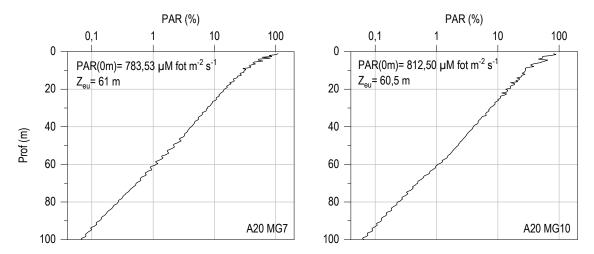


Figura 6 - Profilo del rapporto fra l'irradianza quantica PAR (Photosynthetic Available Radiation) disponibile alle varie profondità con quella contemporanea in superficie, PAR (0 m), nelle stazioni A20 MG7 e A20 MG10.

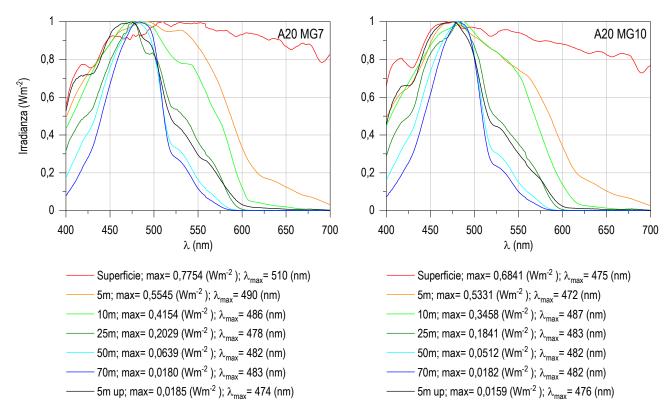


Figura 7 - Irradianza spettrale discendente superficiale e subacquea alle profondità indicate. E' inoltre riportata la irradianza spettrale ascendente a 5 m (5m up). Ogni spettro è stato normalizzato per il proprio massimo ( $E_{max}(\lambda)$ ) riportato nella legenda insieme con la lunghezza d'onda dove si colloca ( $\lambda_{max}$ ).

In **Figura 7** sono riportati gli spettri della irradianza discendente tra 400 e 700 nm in superficie e alle varie profondità insieme con quelli della irradianza ascendente a 5m, tutti normalizzati per i loro massimi, in A20 MG7 e A20 MG10. I massimi ( $\lambda_{max}$ ) degli spettri dell'irradianza discendente si collocano nel range di lunghezze d'onda comprese fra 472 e 487 nm. La radiazione che raggiunge la maggior profondità, ovvero quella più penetrante ( $\lambda_{max}$  a 70 m), si trova a 483 nm alla A20 MG7 e a 482 nm alla A20 MG10. I valori di  $Z_{eu}$ , le forme degli spettri



alle diverse profondità e i loro massimi si collocano nell'ambito di quelli misurati nelle precedenti campagne autunnali e non si evidenziano anomalie dovute alla presenza del Terminale

### 3.1.2 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche

# Nutrienti inorganici disciolti

In **Tabella 15** sono riportate le concentrazioni di nitriti (NO<sub>2</sub>), nitrati (NO<sub>3</sub>), ortofosfati (PO<sub>4</sub>), silicati (SiO<sub>2</sub>), rilevate nelle 8 stazionii campionate.

Tabella 15 - Concentrazioni (μM) dei nutrienti inorganici disciolti.											
Stazione	Prof. m	SiO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	Stazione	Prof. m	SiO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>
A20 MG3	0,5	0,834	0,042	<0,030	0,406	A20 MG9	0,5	0,664	0,037	0,044	0,318
	12,5	0,833	0,044	0,037	0,331		12,5	0,716	0,034	0,036	0,284
	50	0,873	0,048	0,044	0,701		50	0,879	0,032	0,096	0,508
	70	1,056	0,037	0,133	0,432		70	1,073	<0,030	0,098	0,612
	0,5	0,761	0,033	<0,030	0,232	A20 MG10	0,5	0,951	0,037	0,143	0,366
A20 MCE	12,5	0,824	0,030	<0,030	0,124		12,5	0,965	0,033	<0,030	0,147
A20 MG5	50	0,765	<0,030	0,031	0,334		50	0,973	0,064	0,067	0,347
	70	0,783	0,031	0,112	0,453		70	1,168	0,038	0,082	0,284
	0,5	0,783	<0,030	0,038	0,283	A20 MG12	0,5	0,746	0,041	0,105	0,600
A20 MC6	12,5	0,757	<0,030	0,089	0,325		12,5	0,746	0,040	0,140	0,315
A20 MG6	50	0,780	<0,030	0,073	0,403		50	0,935	0,032	0,053	0,259
	70	0,951	0,038	0,084	0,477		70	1,087	0,036	0,125	0,438
	0,5	0,785	<0,030	0,068	0,294	A20 MG13	0,5	0,799	<0,030	<0,030	0,123
A20 MG7	12,5	0,792	<0,030	0,062	0,293		12,5	0,869	<0,030	0,030	0,251
	50	0,831	0,053	0,075	0,107		50	0,893	0,038	<0,030	0,401
	70	0,815	<0,030	0,114	0,389		70	1,054	0,039	0,224	0,632

In generale le concentrazioni dei nutrienti rilevate durante A20 rientrano nell'ambito di variabilità rilevato nelle campagne condotte nella stagione autunnale. Le medie generali sono: NO<sub>2</sub> 0,071 µM, NO<sub>3</sub> 0,358 µM, SiO<sub>2</sub> 0,867 µM, PO<sub>4</sub> 0,035 µM

Le concentrazioni sono simili fra le diverse profondità, soprattutto per silicati e fosfati, delineando quindi una distribuzione relativamente omogenea lungo la colonna d'acqua, con una lieve tendenza all'aumento verso le profondità maggiori (Figura 8).

Esaminando in dettaglio i diversi nutrienti, i nitriti presentano un ampio range di variazione da valori al limite della rilevabilità fino al massimo profondo di 0,224 µM in A20 MG13 (**Figura 8**).

Le concentrazioni di nitrato sono comprese tra il valore minimo di 0,070 μM (A20 MG7) e il massimo di 0,701 μM (A20 MG3). I massimi per ogni stazione sono collocati a diverse profondità, prevalentemente tra 50 e 70m.

Anche i fosfati presentano molti valori al limite di rilevabilità, con concentrazioni quindi molto basse, come rilevato nelle campagne autunnali degli ultimi anni (A17 – A19) e un massimo che arriva a 0,063 (A20 MG13 50m).

I silicati sono compresi in un intervallo di variazione minore rispetto agli altri nutrienti, fino ad un massimo di 1,168 μM (A20 MG10 70m) e una distribuzione omogenea lungo la colonna d'acqua delle diverse stazioni.

Non si rilevano concentrazioni anomale in relazione alla presenza del Terminale e gli intervalli di variabilità rientrano nella normale variabilità dei parametri.

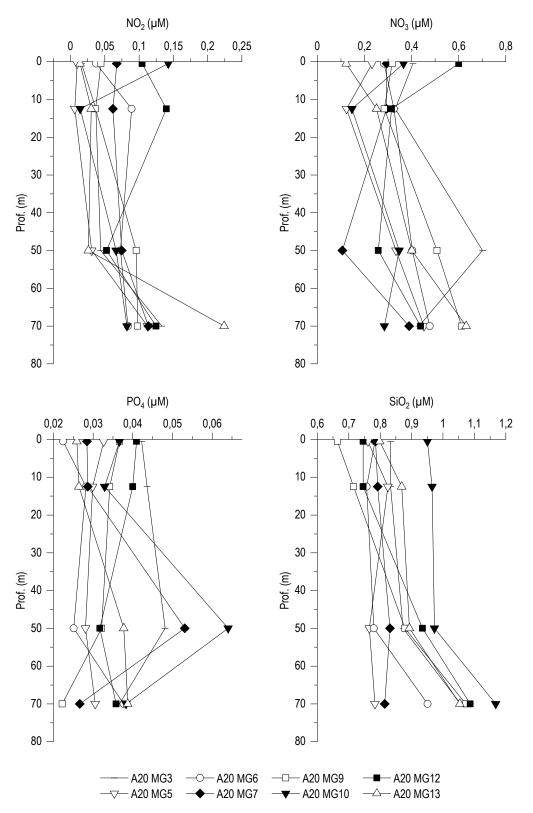


Figura 8 - Profili delle concentrazioni (µM) dei nutrienti inorganici disciolti: NO2 (nitriti), NO3 (nitrati), PO4 (fosfati), SiO2 (silicati).

# Solidi sospesi (Total Suspended Matter)

Le concentrazioni di TSM in tutte le stazioni sono riportate in **Tabella 16**. Il valore medio generale è 0,892 mg/l (± 0,41), il minimo è 0,464 mg/l (A20 MG9 50m) ed il massimo è 2,106 mg/l (A20 MG12 12,5m).



	Tabella 16 - Concentrazioni (mg/l) dei solidi sospesi (TSM).						
Prof. m	Stazione	TSM (mg/l)	Stazione	TSM (mg/l)			
0,5		0,8698		0,9168			
12,5	A20 MG3	0,7918	A20 MG9	0,9103			
50	AZU WIGS	1,9300	AZU WIG9	0,4640			
70		1,5466		0,9595			
0,5		0,7248		0,9010			
12,5	A20 MG5	0,7258	A20 MG10	0,6190			
50	AZU WIG5	0,5421	AZU WIG TU	0,6967			
70		0,7133		0,8097			
0,5		0,7348		0,9363			
12,5	A20 MG6	0,8858	A20 MG12	2,1058			
50	AZU WIGO	0,5826	AZU WIG 12	0,6608			
70		0,7516		0,8935			
0,5		0,8000		0,6461			
12,5	A20 MG7	0,7653	A20 MG13	0,6111			
50	AZU WIG!	0,7001	AZU WIG 13	0,6080			
70		1,9843		0,7448			

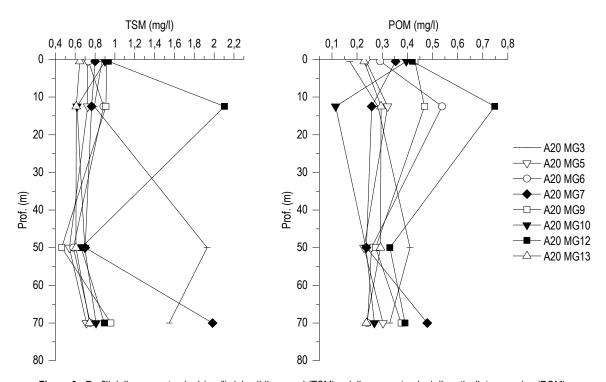


Figura 9 - Profili delle concentrazioni (mg/l) dei solidi sospesi (TSM) e delle concentrazioni di particellato organico (POM).

I profili batimetrici di TSM (**Figura 9**) mostrano concentrazioni minime a 50m (unica eccezione in A20 MG3 con il massimo a questa profondità) e comunque scarsamente variabili lungo tutta la colonna d'acqua ad eccezione di aumenti (A20 Mg12 12,5m, A20 MG7 70m) che comunque si mantengono a livelli rientranti nella variabilità del parametro. La concentrazione della frazione organica del TSM (POM) è in media 0,327 mg/l (± 0,121) con minimo di 0,115 mg/l (A20 MG10 12,5m) e massimo di 0,748 mg/l (A20 MG12 12,5m), corrispondente al massimo del TSM. I profili batimetrici del POM (**Figura 9**) presentano massimi variabili, con tendenza a minimi profondi. POM rappresenta in media il 38,6% del TSM con minimo di 18,5% in A20 MG10 12,5m e massimo di 60,8% in A20 MG6 12,5m.



# Sostanza Organica Disciolta Cromoforica (CDOM)

Gli assorbimenti della CDOM a 325 nm acdom(325) sono in media 0,296 m<sup>-1</sup> (± 0,074) e variano tra 0,229 m<sup>-1</sup> (A20 MG7 12,5m) e 0,616 m<sup>-1</sup> (A20 MG3 12,5m), valori totalmente in linea con quelli precedentemente misurati nelle campagne autunnali (**Tabella 17**). I profili batimetrici (**Figura 10**) presentano minimi a 50m e massimi variabili a 12,5 o 70m. Anche in questo caso le variaizoni rientrano nella normale variabilità naturale del dato.

Tabel	Tabella 17 - Assorbimento (m <sup>-1</sup> ) della CDOM alla lunghezza d'onda di 325 nm						
Prof. m	Stazione	Stazione acdom(325) m <sup>-1</sup> Stazione		асром(325) m <sup>-1</sup>			
0,5		0,3018		0,2931			
12,5	A20 MC2	0,6164	A20 MC0	0,2998			
50	A20 MG3	0,2869	A20 MG9	0,2323			
70		0,3926		0,2830			
0,5		0,2664		0,2497			
12,5	A20 MG5	0,2783	A20 MG10	0,2336			
50	AZU WG5	0,2503		0,2336			
70		0,3084		0,3003			
0,5		0,3638	A20 MG12	0,3079			
12,5	A20 MG6	0,3978		0,3417			
50	AZU WIGO	0,2589		0,2786			
70		0,3257		0,3029			
0,5		0,2532		0,2489			
12,5	A20 MG7	0,2289	A20 MC12	0,2347			
50	A20 MG7	0,2519	A20 MG13	0,2339			
70		0,2907		0,3178			

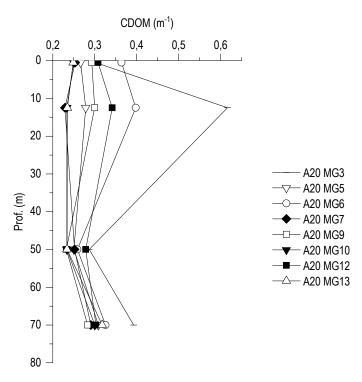


Figura 10 - Profili degli assorbimenti (m-1) della CDOM a 325 nm (a<sub>CDOM</sub>(325)).



## Clorofilla a e diversità pigmentaria

La concentrazione di clorofilla a è in media 0,289 mg/m³ (dev. st. =  $\pm$  0,18) e mostra un range di variazione compreso tra 0,119 mg/m³ (A20 MG7 0,5m) e 0,818 mg/m³ (A20 MG9 0,5m) (**Tabella 18**), valori e intervallo di variazione nell'ordine delle concentrazioni rilevate nelle campagne autunnali. I profili batimetrici delle concentrazioni di Chl a (**Figura 11**) mostrano, nella maggior parte delle stazioni, andamento omogeneo, variando entro circa 0,3 mg/m³. A20 MG9 e A20 MG12 mostrano i valori massimi di concentrazione, fino a 0,818 mg/m³, sia in superficie che a 12,5m. In A20 MG12 è stata infatti evidenziata una fioritura localizzata di diatomee.

<b>Tabella 18</b> - Conca a + Alloclorofilla a		) della Clorofilla a totale	(Chl a tot = Clorofil	la a + Divinil Clorofilla
Prof. m	Stazione	Chl a mg/m <sup>3</sup>	Stazione	Chl a mg/m <sup>3</sup>
0,5		0,1837		0,8177
12,5	A20 MG3	0,2233	A20 MG9	0,6182
50	AZU WIGS	0,1738	AZU WIG9	0,1919
70		0,3107		0,3527
0,5		0,2056		0,1716
12,5	A20 MG5	0,2198	A20 MG10	0,1658
50	AZU WIGO	0,2325	AZU WIG TU	0,2222
70		0,2447		0,2424
0,5		0,1829		0,7237
12,5	A20 MG6	0,2103	A20 MG12	0,7364
50	AZU WIGO	0,3202	AZU WIG 12	0,1618
70		0,3292		0,3407
0,5		0,1192		0,2037
12,5	A20 MG7	0,1800	A20 MG13	0,1953
50	AZU WIG!	0,2419	AZU WIG 13	0,2206
70		0,2037		0,3056

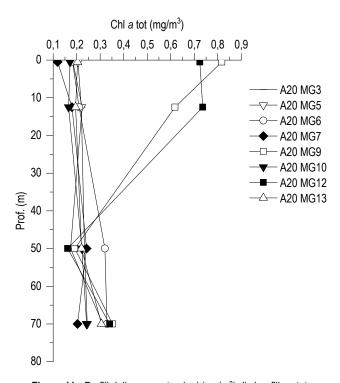


Figura 11 - Profili delle concentrazioni (mg/m³) di clorofilla a tot.



Le concentrazioni dei nove pigmenti diagnostici principali sono riportate in **Tabella 19**. Il pigmento a maggiore concentrazione media (mg/m³) è Hex-Fuco (media 0,067, dev. st. =  $\pm$  0,026), seguono Chl *b* (media 0,056, dev. st. =  $\pm$  0,034), DVA (media 0,040, dev. st. =  $\pm$  0,027), Zea (media 0,038, dev. st. =  $\pm$  0,007), But-Fuco (media 0,034, dev. st. =  $\pm$  0,017), Fuco (media 0,033, dev. st. =  $\pm$  0,059), Perid (media 0,013, dev. st. =  $\pm$  0,002), Prasino (media 0,004, dev. st. =  $\pm$  0,003) e Allo (media 0,0021, dev. st. =  $\pm$  0,0025).

La composizione pigmentaria presenta una differenziazione generalmente comune alle varie stazioni ad eccezione di A20 MG9 ed A20 MG12 (0,5 e 12,5m) dove Fuco aumenta notevolmente, in corrispondenza anche di quanto visto nella concentrazione di Chl *a* (**Figura 11**), come visibile nella rappresentazione di (**Figura 12**).

	Tabella	19 - Concent	razioni (mg/ı	m³) dei princip	ali pigmenti d	iagnostici fito	planctonici (a	acronimi in Ta	abella 7).	
Stazione	Prof.m	Fuco	Perid	Hex-Fuco	But-Fuco	Prasino	Allo	Zea	DVA	Chl b
	0,5	0,0084	0,0110	0,0550	0,0239	0,0018	0,0009	0,0316	0,0212	0,0287
A00 MO0	12,5	0,0091	0,0117	0,0587	0,0252	0,0018	0,0013	0,0391	0,0284	0,0287
A20 MG3	50	0,0090	0,0108	0,0439	0,0202	0,0012	0,0008	0,0401	0,0210	0,0285
	70	0,0116	0,0149	0,0657	0,0677	0,0072	0,0012	0,0380	0,0919	0,1223
	0,5	0,0089	0,0112	0,0621	0,0261	0,0024	0,0015	0,0382	0,0279	0,0320
100 1105	12,5	0,0095	0,0111	0,0662	0,0270	0,0031	0,0019	0,0454	0,0254	0,0266
A20 MG5	50	0,0073	0,0111	0,0724	0,0285	0,0024	0,0012	0,0390	0,0358	0,0420
	70	0,0109	0,0130	0,0552	0,0478	0,0068	0,0008	0,0285	0,0602	0,0959
	0,5	0,0066	0,0112	0,0433	0,0162	0,0005	0,0016	0,0345	0,0198	0,0362
400 MOC	12,5	0,0094	0,0119	0,0581	0,0246	0,0010	0,0015	0,0444	0,0281	0,0343
A20 MG6	50	0,0112	0,0106	0,0864	0,0340	0,0029	0,0017	0,0546	0,0456	0,0486
	70	0,0131	0,0129	0,0738	0,0652	0,0054	0,0017	0,0407	0,0957	0,1266
	0,5	0,0035	0,0104	0,0246	0,0086	0,0000	0,0000	0,0289	0,0162	0,0239
A 20 M 27	12,5	0,0076	0,0134	0,0457	0,0200	0,0006	0,0009	0,0396	0,0210	0,0343
A20 MG7	50	0,0074	0,0123	0,0765	0,0342	0,0025	0,0011	0,0419	0,0524	0,0584
	70	0,0095	0,0120	0,0472	0,0416	0,0036	0,0008	0,0276	0,0622	0,0944
	0,5	0,2037	0,0149	0,1406	0,0398	0,0109	0,0080	0,0319	0,0192	0,0664
A20 MG9	12,5	0,1455	0,0147	0,1232	0,0384	0,0095	0,0063	0,0325	0,0201	0,0525
AZU WIG9	50	0,0113	0,0116	0,0542	0,0233	0,0014	0,0008	0,0314	0,0207	0,0283
	70	0,0224	0,0127	0,0791	0,0690	0,0072	0,0011	0,0377	0,0858	0,1104
	0,5	0,0242	0,0168	0,0414	0,0148	0,0006	0,0022	0,0432	0,0170	0,0342
A20 MG10	12,5	0,0128	0,0145	0,0455	0,0211	0,0018	0,0008	0,0395	0,0227	0,0348
AZU IVIG IU	50	0,0135	0,0156	0,0607	0,0268	0,0019	0,0010	0,0559	0,0286	0,0375
	70	0,0144	0,0181	0,0552	0,0571	0,0071	0,0013	0,0351	0,0762	0,1225
	0,5	0,2083	0,0155	0,1239	0,0362	0,0116	0,0115	0,0202	0,0131	0,0525
A20 MG12	12,5	0,1881	0,0154	0,1194	0,0379	0,0098	0,0070	0,0346	0,0158	0,0571
MEU IVIU IZ	50	0,0104	0,0118	0,0441	0,0183	0,0017	0,0006	0,0335	0,0220	0,0335
	70	0,0202	0,0127	0,0852	0,0654	0,0067	0,0018	0,0448	0,0944	0,1046
	0,5	0,0078	0,0112	0,0487	0,0194	0,0017	0,0011	0,0425	0,0340	0,0261
A20 MG13	12,5	0,0080	0,0106	0,0545	0,0213	0,0018	0,0012	0,0364	0,0314	0,0323
AZU WIG 13	50	0,0065	0,0116	0,0589	0,0238	0,0022	0,0013	0,0468	0,0391	0,0373
	70	0,0124	0,0139	0,0624	0,0506	0,0061	0,0010	0,0421	0,0951	0,1113

Hex-Fuco (coccolitofori) fornisce anche il maggior contributo percentuale alla diversità pigmentaria, per circa il 24,1%, seguono poi Chl *b* (Chlorophyta) con in media il 19,2%, Zea (Cyanobatteri *Synechococcus*-like) con il 15,6%, DVA (Cyanobatteri *Prochlorococcus*-like), con il 14,1%, But-Fuco con l'11,6%, Fuco (diatomee) con circa l'8,6%, Perid (dinoflagellati) con un 5,1%. Prasino (Prasinophyceae) e Allo (Cryptophyceae) si collocano intorno all'1%. La somma dei due pigmenti Zea (Cyanobatteri *Synechococcus*-like) e DVA (Cyanobatteri *Prochlorococcus*-like), diagnostici della componente procariota picoplanctonica, rappresenta circa il 29,7% del popolamento, una quota, tranne in alcuni casi (A20 MG09, A20MG12) maggioritaria del popolamento, particolarmente a 50 e 70m.



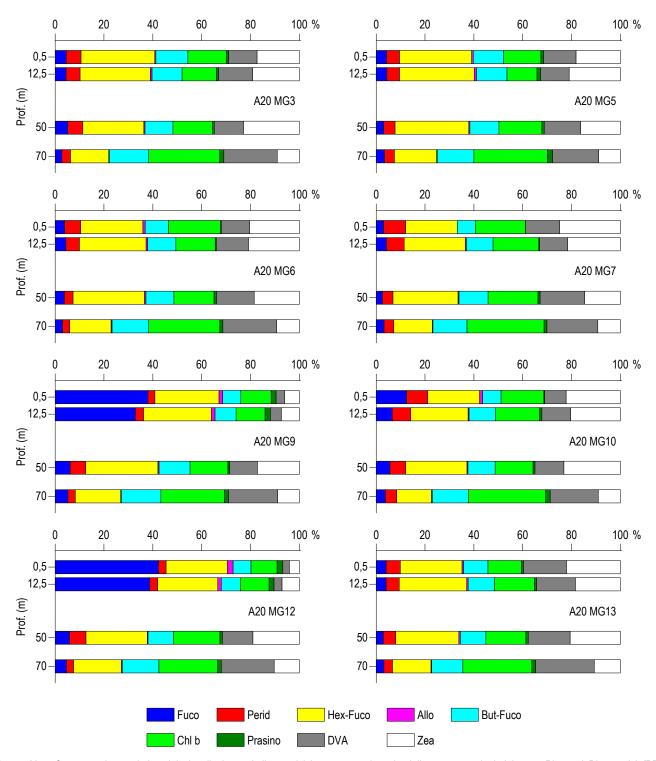


Figura 12 – Concentrazione relativa dei singoli pigmenti diagnostici in rapporto al totale delle concentrazioni dei nove Pigmenti Diagnostici (PD= Fuco+Perid+Hex-Fuco+But-Fuco+Allo+Prasino+Chlb+DVA+Zea).



## Tensioattivi

Le concentrazioni dei tensioattivi (Tabella 20) risultano al di sotto del limite di quantificazione della metodica in tutti i campioni.

Tabella 20 - Concent	razione te	ensiotatt	ivi anion	ici e tens	sioattivi r	non ionic	i presen	ti nei cai	mpioni d	i acqua d	di mare I	ungo il p	rofilo ba	atimetrico	o. Le pro	ofondità
sono espresse in met	ri. I dati s	ono esp	ressi in	milligran	nmi/litro.											
		A20	MG3			A20	MG5			A20	MG6			A20	MG7	
Profondità	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70
tensiotattivi anionici	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
tensioattivi non ionici	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
		A20	MG9			A20 I	MG10			A20 I	MG12			A20 I	MG13	
Profondità	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70
tensiotattivi anionici	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
tensioattivi non ionici	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03

## Cloroderivati

I risultati della ricerca dei cloroderivati sono riportati nella **Tabella 21**. Questi composti sono generalmente bassi (Alometani e VOC) o inferiori al limite di quantificazione.

		A20	MG3	-		A2	0 MG5			A20	MG6				A20 MG7		
Profondità (m)	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50		70
Acidi aloacetici (µg/l)																	
Dalapon	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	5 < 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	i	< 0,5
Acido Dibromoacetico	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	5 < 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	;	< 0,5
Acido Tribromoacetico	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	1	< 2,0
Acido Monobromoacetico	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	5 < 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	;	< 0,5
Acido Bromodicloroacetico	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	5 < 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	i	< 0,5
Acido Bromocloroacetico	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	5 < 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	i	< 0,5
Acido Dicloroacetico	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	1	< 2,0
Acido Tricloroacetico	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	5 < 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	;	< 0,5
Acido Monocloroacetico	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	1	< 2,0
Acido Clorodibromoacetico	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	1	< 2,0
Aloacetonitrili (µg/l)																	
Dibromoacetonitrile	< 0,05	< 0,05	< 0,0	5 < 0,0	5 < 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,0	5 .	< 0,05
Dicloroacetonitrile	< 0,05	< 0,05	< 0,0	5 < 0,0	5 < 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,0	5 .	< 0,05
Tricloroacetonitrile	< 0.05	< 0.05	< 0.05	5 < 0,0	5 < 0.05	< 0.05	5 < 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.0	5 .	< 0.05
1,1,1-Tricloro-2-Propanone	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	2 < 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	!	< 0,2
1,1-Dicloro-2-Propanone	< 0,05	< 0,05	< 0,0	5 < 0,0	5 < 0,05	< 0,05	· 5 < 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,0	5 .	< 0,05
Cloropicrina	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	5 < 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	;	< 0,5
Alometani e VOC (µg/l)	-																
Cloroformio	< 0.01	< 0.01	< 0,0	1 < 0,0	1 < 0,01	< 0.01	< 0,01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0,01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.0	1 .	< 0,01
Carbonio Tetracloruro	< 0,01	< 0,01	< 0,0	1 < 0,0	1 < 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,0		< 0,01
Tricloro Etilene	< 0,01	< 0,01	< 0,0	1 < 0,0	1 < 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,0	1 .	< 0,01
Dicloro Bromo Metano	< 0.01	< 0,01	< 0.0	1 < 0,0	1 < 0,01	< 0.01	< 0,01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.0	1 .	< 0,01
Tetracloro Etilene	< 0,01	< 0,01	< 0,0	1 < 0,0	1 < 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,0		< 0,01
Dibromo Cloro Metano	< 0,01	< 0,01	< 0,0	1 < 0,0	1 < 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,0	1 .	< 0,01
Bromoformio	< 0,01	< 0,01	< 0,0	1 < 0,0	1 0,022	0,020	< 0,01	< 0,01	0,061	0,040	< 0,01	< 0,01	0,14	0,017	< 0,0	1 .	< 0,01
1,2-Dibromo Etano	< 0,01	< 0,01	< 0,0	1 < 0,0	1 < 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,0	1 .	< 0,01
1,1,1-Tricloro Etano	< 0,01	< 0,01	< 0,0	1 < 0,0	1 < 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,0	1 .	< 0,01
1,1,2-Tricloro Etano	< 0,01	< 0,01	< 0,0	1 < 0,0	1 < 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,0	1 .	< 0,01
Alofenoli (µg/l)																	
2,4-Diclorofenolo	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	2 < 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	!	< 0,2
4-Cloro-3-Metilfenolo	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	2 < 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	!	< 0,2
2,4,6-Triclorofenolo	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	2 < 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	!	< 0,2
Pentaclorofenolo	< 0,2	< 0,2	< 0,2	,	,	,	,	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2			< 0,2
	· · ·	A20 I	MG9		· ·		0 MG10	· ·	•	•	A20 MG	12	•	•	A20 MG	13	
Profondità (m)	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5		50	70	0,5	12,5	50	70
Acidi aloacetici (µg/I)	-,-	,-			-,-	-,-			-,-	1,0				- , -	,-		
Dalapon	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0.5	< 0,5	< 0,5	· <	0,5 <	0,5 <	0,5	< 0,5 <	0,5	< 0,5
Acido Dibromoacetico	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	,			< 0.5	< 0.5	< 0.5		,			,	0,5	< 0,5



			0 MG3	· ·			A20 MG5			A20 N	IG6			A20 M	G7	
Profondità (m)	0,5	12,5			70	-,-	,-	0 70	0,5	12,5			-,-	2,5	50	70
Acido Tribromoacetico	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	,	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Acido Monobromoacetico	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Acido Bromodicloroacetico	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Acido Bromocloroacetico	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Acido Dicloroacetico	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Acido Tricloroacetico	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Acido Monocloroacetico	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Acido Clorodibromoacetico	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Aloacetonitrili (µg/l)																
Dibromoacetonitrile	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Dicloroacetonitrile	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tricloroacetonitrile	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1,1-Tricloro-2-Propanone	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
1,1-Dicloro-2-Propanone	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Cloropicrina	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Alometani e VOC (μg/l)																
Cloroformio	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Carbonio Tetracloruro	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tricloro Etilene	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dicloro Bromo Metano	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tetracloro Etilene	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dibromo Cloro Metano	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Bromoformio	0,010	< 0,01	0,36	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,012	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,2-Dibromo Etano	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,1,1-Tricloro Etano	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,1,2-Tricloro Etano	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Alofenoli (µg/l)																
2,4-Diclorofenolo	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
4-Cloro-3-Metilfenolo	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
2,4,6-Triclorofenolo	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Pentaclorofenolo	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0,2

# Idrocarburi totali

Nella **Tabella 22** sono riportati i risultati ottenuti dalla ricerca degli **idrocarburi totali**. Questi contaminanti sono diffusamente presenti con concentrazioni che variano indipendentemente dalla posizione delle stazioni di prelievo.

	<b>22</b> - Cor										il profilo	batimetric	co. I dati	sono esp	oressi in
microgra	ammi/litro.	In neretto	(0,5 - 12	,5 – 50 - 7	'0) sono ir	ndicate le	profondità	ı di preliev	o in metri						
	A20	MG3			A20	MG5			A20	MG6			A20	MG7	
0,5	12,5	50,0	70,0	0,5	12,5	50,0	70,0	0,5	12,5	50,0	70,0	0,5	12,5	50,0	70,0
138,75	109,17	145,32	144,36	197,58	252,23	163,35	171,88	148,39	112,78	146,62	145,96	143,30	168,77	151,54	159,15
	A20	MG9			A20 I	MG10			A20 I	MG12			A20 I	MG13	
<b>0,5</b> 189,37	<b>12,5</b> 248,22	<b>50,0</b> 159,33	<b>70,0</b> 165,42	<b>0,5</b> 137,73	<b>12,5</b> 162,54	<b>50,0</b> 147,67	<b>70,0</b> 154,80	<b>0,5</b> 153,35	<b>12,5</b> 164,67	<b>50,0</b> 173,41	<b>70,0</b> 173,61	<b>0,5</b> 148,65	<b>12,5</b> 158,83	<b>50,0</b> 447,22	<b>70,0</b> 168,02

# Analisi microbiologiche

Dall'analisi microbiologica (Tabella 23) emerge l'assenza di contaminazione fecale.



Tabella 23 - Risultati delle analisi microbiologiche effettuate sui campion	di acqua superficiale. I dati	i sono espressi in ufc/100 ml. P = presenti ma
non formanti colonie.		

Horriothianti colonic.								
	A20 MG3	A20 MG5	A20 MG6	A20 MG7	A20 MG9	A20 MG10	A20 MG12	A20 MG13
Coliformi fecali	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Streptococchi fecali (enterococchi)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Coliformi totali	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10

### 3.1.3 Plancton

## 3.1.3.1 Fitoplancton

## Analisi quantitativa e qualitativa del fitoplancton da bottiglia

Le densità fitoplanctoniche di tutte le stazioni si collocano, omogeneamente a tutte le profondità (**Figura 13**), entro 100 cell/ml, tranne che in A20 MG12 0 e 12,5m, dove arrivano ai massimi rilevati (**Tabella 24**), in corrispondenza di quanto evidenziato dai profili di chl *a* (**Figura 11**). Nella stazione A20 MG12 si assiste infatti ad una fioritura di diatomee (

) dovuta a molte specie copresenti (*Chaetoceros socialis*, *C. curvisetus*, *Asterionellopsis glacialis*, *Leptocylindrus danicus*, *Cylindrotheca closterium*, *Pseudo-nitzschia* spp.), e alla massima presenza di *Emiliania huxleyi* (coccolitofori).

Tranne che in questa stazione, prevale il gruppo "Altro plancton" costituito dalle classi di nanoflagellati (Cryptophyceae, Chrysophyceae, Dictyochophyceae, Clorophyceae, Euglenoidea, Prasinophyceae, Prymnesiophyceae non Coccolitofori, Cyanophyceae più i flagellati non identificati) che costituisce generalmente più del 50% del popolamento, fino a 145 cell/ml in A20 MG12 0 m. La classe più abbondante è quella dei coccolitofori che varia tra circa 9 cell/ml in A20 MG6 12,5 m e 213 cell/ml in A20 MG12 12,5 m. I dinoflagellati sono la classe meno abbondante, tra circa 5 e 14 cell/ml, in A20 MG7 rispettivamente a 0 e 50.

Nel gruppo "Altro plancton" dominano *Phaeocystis* sp., e Cryptophyceae n.i., per i coccolitofori la specie maggiormente presente è *Emiliania huxleyi*. I dinoflagellati, circa il 13%, sono rappresentati da forme non tecate (Gymnodiniaceae) e forme tecate maggiormente abbondati, come *Oxytoxum variabile*, *Heterocapsa minima* ed *Heterocapsa rotundata*.

Tabe	IIa 24 - Densita	à fitoplanctonica	a totale (cell/ml) e	e delle classi o gr	uppi identific	cati.
Stazione	prof. (m)	Diatomee	Dinoflagellati	Coccolitofori	Altro	Totale
	0,5	1,67	7,12	9,17	32,46	50,42
A20 MG6	12,5	1,83	8,74	8,53	24,66	43,76
AZU WIGO	50	1,30	13,22	11,37	32,12	58,02
	70	4,79	8,70	16,92	26,92	57,33
	0,5	2,24	4,97	9,31	28,70	45,21
A20 MG7	12,5	1,54	10,15	14,56	51,30	77,55
AZU WIG1	50	3,59	14,09	16,77	73,95	108,39
	70	3,73	7,71	13,95	34,00	59,40
	0,5	28,73	7,39	28,41	23,98	88,51
A20 MG10	12,5	11,03	8,47	17,32	41,70	78,52
AZU WIG IU	50	11,83	8,25	16,38	53,57	90,03
	70	4,50	8,10	21,86	31,18	65,63
	0,5	150,16	13,46	204,90	145,37	513,90
A20 MG12	12,5	268,82	11,19	213,11	138,79	631,90
AZU WIG IZ	50	7,90	11,02	16,53	51,31	86,75
	70	7,23	7,55	20,56	47,10	82,43
	0,5	2,61	10,11	13,03	41,77	67,51
A20 MG13	12,5	2,57	11,44	15,23	59,59	88,84
AZU WIG 13	50	2,18	12,68	16,90	47,89	79,65
	70	3,89	8,10	19,19	29,95	61,13



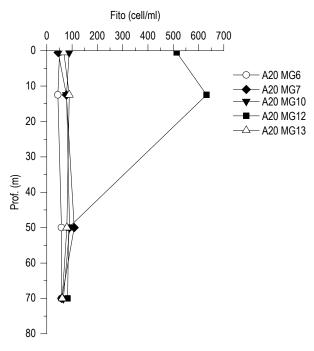


Figura 13 - Profili delle densità fitoplanctoniche totali (cell/ml).

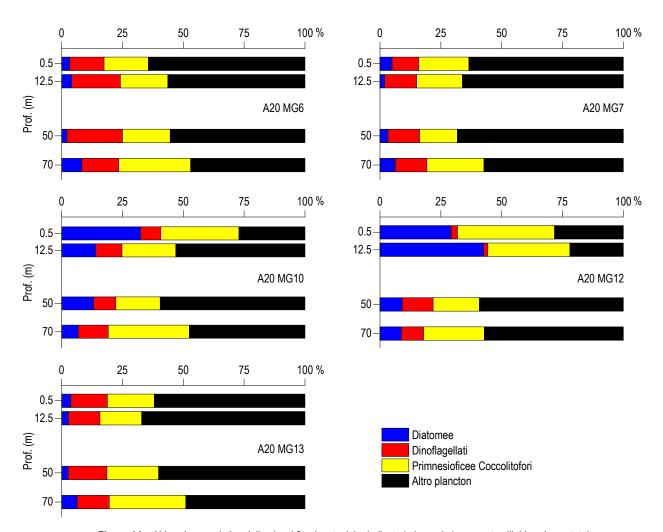


Figura 14 – Abbondanza relativa delle classi fitoplanctoniche indicate in legenda in rapporto all'abbondanza totale.



Amphidinium spp.

Sono stati identificati in totale, a diverso livello tassonomico, 247 taxa (più la categoria Flagellati indeterminati) (Tabella 25) suddivisi tra le principali classi o raggruppamenti fitoplanctonici di cui si fornisce l'elenco completo in Tabella 26.

La maggior parte dei taxa appartiene ai dinoflagellati (84 specie e 4 generi) e alle diatomee (80 specie e 9 generi). I coccolitofori risultano meno diversificati con 34 specie e 2 forme individuate a livello di genere. Il popolamento fitoplanctonico autunnale del 2020 presenta valori di diversità specifica (Shannon) e valori di equitabilità (Pielou) che variano, rispettivamente, tra 2,95 e 4,55 bit/cell e tra 0,48 e 0,70. I valori più bassi di H' si presentano in particolare in seguito alla forte dominanza di Phaeocystis sp., che raggiunge il 50% del popolamento totale in A20 MG07 50m. In corrispondenza della fioritura di diatomee, la copresenza di molte specie (46 taxa in A20 MG12 12,5 m) contribuisce invece ad aumentare i valori di diversità.

Tabella 25 - Numero di specie, generi e altre categorie tassonomiche individuate per ogni classe o raggruppamento fitoplanctonico nei campioni osservati (prelievo con Niskin).

Classe		Specie	Generi	Categorie superiori*
Diatomee		80	9	5
Dinoflagellati		84	4	3
Prymnesiophyceae coccolitofori		34	2	1
Cryptophyceae		1		1
Chrysophyceae/Dictyochophyceae		7		
Chlorophyta/Euglenoidea		2		1
Prasinophyceae		3	2	
Prymnesiophyceae non coccolitofori			2	
Cyanophyceae				
Raphydophyceae		2		
Altro		3	1	
	Totale	216	20	11
*Con il termine "Categorie superiori" s	si intendon	o livelli tasso	nomici sopragener	ici

Tabella 26 - Lista dei taxa individuati dalle analisi quantitative microscopi
---

	DIATOMEE	
Amphora spp.	Diatomea pennata n.i. (forma p)	Nitzschia sicula (Castracane) Hustedt
Asterionellopsis glacialis (Castracane) Round 1990	Diatomee centriche ≤ 20 µm n.i.	Nitzschia spp.
Bacteriastrum biconicum Pavillard 1916	Diatomee centriche > 20 µm n.i.	Odontella mobiliensis (Bailey) Grunow 1884
Bacteriastrum elongatum Cleve 1897	Diatomee pennate ≤ 20 µm n.i.	Plagiotropis sp.
Bacteriastrum hyalinum Lauder 1864	Diatomee pennate > 20 µm n.i.	Pleurosigma majus (Grunow) Cleve 1894
Bacteriastrum jadranum Godrijan, Maric & Pfannkuchen 2012	Dimeregramma nanum (Gregory) Ralfs 1861	Pleurosigma normanii Ralfs 1861
Bacteriastrum mediterraneum Pavillard 1916	Diploneis crabro (Ehrenberg) Ehrenberg 1854	Proboscia alata (Brightwell) Sundström 1986
Chaetoceros atlanticus Cleve 1873	Diploneis spp.	Psammodictyon panduriforme (Gregory) Mann 1990
Chaetoceros cf. costatus Pavillard 1911	Entomoneis spp.	Pseudo-nitzschia americana (Hasle) Fryxell 1993
Chaetoceros compressus Lauder 1864	Eucampia cornuta (Cleve) Grunow 1883	Pseudo-nitzschia cf. fraudulenta (Cleve) Hasle 1993
Chaetoceros curvisetus Cleve 1889	Fragilariopsis doliolus (Wallich) Medlin & Sims 1993	Pseudo-nitzschia cf. pungens (Grunow ex Cleve) Hasle 1993
Chaetoceros danicus Cleve 1889	Fragilariopsis spp.	Pseudo-nitzschia delicatissima (Cleve) Heiden 1928
Chaetoceros decipiens Cleve 1873	Guinardia flaccida (Castracane) Peragallo 1892	Pseudo-nitzschia galaxiae Lundholm & Moestrup 2002
Chaetoceros diadema (Ehrenberg) Gran 1897	Guinardia striata (Stolterfoth) Hasle 1996	Pseudo-nitzschia multistriata (Takano) Takano 1995
Chaetoceros diversus Cleve 1873	Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow 1880	Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima (Hasle) Hasle 1993
Chaetoceros lauderi Ralfs 1864	Haslea wawrikae (Hustedt) Simonsen 1974	Pseudo-nitzschia seriata (Cleve) Peragallo 1899
Chaetoceros lorenzianus Grunow 1863	Hemiaulus hauckii Grunow ex Van Heurck 1882	Pseudo-nitzschia subfraudulenta (Hasle) Hasle 1993
Chaetoceros pendulus Karsten 1905	Hemiaulus sinensis Greville	Pseudosolenia calcar-avis (Schultze) Sundström 1986
Chaetoceros peruvianus Brightwell 1856	Hemidiscus cuneiformis Wallich 1860	Rhizosolenia hebetata f. semispina (Hensen) Gran 1905
Chaetoceros pseudocurvisetus Mangin 1910	Lauderia annulata Cleve 1873	Rhizosolenia imbricata Brightwell 1858
Chaetoceros rostratus Lauder 1864	Leptocylindrus danicus Cleve 1889	Rhizosolenia setigera Brightwell 1858
Chaetoceros socialis Lauder 1864	Leptocylindrus mediterraneus (Peragallo) Hasle 1975	Rhizosolenia setigera f. pungens (Cleve) Brunel 1962
Chaetoceros spp.	Leptocylindrus minimus Gran 1915	Skeletonema menzelii Guillard Carpenter & Reimann 1974
Chaetoceros tortissimus Gran 1900	Licmophora flabellata (Grev.) Agardh 1831	Skeletonema pseudocostatum Medlin 1991
Chaetoceros vixvisibilis Schiller	Licmophora gracilis (Ehrenberg) Grunow 1867	Tabularia gaillonii (Bory de Saint-Vincent) Bukhtiyarova 1995
Chaetoceros wighamii Brightwell 1856	Lithodesmium undulatum Ehrenberg 1839	Thalassionema cf. bacillare (Heiden) Kolbe 1955
Cocconeis pseudomarginata Gregory 1857	Navicula cf. transitans Heimdal 1970	Thalassionema frauenfeldii (Grunow) Hallegraeff 1986
Ctenophora pulchella (Ralfs ex Kützing) Williams & Round 1986	Navicula spp.	Thalassionema nitzschioides (Grunow) Mereschkowsky 1903
Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann & Lewin 1964	Nitzschia (sez. sigmatae) sp.	Thalassiosira angulata (Gregory) Hasle 1978
Dactyliosolen fragilissimus (Bergon) Hasle 1996	Nitzschia bicapitata Cleve 1901	Thalassiosira spp.
Dactyliosolen phuketensis (Sundstrom) Hasle 1996	Nitzschia longissima (Brébisson) Ralfs 1861	Thalassiothrix longissima Cleve & Grunow 1880
Diatoma tenuis Agardh 1812	Nitzschia Iorenziana Grunow 1879	· ·
-	DINOFLAGELLATI	
Achradina pulchra Lohmann 1903	Gymnodinium catenatumGraham 1943	Oxytoxum longum Schiller 1937
Alexandrium cf. minutum Halim 1960	Gyrodinium aciculatum Hansen & Larsen 1992	Oxytoxum mediterraneum Schiller
Alexandrium tamutum Montresor, Beran & John 2004	Gyrodinium fusiforme Kofoid & Swezy 1921	Oxytoxum mitra Stein 1883
Amphidinium cf. globosum Schröder 1911	Gyrodinium spp.	Oxytoxum ovale Schiller 1937
Amphidinium cf. sphenoides Wulff 1916	Heterocapsa circularisquama Horiguchi 1995	Oxytoxum scolopax Stein 1883
	. , ,	

Heterocapsa horiguchii lwataki, Takayama & Matsuoka 2002

Oxytoxum sphaeroideum Stein 1883



Azadinium dalianense Zhaohe Luo, Haifeng Gu & Tillmann		0
2013	Heterocapsa minima Pomroy 1989	Oxytoxum strophalatum Dodge & Saunders 1985
Azadinium spinosum Elbrächter & Tillmann 2009 Ceratium setaceum Jørgensen 1911 Ceratocorys gourretii Paulsen 1931	Heterocapsa niei (Loeblich III) Morrill & Loeblich III 1981 Heterocapsa rotundata (Lohmann) Hansen 1995 Heterocapsa orientalis Iwataki Botes & Fukuyo 2003	Oxytoxum variabile Schiller 1937 Oxytoxum viride Schiller 1937 Parahistioneis reticulata (Kofoid) Kofoid & Skogsberg 1928
Ceratoperidinium falcatum (Kofoid & Swezy) Reñé & de Salas 2013	Histioneis longicollis Kofoid 1907	Phalacroma cuneus Schütt 1895
Cochlodinium helix (Pouchet) Lemmermann 1899	Histioneis oxypteris Schiller 1928	Phalacroma rotundatum (Claparéde & Lachmann) Kofoid & Michener 1911
Cochlodinium pulchellum Lebour 1917	Histioneis robusta Rampi 1969	Podolampas spinifer Okamura 1912
Cochlodinium pupa Lebour 1925	Histioneis variabilis Schiller 1933	Pronoctiluca pelagica Fabre-Domergue 1889
Cochlodinium sp.	Histioneis vouckii Schiller, 1928	Prorocentrum balticum (Lohmann) Loeblich 1970
Corythodinium curvicaudatum (Kofoid) Taylor 1976	Karenia brevis (Davis) Hansen & Moestrup 2000 Karenia mikimotoi (Miyake & Kominami ex Oda) Hansen &	Prorocentrum compressum (Bailey) Abé ex Dodge 1975
Corythodinium frenguellii (Rampi) Taylor 1976	Moestrup 2000	Prorocentrum dactylus (Stein) Dodge 1975
Corythodinium radiosum (Rampi) Gómez 2017 Dicroerisma psilonereiella Taylor & Cattell 1969	Karenia papilionacea Haywood & Steidinger 2004 Karenia spp.	Prorocentrum dentatum Stein 1883 Prorocentrum gracile Schütt 1895
Dinoflagellati tecati > 20 μm n.i.	Lessardia elongata Saldarriaga & Taylor 2003	Prorocentrum shikokuense Hada 1975
Dinophysis acuminata Claparède & Lachmann 1859	Mesoporos adriaticus (Schiller) Lillick	Prorocentrum triestinum Schiller 1918
Dinophysis fortii Pavillard 1924 Dinophysis ovum (Schütt) Abé	Mesoporos perforatus (Gran) Lillick 1937 Micracanthodinium setiferum (Lohmann) Deflandre 1937	Prorocentrum vaginula (Stein) Dodge 1975 Protoceratium areolatum Kofoid 1907
Dinophysis ovum (Schutt) Role Dinophysis parvula (Schutt) Balech 1967	Minuscula bipes (Paulsen) Lebour 1925	Protoperidinium breve Paulsen 1907
Diplopsalis lenticula Bergh 1881	Neoceratium furca (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-	Protoperidinium brevipes (Paulsen, 1908) Balech 1974
-	Garcia 2010  Neoceratium fusus (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-	
Goniodoma polyedricum (Pouchet) Jörgensen 1899	Garcia 2010	Protoperidinium cf. globulus (Stein) Balech 1974
Gonyaulax monacantha Pavillard 1916	Ornithocercus heteroporus Kofoid 1907	Protoperidinium depressum (Bailey) Balech 1974
Gonyaulax polygramma Stein 1883 Gonyaulax spinifera (Claparède & Lachmann) Diesing 1866	Ornithocercus magnificus Stein 1883 Oxytoxum adriaticum Schiller 1937	Protoperidinium tuba (Schiller) Balech 1974 Protoperidinium wiesneri (Schiller 1911) Balech 1974
Gymnodiniaceae ≤ 20 µm n.i.	Oxytoxum coronatum Schiller 1937	Scrippsiella trochoidea (Stein) Balech ex Loeblich III 1965
Gymnodiniaceae > 20 μm n.i.	Oxytoxum curvatum (Kofoid) Kofoid 1911	Torodinium robustum Kofoid & Swezy 1921
	PRYMNESIOPHYCEAE COCCOLITOFORI	
Acanthoica quattrospina Lohmann 1903	Coronosphaera mediterranea (Lohmann) Gaarder 1977	Scyphosphaera apsteinii Lohmann 1902
Algirosphaera robusta (Lohmann) Norris 1984 Alisphaera ordinata (Kamptner) Heimdal 1973	Cyrtosphaera aculeata (Kamptner) Kleijne 1992 Daktylethra pirus (Kamptner) Norris 1985	Sphaerocalyptra quadridentata (Schiller) Deflandre 1952 Syracosphaera anthos (Lohman) Janin 1987
Calcidiscus leptoporus (Murray & Blackman) Loeblich & Tappan 1978	Discosphaera tubifer (Murray & Blackman) Ostenfeld 1900	Syracosphaera cf. molischii Schiller 1925
Calciopappus caudatus Gaarder & Ramsfjell 1954	Emiliania huxleyi (Lohmann) Hay & Mohler 1967	Syracosphaera histrica Kamptner 1941
Calciosolenia brasiliensis (Lohmann) Young 2003	Florisphaera profunda Okada & Honjo 1973	Syracosphaera lamina Lecal-Schlauder 1951
Calciosolenia murrayi Gran 1912 Calyptrosphaera oblonga Lohmann 1902	Gephyrocapsa cf. oceanica Kamptner 1943	Syracosphaera nodosa Kamptner 1941 Syracosphaera pulchra Lohmann 1902
Calyptrosphaera obioriga Edillianii 1902 Calyptrosphaera sphaeroidea Schiller 1913	Helicosphaera carterii (Wallich) Kamptner 1954 Helladosphaera cornifera (Schiller) Kamptner 1937	Umbilicosphaera sibogae (Weber-van Bosse) Gaarder 1970
Ceratolithus cristatus Kamptner 1950	Michaelsarsia adriaticus (Schiller) Manton, Bremer & Oates 1984	Zygosphaera hellenica Kamptner 1937
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller 1930	Ophiaster hydroideus (Lohmann) Lohmann 1913	Zygosphaera sp.
Coccolitofori ≤ 10 µm n.i. Coronosphaera binodata (Kamptner) Gaarder 1977	Pontosphaera sp. Rhabdosphaera clavigera Murray & Blackman 1898	
Coronospinaera binouata (Itampuler) Gaarder 1311	CRYPTOPHYCEAE	
Cryptophyceae n.i.	Plagioselmis prolonga Butcher ex Novarino, Lucas & Morrall	
	1994	
Anadinalla radiana (Lahmann) Camphall 1072	CHRYSOPHYCEAE/DICTYOCHOPHYCEAE  Maringasphaara maditarranga Lahmann 1902	Ollicola vangoorii (Conrad) Vara 1002
Apedinella radians (Lohmann) Campbell 1973  Dictyocha aculeata Ehrenberg 1840	Meringosphaera mediterranea Lohmann 1902 Meringosphaera tenerrima Schiller 1925	Ollicola vangoorii (Conrad) Vørs 1992
Dictyocha fibula Ehrenberg 1839	Octactis octonaria (Ehrenberg) Hovasse 1946	
,	PRASINOPHYCEAE	
Halosphaera viridis Schmitz 1878	Pseudoscourfieldia marina (Throndsen) Manton 1975	Tetraselmis sp.
Pachysphaera pelagica Ostenfeld 1899	Pyramimonas spp.	
Chrysochromulina spp.	PRYMNESIOPHYCEAE NON COCCOLITOFORI  Phaeocystis forma coloniale	Phaeocystis sp.
от увовт отпити врр.	CHLORO/EUGLENO	r naccoyalla ap.
Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs 1848	Euglenoidea n.i.	Monoraphidium griffithii (Berkeley) Komárková-Legnerová 1969
	RAPHIDOPHYCEAE	•••
Commation cryoporinum Thomsen & Larsen 1993	Heterosigma akashiwo (Hada) Hada ex Hara & Chihara 1987	
	ALTRO	
Flagellati indeterminati < 10 µm	Mesodinium rubrum  Poulinelle evelie (Wulff) Jahneen Hargreyee & Siehurth 1099	Telonema sp.
Leucocryptos marina (Braarud) Butcher 1967	Paulinella ovalis (Wulff) Johnson, Hargraves & Sieburth 1988	

# Analisi qualitativa del fitoplancton da retino

Per l'identificazione della comunità microfitoplanctonica lungo tutta la colonna d'acqua, sono stati raccolti con retino 5 campioni nelle stazioni A20 MG6, A20 MG7, A20 MG10, A20 MG12 e A20 MG13.

Dall'analisi qualitativa dei campioni sono stati individuati 297 taxa, di cui 276 identificati a livello di specie, 16 come genere e 5 attribuibili a categorie soprageneriche (**Tabella 27**).



MG13 (indicate come 6, 7, 10, 12 e 13)

Chaetoceros pendulus Karsten1905

Chaetoceros rostratus Lauder 1864

Chaetoceros peruvianus Brightwell 1856

Chaetoceros pseudocurvisetus Mangin 1910

**Tabella 27** - Numero di specie, generi e altre categorie tassonomiche individuate per ogni classe o raggruppamento fitoplanctonico nei campioni osservati (prelievo con retino).

Classe	Specie	Generi	Categorie superiori*
Diatomee	100	11	3
Dinoflagellati	149	4	2
Prymnesiophyceae coccolitofori	20		
Dictyochophyceae	4		
Euglenoideae	1		
Chlorophyceae		1	
Altro	2		
Totale	276	16	5
*Con il termine "Categorie superiori" s	i intendono livelli tas	ssonomici sopragener	ici

In **Tabella 28** è fornito l'elenco completo dei taxa presenti nelle diverse stazioni di campionamento. Nell'insieme di tutte le stazioni, 114 taxa appartengono alle diatomee, 155 alla classe dei dinoflagellati e 20 ai coccolitofori; sono stati, inoltre, individuati 4 taxa attribuibili al gruppo Chrysophyceae/Dictyochophyceae, 1 taxon appartenente alle Euglenoideae e 1 alle Chlorophyceae, mentre per la categoria "Altro" sono stati identificati 2 taxa.

La numerosità dei taxa presenti nelle diverse stazioni va da un minimo di 97 in A20 MG7 ad un massimo di 206 in A20 MG12.

Dall'osservazione è emersa una differenza nel numero dei taxa individuati che, in tutte le stazioni, sono principalmente appartenenti ai dinoflagellati (con rispettivamente 70 taxa in A20 MG6, 45 in A20 MG7, 79 in A20 MG10, 97 in A20 MG12 e 62 in A20 MG13) ed in secondo luogo alle diatomee (con 44 taxa in A20 MG6, 36 in A20 MG7, 69 in A20 MG10, 87 in A20 MG12 e 51 in A20 MG13). Anche i coccolitofori risultano piuttosto differenziati con 20 taxa individuati tutti a livello di specie, diventando così la terza classe più rappresentativa (con 16 taxa in A20 MG6, 12 taxa in A20 MG7, 17 taxa in A20 MG10 e A20 MG12 e 15 taxa A20 MG13). La frazione più piccola del popolamento è, invece, rappresentata dalle Chrysophyceae/Dictyochophyceae, dalle Euglenoideae, dalle Chlorophyceae e dalla categoria Altro, che presentano un numero esiguo di taxa in tutte le stazioni.

Sono stati, inoltre, identificati ed aggiunti 10 nuovi taxa, 5 dei quali appartengono ai dinoflagellati (*Amphisolenia schroederi*, *Azadinium poporum*, *Heterocapsa ovata*, *Histioneis expansa* e *Prorocentrum aporum*), 4 alle diatomee (*Chaetoceros diadema*, *Pseudo-nitzschia seriata*, *Rhizosolenia setigera* f. *pungens* e *Skeletonema marinoi*) e 1 ai coccolitofori (*Calciopappus caudatus*), che non erano stati rilevati nei campionamenti dei precedenti anni.

Tabella 28 - Lista dei taxa dalle analisi qualitative dei campioni raccolti con retino nelle stazioni A20 MG6, A20 MG7, A20 MG10, A20 MG12 e A20

Specie	6	7	10	12	13	Specie	6	7	10	12	13
					DIAT	OMEE					
Amphiprora gigantea var. sulcata (O'Meara) Cleve 1894		Х				Hemiaulus hauckii Grunow ex Van Heurck 1882	Х	Х	Х	Х	X
Amphiprora sulcata var. aequatorialis (Cleve) Peragallo in			Х			Hemiaulus sinensis Greville 1865			Х	Х	>
Peragallo & Peragallo 1898											
Amphora spp.				Χ	Х	Hemidiscus cuneiformis Wallich 1860	X				
Asterionellopsis glacialis (Castracane) Round 1990	Х	Х	Χ	Χ	Х	Lauderia annulata Cleve 1873	X		Χ	Х	
Asterolampra marylandica Ehrenberg 1844	Х				Χ	Leptocylindrus danicus Cleve 1889	Х	Х	Х	Χ	)
Asteromphalus flabellatus Ehrenberg 1844			Х		Χ	Leptocylindrus mediterraneus (Peragallo) Hasle 1975	Х	Х	Х	Χ	)
Bacteriastrum biconicum Pavillard 1916				Χ	Х	Leptocylindrus minimus Gran 1915			Х	Х	
Bacteriastrum comosum Pavillard					Х	Licmophora flabellata (Grev.) Agardh 1831				Х	>
Bacteriastrum delicatulum Cleve 1897		Х	Х	Χ	Х	Licmophora gracilis (Ehrenberg) Grunow 1867		Х			
Bacteriastrum hyalinum var. princeps (Castracane) Ikar			Х	Χ		Lioloma pacificum (Cupp) Hasle 1996				Х	
Bacteriastrum jadranum Godrijan, Maric & Pfannkuchen 2012				Х		Lithodesmium undulatum Ehrenberg 1839	Х	Х	Х	Х	
Bacteriastrum mediterraneum Pavillard 1916				Χ		Navicula distans (Smith) Ralfs 1861		Х		Х	
Cerataulina pelagica (Cleve) Hendey 1937	х	Х	Х	Х	Х	Navicula spp.	Х		Х		
Chaetoceros affinis Lauder 1864		Х	Х	Х	Х	Navicula transitans var. delicatula Heimdal 1970				Х	
Chaetoceros anastomosans Grunow 1882			Х	Х		Naviculaceae > 20 µm n.i.	х		Х	Х	
Chaetoceros cf. densus (Cleve) Cleve 1899	х		Х	Х		Nitzschia (sez. sigmatae) sp.			Х	Х	2
Chaetoceros cf. vixvisibilis Schiller		х				Nitzschia bicapitata Cleve 1901			Х	Х	
Chaetoceros costatus Pavillard 1911			Х	Х		Nitzschia cf. recta Hantzsch ex Rabenhorst 1862					)
Chaetoceros curvisetus Cleve 1889	х	Х	Х	Х	Х	Nitzschia longissima (Brébisson) Ralfs 1861	х	Х	Х		2
Chaetoceros dadayi Pavillard 1913		х		Х	Х	Nitzschia sigma (Kützing) Smith 1853	х				
Chaetoceros danicus Cleve 1889			Х	Х		Odontella mobiliensis (Bailey) Grunow 1884				Х	
Chaetoceros decipiens Cleve 1873			Х		Х	Plagiotropis spp.			Х	Х	
Chaetoceros diadema (Ehrenberg) Gran 1897				Х		Pleurosigma cf. nicobaricum Grunow 1880					,
Chaetoceros didymus Ehrenberg 1845			Х	Х		Pleurosigma delicatulum Smith 1852	Х		Х	Х	
Chaetoceros diversus Cleve 1873	Х	Х	Х	Х	Х	Pleurosigma normanii Ralfs 1861			Х	Х	)
Chaetoceros laciniosus Schütt 1895			Х			Proboscia alata (Brightwell) Sundström 1986	х	Х	Х	Х	
Chaetoceros lauderi Ralfs 1864				Х		Psammodictyon panduriforme (Gregory) Mann 1990		Х	Х	Х	
Chaetoceros lorenzianus Grunow 1863	Х	Х	Х	Х	Х	Pseudo-nitzschia americana (Hasle) Fryxell 1993		Х			
Chaetoceros neogracile Van Landingham 1968	х					Pseudo-nitzschia cf. galaxiae Lundholm & Moestrup 2002	х		Y	х	

Pseudo-nitzschia cf. pungens (Grunow ex Cleve) Hasle 1993

Pseudo-nitzschia delicatissima (Cleve) Heiden 1928

Pseudo-nitzschia multistriata (Takano) Takano 1995

Pseudo-nitzschia fraudulenta (Cleve) Hasle 1993



Chaetoceros spp.		X X	X X	X X	X X	Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima (Hasle) Hasle 1993 Pseudo-nitzschia seriata (Cleve) Peragallo 1899			X X	X X
Chaetoceros tortissimus Gran 1900			Х	Χ		Pseudo-nitzschia subfraudulenta (Hasle) Hasle 1993	Χ	Χ	Х	Χ
Chaetoceros wighamii Brightwell 1856	Х		Х	Х	Χ	Pseudosolenia calcar-avis (Schultze) Sundström 1986		Х	Х	Х
Coscinodiscus cf. perforatus Ehrenberg 1844				Х		Rhizosolenia castracanei H.Peragallo 1888				
Coscinodiscus granii Gough 1905				Х	Χ	Rhizosolenia decipiens Sundström 1986				Х
Coscinodiscus spp.			Х			Rhizosolenia hebetata f. semispina (Hensen) Gran 1908	Х		Х	
Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann & Lewin 1964	Х	Х	Х	Х	Χ	Rhizosolenia imbricata Brightwell 1858		Х	Х	X
Cylindrotheca fusiformis Reimann & Lewin 1964				Х		Rhizosolenia setigera Brightwell 1858		Χ	Х	X
actyliosolen fragilissimus (Bergon) Hasle 1996	Х	Х	Х	Х	Χ	Rhizosolenia setigera f. pungens (Cleve-Euler) Brunel 1962				X
iatomee centriche > 20 µm n.i.	Χ		Х	Х		Skeletonema marinoi Sarno & Zingone 2005				Х
iatomee pennate > 20 µm n.i.	X		Х	Х	Χ	Skeletonema pseudocostatum Medlin 1991				X
imeregramma sp.			Х			Surirella fastuosa (Ehrenberg) Ehrenberg 1843	X			Х
ploneis bombus (Ehrenberg) Ehrenberg 1853	Х					Tabularia gaillonii (Bory de Saint-Vincent) Bukhtiyarova 1995	Х	Х		Х
iploneis crabro (Ehrenberg) Ehrenberg 1854	Χ		Χ		Х	Thalassionema bacillare (Heiden) Kolbe 1955	Х	Х	Х	Х
iploneis spp.				Х		Thalassionema frauenfeldii (Grunow) Hallegraeff 1986	Χ	Χ	Χ	Χ
ntomoneis spp.	Χ			Х	Х	Thalassionema nitzschioides (Grunow) Mereschkowsky 1902	Χ	Χ	Χ	Χ
ucampia cornuta (Cleve) Grunow 1883			Х	Х		Thalassiosira aestivalis Gran 1931				
agilariopsis doliolus (Wallich) Medlin & P.A.Sims 1993		Х				Thalassiosira angulata (Gregory) Hasle 1978	Χ	Χ		
agilariopsis sp.				Х		Thalassiosira anguste-lineata (Schmidt) Fryxell & Hasle 1977			Х	Х
uinardia flaccida (Castracane) Peragallo 1892			Х	Х		Thalassiosira cf. delicatula Ostenfeld 1908	Χ			
uinardia striata (Stolterfoth) Hasle 1996			Х	Х	Х	Thalassiosira decipiens (Grunow) Jørgensen 1905				Х
antzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow 1880		Х	Х	х		Thalassiosira spp.	Х		Х	Х
aslea wawrikae (Hustedt) Simonsen 1974	Х		Х	х		Thalassiothrix longissima Cleve & Grunow 1880	Х			Х
( ) ( )					OFI A	GELLATI				
hradina pulchra Lohmann 1903		Х	Х		Х	Neoceratium karstenii (Pavillard) Gómez, Moreira & López-Garcia	Х			
						2010				
ctiniscus pentasterias (Ehrenberg) Ehrenberg 1844				Х		Neoceratium lineatum (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López- Garcia 2011			X	
exandrium cf. minutum Halim 1960	x	Х	X	Х	X	Neoceratium macroceros (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-				
exandrium tamarense (Lebour) Balech 1995			Х	х	Х	Garcia 2010 Neoceratium massiliense (Gourret) Gómez, Moreira & López-	x			
exandrium tamiyavanichii Balech 1994				Х		Garcia 2010  Neoceratium pentagonum (Gourret) Gómez, Moreira & López-			х	х
mphidoma nucula Stein 1883		Х				Garcia 2010  Neoceratium symmetricum (Pavillard) Gómez, Moreira & López-		Х	Х	х
mphisolenia bidentata Schröder 1900		^	v	v	х	Garcia 2010  Neoceratium trichoceros (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-			х	
			Х	Х		Garcia 2010			X	Х
mphisolenia schroederi Kofoid 1907				Х	Х	Neoceratium tripos (O.F.Müller) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010				Х
zadinium caudatum var. caudatum Nézan & Chomérat 2012			Χ			Ornithocercus heteroporus Kofoid 1907		Х	Х	Х
radinium caudatum var. margalefii Nézan & Chomérat 2012	Χ		Χ		Х	Ornithocercus magnificus Stein 1883	X			
zadinium obesum Tillmann & Elbrächter 2010	Х					Ornithocercus quadratus Schütt 1900		Х	Х	Х
radinium poporum Tillmann & Elbrächter 2011					Х	Oxytoxum adriaticum Schiller 1937	X	Х	Х	Х
zadinium spinosum Elbrächter & Tillmann 2009			Х			Oxytoxum constrictum (Stein) Bütschli 1885	Х	Х	Х	Х
eratium azoricum Cleve 1900	Х	Х	Х	х	х	Oxytoxum coronatum Schiller 1937			Х	
eratium limulus (Pouchet) Gourret 1883	Х					Oxytoxum curvatum (Kofoid) Kofoid 1911	Х	Х	Х	Х
eratocorys gourreti Paulsen 1931	Х	Х				Oxytoxum elegans Pavillard 1916		Х		
itharistes regius Stein 1883	X		х	х		Oxytoxum globosum Schiller	Х	Х	х	Х
prythodinium frenguellii (Rampi) Taylor 1976	^		^	Х		Oxytoxum laticeps Schiller 1937	Х	^	Х	Х
orythodinium reticulatum (Stein) Taylor 1976			Х	^		Oxytoxum longiceps Schiller	X	Х	X	X
. , ,			^	.,	.,					
prythodinium tesselatum (Stein) Loeblich Jr. & Loeblich III 1966	.,	.,	.,	X	Х	Oxytoxum mediterraneum Schiller	Х	Х	Х	Х
noflagellati tecati > 20 µm n.i.	Х	Х	Х	Х	Х	Oxytoxum parvum Schiller 1937	Х		Х	
nophysis acuminata Claparède & Lachmann 1859				X		Oxytoxum scolopax Stein 1883	Х	Χ	X	X
inophysis amandula (Balech) Sournia 1973				Х		Oxytoxum sphaeroideum Stein 1883	Х		Х	Х
inophysis caudata Saville-Kent 1881	Χ			Х	Х	Oxytoxum spinosum Rampi	X			Х
nonnuolo dontato Cabillar 1000		Х				Oxytoxum turbo Kofoid 1907	Χ			
• •			Х	Х	Х	Oxytoxum variabile Schiller 1937	Χ		Х	Х
nophysis fortii Pavillard 1923			Х			Oxytoxum viride Schiller 1937	Χ	Х		Х
nophysis fortii Pavillard 1923 nophysis hastata Stein 1883				Χ	Χ	Parahistioneis acutiformis Rampi 1947				X
inophysis fortii Pavillard 1923 inophysis hastata Stein 1883 inophysis infundibula Schiller 1928						Parahistioneis paraformis Kofoid & Skogsberg 1928		Х	Х	Χ
nophysis fortii Pavillard 1923 nophysis hastata Stein 1883 nophysis infundibula Schiller 1928	Х		Х			Pentapharsodinium dalei Indelicato & Loeblich III 1986			Х	Х
nophysis fortii Pavillard 1923 nophysis hastata Stein 1883 nophysis infundibula Schiller 1928 nophysis ovata Claparéde & Lachmann 1859	X X		X	Х		1 Chapharsouman daici machada a Locollon III 1500				Х
inophysis fortii Pavillard 1923 inophysis hastata Stein 1883 inophysis infundibula Schiller 1928 inophysis ovata Claparéde & Lachmann 1859 inophysis ovum (Schütt) Abé		х		X X	х	Pentapharsodinium tyrrhenicum (Balech) Montresor, Zingone &				
inophysis fortii Pavillard 1923 inophysis hastata Stein 1883 inophysis infundibula Schiller 1928 inophysis ovata Claparéde & Lachmann 1859 inophysis ovum (Schütt) Abé inophysis parva Schiller 1928	Х	х	Χ		х	Pentapharsodinium tyrrhenicum (Balech) Montresor, Zingone & Marino 1993				
inophysis fortii Pavillard 1923 inophysis hastata Stein 1883 inophysis infundibula Schiller 1928 inophysis ovata Claparéde & Lachmann 1859 inophysis ovum (Schütt) Abé inophysis parva Schiller 1928 inophysis parvula (Schütt) Balech 1967	Х	x	Χ	x x	х	Pentapharsodinium tyrrhenicum (Balech) Montresor, Zingone & Marino 1993 Phalacroma doryphorum Stein 1883	x			Х
nophysis fortii Pavillard 1923 nophysis hastata Stein 1883 nophysis infundibula Schiller 1928 nophysis ovata Claparéde & Lachmann 1859 nophysis ovum (Schütt) Abé nophysis parva Schiller 1928 nophysis parvula (Schütt) Balech 1967	Х	x	Χ	Х	x	Pentapharsodinium tyrrhenicum (Balech) Montresor, Zingone & Marino 1993 Phalacroma doryphorum Stein 1883 Phalacroma rotundatum (Claparéde & Lachmann) Kofoid &	x x	x	x	X X
nophysis fortii Pavillard 1923 nophysis hastata Stein 1883 nophysis infundibula Schiller 1928 nophysis ovata Claparéde & Lachmann 1859 nophysis ovum (Schütt) Abé nophysis parva Schiller 1928 nophysis parvula (Schütt) Balech 1967 nophysis planiceps (Schiller) Balech 1967	X X	x	X X	x x	x	Pentapharsodinium tyrrhenicum (Balech) Montresor, Zingone & Marino 1993 Phalacroma doryphorum Stein 1883 Phalacroma rotundatum (Claparéde & Lachmann) Kofoid & Michener 1911	Х	х	X	Х
nophysis fortii Pavillard 1923 nophysis hastata Stein 1883 nophysis infundibula Schiller 1928 nophysis ovata Claparéde & Lachmann 1859 nophysis ovum (Schütt) Abé nophysis parva Schiller 1928 nophysis parvula (Schütt) Balech 1967 nophysis planiceps (Schiller) Balech 1967 nophysis pusilla Jørgensen 1923	Х	x	X X	x x x	x	Pentapharsodinium tyrrhenicum (Balech) Montresor, Zingone & Marino 1993 Phalacroma doryphorum Stein 1883 Phalacroma rotundatum (Claparéde & Lachmann) Kofoid & Michener 1911 Podolampas bipes Stein 1883	x x	x	х	x x
nophysis fortii Pavillard 1923 nophysis hastata Stein 1883 nophysis infundibula Schiller 1928 nophysis ovata Claparéde & Lachmann 1859 nophysis ovum (Schütt) Abé nophysis parva Schiller 1928 nophysis parvula (Schütt) Balech 1967 nophysis planiceps (Schiller) Balech 1967 nophysis pusilla Jørgensen 1923 nophysis sacculus Stein 1883	X X	X	X X	x x	X	Pentapharsodinium tyrrhenicum (Balech) Montresor, Zingone & Marino 1993 Phalacroma doryphorum Stein 1883 Phalacroma rotundatum (Claparéde & Lachmann) Kofoid & Michener 1911 Podolampas bipes Stein 1883 Podolampas palmipes Stein 1883	Х	x x	х	Х
nophysis fortii Pavillard 1923 nophysis hastata Stein 1883 nophysis infundibula Schiller 1928 nophysis ovata Claparéde & Lachmann 1859 nophysis ovum (Schütt) Abé nophysis parva Schiller 1928 nophysis parvula (Schütt) Balech 1967 nophysis planiceps (Schiller) Balech 1967 nophysis pusilla Jørgensen 1923 nophysis sacculus Stein 1883 nophysis spp.	X X	x x	X X	x x x	X	Pentapharsodinium tyrrhenicum (Balech) Montresor, Zingone & Marino 1993 Phalacroma doryphorum Stein 1883 Phalacroma rotundatum (Claparéde & Lachmann) Kofoid & Michener 1911 Podolampas bipes Stein 1883 Podolampas palmipes Stein 1883 Podolampas spinifer Okamura 1912	x x			x x
nophysis fortii Pavillard 1923 nophysis hastata Stein 1883 nophysis infundibula Schiller 1928 nophysis ovata Claparéde & Lachmann 1859 nophysis ovum (Schütt) Abé nophysis parva Schiller 1928 nophysis parvula (Schütt) Balech 1967 nophysis planiceps (Schiller) Balech 1967 nophysis pusilla Jørgensen 1923 nophysis sacculus Stein 1883 nophysis sp.	X X		X X	x x x	x	Pentapharsodinium tyrrhenicum (Balech) Montresor, Zingone & Marino 1993 Phalacroma doryphorum Stein 1883 Phalacroma rotundatum (Claparéde & Lachmann) Kofoid & Michener 1911 Podolampas bipes Stein 1883 Podolampas palmipes Stein 1883	x x x		х	x x x
nophysis fortii Pavillard 1923 nophysis hastata Stein 1883 nophysis infundibula Schiller 1928 nophysis ovata Claparéde & Lachmann 1859 nophysis ovum (Schütt) Abé nophysis parva Schiller 1928 nophysis parvula (Schütt) Balech 1967 nophysis planiceps (Schiller) Balech 1967 nophysis pusilla Jørgensen 1923 nophysis sacculus Stein 1883 nophysis spp. olopsalis lenticula Bergh 1881	X X		X X	x x x	x	Pentapharsodinium tyrrhenicum (Balech) Montresor, Zingone & Marino 1993 Phalacroma doryphorum Stein 1883 Phalacroma rotundatum (Claparéde & Lachmann) Kofoid & Michener 1911 Podolampas bipes Stein 1883 Podolampas palmipes Stein 1883 Podolampas spinifer Okamura 1912	X X X		X X	x x x
nophysis fortii Pavillard 1923 nophysis hastata Stein 1883 nophysis infundibula Schiller 1928 nophysis ovata Claparéde & Lachmann 1859 nophysis ovum (Schütt) Abé nophysis parva Schiller 1928 nophysis parvala (Schütt) Balech 1967 nophysis paniceps (Schiller) Balech 1967 nophysis planiceps (Schiller) Balech 1967 nophysis pusilla Jørgensen 1923 nophysis sacculus Stein 1883 nophysis spp. plopsalis lenticula Bergh 1881 pniodoma polyedricum (Pouchet) Jörgensen 1899	X X		x x x	x x x		Pentapharsodinium tyrrhenicum (Balech) Montresor, Zingone & Marino 1993 Phalacroma doryphorum Stein 1883 Phalacroma rotundatum (Claparéde & Lachmann) Kofoid & Michener 1911 Podolampas bipes Stein 1883 Podolampas palmipes Stein 1883 Podolampas spinifer Okamura 1912 Pronoctiluca pelagica Fabre-Domergue 1889	X X X X		X X	x x x
nophysis fortii Pavillard 1923 nophysis hastata Stein 1883 nophysis infundibula Schiller 1928 nophysis ovata Claparéde & Lachmann 1859 nophysis ovam (Schütt) Abé nophysis parva Schiller 1928 nophysis parvula (Schütt) Balech 1967 nophysis planiceps (Schiller) Balech 1967 nophysis pusilla Jørgensen 1923 nophysis seculus Stein 1883 nophysis sepp. plopsalis lenticula Bergh 1881 oniodoma polyedricum (Pouchet) Jörgensen 1899 oniodoma sphaericum Murray & Whitting 1899	X X	x	x x x	x x x	x	Pentapharsodinium tyrrhenicum (Balech) Montresor, Zingone & Marino 1993 Phalacroma doryphorum Stein 1883 Phalacroma rotundatum (Claparéde & Lachmann) Kofoid & Michener 1911 Podolampas bipes Stein 1883 Podolampas palmipes Stein 1883 Podolampas spinifer Okamura 1912 Pronoctiluca pelagica Fabre-Domergue 1889 Prorocentrum aporum (Schiller) Dodge 1975 Prorocentrum balticum (Lohmann) Loeblich 1970	X X X X	x	x x x	x x x x
inophysis fortii Pavillard 1923 inophysis hastata Stein 1883 inophysis infundibula Schiller 1928 inophysis ovata Claparéde & Lachmann 1859 inophysis ovum (Schütt) Abé inophysis parva Schiller 1928 inophysis parvula (Schütt) Balech 1967 inophysis planiceps (Schiller) Balech 1967 inophysis planiceps (Schiller) Balech 1967 inophysis spusilla Jørgensen 1923 inophysis sacculus Stein 1883 inophysis spp. iplopsalis lenticula Bergh 1881 ioniodoma polyedricum (Pouchet) Jörgensen 1899 ioniodoma sphaericum Murray & Whitting 1899 ionyaulax cf. sphaeroidea Kofoid 1911	X X		x x x	x x x		Pentapharsodinium tyrrhenicum (Balech) Montresor, Zingone & Marino 1993 Phalacroma doryphorum Stein 1883 Phalacroma rotundatum (Claparéde & Lachmann) Kofoid & Michener 1911 Podolampas bipes Stein 1883 Podolampas palmipes Stein 1883 Podolampas spinifer Okamura 1912 Pronoctiluca pelagica Fabre-Domergue 1889 Prorocentrum aporum (Schiller) Dodge 1975	X X X X	x	x x x	x x x x
nophysis fortii Pavillard 1923 nophysis hastata Stein 1883 nophysis infundibula Schiller 1928 nophysis ovata Claparéde & Lachmann 1859 nophysis ovum (Schütt) Abé nophysis parva Schiller 1928 nophysis parvula (Schütt) Balech 1967 nophysis planiceps (Schiller) Balech 1967 nophysis planiceps (Schiller) Balech 1967 nophysis pusilla Jørgensen 1923 nophysis sacculus Stein 1883 nophysis spp. plopsalis lenticula Bergh 1881 poniodoma polyedricum (Pouchet) Jörgensen 1899 poniodoma sphaericum Murray & Whitting 1899 ponyaulax cf. sphaeroidea Kofoid 1911 ponyaulax cf. turbynei Murray & Whitting 1899	X X	x	x x x	x x x x x	x x	Pentapharsodinium tyrrhenicum (Balech) Montresor, Zingone & Marino 1993 Phalacroma doryphorum Stein 1883 Phalacroma rotundatum (Claparéde & Lachmann) Kofoid & Michener 1911 Podolampas bipes Stein 1883 Podolampas palmipes Stein 1883 Podolampas spinifer Okamura 1912 Pronoctiluca pelagica Fabre-Domergue 1889 Prorocentrum aporum (Schiller) Dodge 1975 Prorocentrum balticum (Lohmann) Loeblich 1970 Prorocentrum cf. rotundatum Schiller 1928 Prorocentrum compressum (Bailey) Abé ex Dodge 1975	X X X X X	x x	x x x x	x x x x x
inophysis fortii Pavillard 1923 inophysis hastata Stein 1883 inophysis infundibula Schiller 1928 inophysis ovata Claparéde & Lachmann 1859 inophysis ovum (Schütt) Abé inophysis parva Schiller 1928 inophysis parvala (Schütt) Balech 1967 inophysis planiceps (Schiller) Balech 1967 inophysis planiceps (Schiller) Balech 1967 inophysis pusilla Jørgensen 1923 inophysis sacculus Stein 1883 inophysis spp. iplopsalis lenticula Bergh 1881 oniodoma polyedricum (Pouchet) Jörgensen 1899 oniodoma sphaericum Murray & Whitting 1899 onyaulax cf. sphaeroidea Kofoid 1911 onyaulax cf. turbynei Murray & Whitting 1899 onyaulax digitale (Pouchet) Kofoid 1911	x x	x x	x x x	x x x x x x	x x x	Pentapharsodinium tyrrhenicum (Balech) Montresor, Zingone & Marino 1993 Phalacroma doryphorum Stein 1883 Phalacroma rotundatum (Claparéde & Lachmann) Kofoid & Michener 1911 Podolampas bipes Stein 1883 Podolampas palmipes Stein 1883 Podolampas spinifer Okamura 1912 Pronoctiluca pelagica Fabre-Domergue 1889 Prorocentrum aporum (Schiller) Dodge 1975 Prorocentrum balticum (Lohmann) Loeblich 1970 Prorocentrum cf. rotundatum Schiller 1928 Prorocentrum compressum (Bailey) Abé ex Dodge 1975 Prorocentrum dactylus (Stein) Dodge 1975	X X X X X	x x	x x x x	x x x x x
inophysis fortii Pavillard 1923 inophysis hastata Stein 1883 inophysis infundibula Schiller 1928 inophysis ovata Claparéde & Lachmann 1859 inophysis ovum (Schütt) Abé inophysis parva Schiller 1928 inophysis parvala (Schütt) Balech 1967 inophysis parvala (Schütt) Balech 1967 inophysis planiceps (Schiller) Balech 1967 inophysis pusilla Jørgensen 1923 inophysis sacculus Stein 1883 inophysis spp. iplopsalis lenticula Bergh 1881 oniodoma polyedricum (Pouchet) Jörgensen 1899 oniodoma sphaericum Murray & Whitting 1899 onyaulax cf. turbynei Murray & Whitting 1899 onyaulax digitale (Pouchet) Kofoid 1911 onyaulax digitale (Pouchet) Kofoid 1911 onyaulax digitale (Pouchet) Kofoid 1911 onyaulax polygramma Stein 1883	X X	x	x x x	x x x x x x x x x x x x x x x x x x x	x x	Pentapharsodinium tyrrhenicum (Balech) Montresor, Zingone & Marino 1993 Phalacroma doryphorum Stein 1883 Phalacroma rotundatum (Claparéde & Lachmann) Kofoid & Michener 1911 Podolampas bipes Stein 1883 Podolampas palmipes Stein 1883 Podolampas spinifer Okamura 1912 Pronoctiluca pelagica Fabre-Domergue 1889 Prorocentrum aporum (Schiller) Dodge 1975 Prorocentrum balticum (Lohmann) Loeblich 1970 Prorocentrum cf. rotundatum Schiller 1928 Prorocentrum compressum (Bailey) Abé ex Dodge 1975 Prorocentrum dactylus (Stein) Dodge 1975 Prorocentrum dentatum Stein 1883	x x x x x	x x	x x x x	x x x x x x
nophysis fortii Pavillard 1923 nophysis hastata Stein 1883 nophysis infundibula Schiller 1928 nophysis ovata Claparéde & Lachmann 1859 nophysis ovum (Schütt) Abé nophysis parva Schiller 1928 nophysis parva Schiller 1928 nophysis parvala (Schütt) Balech 1967 nophysis planiceps (Schiller) Balech 1967 nophysis planiceps (Schiller) Balech 1967 nophysis pusilla Jørgensen 1923 nophysis sacculus Stein 1883 nophysis spp. plopsalis lenticula Bergh 1881 oniodoma polyedricum (Pouchet) Jörgensen 1899 oniodoma sphaericum Murray & Whitting 1899 onyaulax cf. sphaeroidea Kofoid 1911 onyaulax ofi turbynei Murray & Whitting 1899 onyaulax digitale (Pouchet) Kofoid 1911 onyaulax polygramma Stein 1883 onyaulax spinifera (Claparède & Lachmann) Diesing 1866	x x	x x	x x x x	x x x x x x	x x x	Pentapharsodinium tyrrhenicum (Balech) Montresor, Zingone & Marino 1993 Phalacroma doryphorum Stein 1883 Phalacroma rotundatum (Claparéde & Lachmann) Kofoid & Michener 1911 Podolampas bipes Stein 1883 Podolampas palmipes Stein 1883 Podolampas spinifer Okamura 1912 Pronoctiluca pelagica Fabre-Domergue 1889 Prorocentrum aporum (Schiller) Dodge 1975 Prorocentrum delticum (Lohmann) Loeblich 1970 Prorocentrum cf. rotundatum Schiller 1928 Prorocentrum compressum (Bailey) Abé ex Dodge 1975 Prorocentrum dactylus (Stein) Dodge 1975 Prorocentrum dentatum Stein 1883 Prorocentrum gracile Schütt 1895	x x x x x	x x	x x x x	x x x x x
inophysis fortii Pavillard 1923 inophysis hastata Stein 1883 inophysis infundibula Schiller 1928 inophysis ovara Claparéde & Lachmann 1859 inophysis ovaru (Schütt) Abé inophysis parva Schiller 1928 inophysis parva Schiller 1928 inophysis parvula (Schütt) Balech 1967 inophysis planiceps (Schiller) Balech 1967 inophysis planiceps (Schiller) Balech 1967 inophysis spaculus Stein 1883 inophysis spaculus Stein 1883 inophysis spp. iplopsalis lenticula Bergh 1881 oniodoma polyedricum (Pouchet) Jörgensen 1899 oniodoma sphaericum Murray & Whitting 1899 onyaulax cf. sphaeroidea Kofoid 1911 onyaulax digitale (Pouchet) Kofoid 1911 onyaulax digitale (Pouchet) Kofoid 1911 onyaulax polygramma Stein 1883 onyaulax spinifera (Claparède & Lachmann) Diesing 1866 onyaulax verior Sournia 1973	x x	x x	x x x x x x x	x x x x x x x	x x x	Pentapharsodinium tyrrhenicum (Balech) Montresor, Zingone & Marino 1993 Phalacroma doryphorum Stein 1883 Phalacroma rotundatum (Claparéde & Lachmann) Kofoid & Michener 1911 Podolampas bipes Stein 1883 Podolampas palmipes Stein 1883 Podolampas spinifer Okamura 1912 Pronoctiluca pelagica Fabre-Domergue 1889 Prorocentrum aporum (Schiller) Dodge 1975 Prorocentrum daticum (Lohmann) Loeblich 1970 Prorocentrum compressum (Bailey) Abé ex Dodge 1975 Prorocentrum dactylus (Stein Dodge 1975 Prorocentrum dentatum Stein 1883 Prorocentrum gracile Schütt 1895 Prorocentrum maximum (Gourret) Schiller 1937	x x x x x	x x x	x x x x x x	x x x x x x
inophysis dentata Schiller 1928 inophysis fortii Pavillard 1923 inophysis hastata Stein 1883 inophysis infundibula Schiller 1928 inophysis ovata Claparéde & Lachmann 1859 inophysis ovata Claparéde & Lachmann 1859 inophysis parva Schiller 1928 inophysis parvala (Schütt) Balech 1967 inophysis planiceps (Schiller) Balech 1967 inophysis pusilla Jørgensen 1923 inophysis sacculus Stein 1883 inophysis spp. iplopsalis lenticula Bergh 1881 oniodoma polyedricum (Pouchet) Jörgensen 1899 oniodoma sphaericum Murray & Whitting 1899 onyaulax cf. turbynei Murray & Whitting 1899 onyaulax cf. turbynei Murray & Whitting 1899 onyaulax digitale (Pouchet) Kofoid 1911 onyaulax polygramma Stein 1883 onyaulax spinifera (Claparède & Lachmann) Diesing 1866 onyaulax verior Sournia 1973 ymnodiniaceae > 20 µm n.i. ymnodinium spp.	x x	x x	x x x x	x x x x x x x x x x x x x x x x x x x	x x x	Pentapharsodinium tyrrhenicum (Balech) Montresor, Zingone & Marino 1993 Phalacroma doryphorum Stein 1883 Phalacroma rotundatum (Claparéde & Lachmann) Kofoid & Michener 1911 Podolampas bipes Stein 1883 Podolampas palmipes Stein 1883 Podolampas spinifer Okamura 1912 Pronoctiluca pelagica Fabre-Domergue 1889 Prorocentrum aporum (Schiller) Dodge 1975 Prorocentrum delticum (Lohmann) Loeblich 1970 Prorocentrum cf. rotundatum Schiller 1928 Prorocentrum compressum (Bailey) Abé ex Dodge 1975 Prorocentrum dactylus (Stein) Dodge 1975 Prorocentrum dentatum Stein 1883 Prorocentrum gracile Schütt 1895	x x x x x	x x	x x x x	x x x x x x



Gyrodinium spp.	Х			Х		Protoperidinium breve Paulsen 1907			Х	Χ	
Heterocapsa cf. illdefina (Herman & Sweeney) Morrill & Loeblich III				Х		Protoperidinium brochii (Kofoid & Swezy) Balech 1974				Х	
1981						Destance delicities accesses (Desdance) Balanta 4072					
Heterocapsa circularisquama Horiguchi 1995				Х		Protoperidinium cerasus (Paulsen) Balech 1973			Х		
Heterocapsa minima Pomroy 1989	Х		Х	Χ	Х	Protoperidinium cf. brevipes (Paulsen) Balech 1974	Х		Х		
Heterocapsa niei (Loeblich III) Morrill & Loeblich III 1981			Х	Х		Protoperidinium claudicans (Paulsen) Balech 1974				Х	
Heterocapsa ovata lwataki & Fukuyo 2003				Х	Х	Protoperidinium crassipes (Kofoid) Balech 1974	Х	Х		Χ	
Heterodinium milneri (Murray & Whitting) Kofoid 1906	Х					Protoperidinium depressum Bailey 1854	Х				
Histioneis alata Rampi 1947	Х					Protoperidinium diabolum (Cleve) Balech 1974			Х	Х	
Histioneis cf. vouckii Schiller 1928			Х			Protoperidinium divergens (Ehrenberg) Balech 1974		Х		Х	
Histioneis depressa Schiller 1928	Х	Х		Х	Х	Protoperidinium globulus (Stein) Balech 1974		Х			
Histioneis detonii Rampi 1947	Х					Protoperidinium leonis (Pavillard) Balech 1974				Х	
Histioneis expansa Rampi 1947	Х					Protoperidinium mediterraneum (Kofoid) Balech 1974	Х				
Histioneis hyalina Kofoid & Michener 1911	Х					Protoperidinium mite (Pavillard) Balech 1974				Х	
Histioneis joergensenii Schiller 1928	Х		Х		Х	Protoperidinium ovatum Pouchet 1883				Х	Х
Histioneis longicollis Kofoid 1907					Х	Protoperidinium oviforme (Dangeard 1927) Balech 1974				Х	
Histioneis robusta Rampi 1969			Х			Protoperidinium pellucidum Bergh ex Loeblich Jr.& Loeblich III				Х	
Historia walabila Oshilla 4022						1881					
Histioneis variabilis Schiller 1933				Х		Protoperidinium pentagonum (Gran) Balech 1974	Х			X	
Lessardia elongata Saldarriaga & Taylor 2003	Х	Х	Х	Х	Х	Protoperidinium quarnerense (Schröder) Balech 1974				X	Х
Mesoporos adriaticus (Schiller) Lillick	Х	Х	Х	X	Х	Protoperidinium steinii (Jørgensen) Balech 1974	Х		Х	X	
Mesoporos perforatus (Gran) Lillick 1937	Х	Х	Х	Х	Х	Protoperidinium subpyriforme (Dangeard 1927) Balech 1974			Х		
Micracanthodinium setiferum (Lohmann) Deflandre 1937	Х					Protoperidinium tenuissimum (Kofoid) Balech 1974				Х	
Minuscula bipes (Paulsen) Lebour 1925	Х		Х			Protoperidinium tuba (Schiller) Balech 1974		Х	Х		
Neoceratium arietinum (Cleve) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010		Х		Х	Х	Protoperidinium conicum (Gran) Balech 1974				Х	
Neoceratium candelabrum (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López- Garcia 2010			Х		Х	Pyrocystis cf. fusiformis Thomson 1876			Х	Х	Х
Neoceratium concilians (Jörgensen) Gómez, Moreira & López- Garcia 2010					Х	Pyrocystis cf. obtusa Pavillard 1931			Х		Х
Neoceratium declinatum (Karsten) Gómez, Moreira & López- Garcia 2010	Х	х		X		Pyrocystis lunula (Schütt) Schütt 1896	х	X			
Neoceratium euarcatum (Jörgensen) Gómez, Moreira & López- Garcia 2010			Х			Scrippsiella sp.			Х	Х	
Neoceratium extensum (Gourret) Gómez, Moreira & López-Garcia					х	Scrippsiella trochoidea (Stein) Balech ex Loeblich III 1965	х		Х	Х	Х
2010 Neoceratium furca (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-Garcia	х			Х		Spiraulax jolliffei (Murray & Whitting) Kofoid 1911		х			
2010											
Neoceratium fusus (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-Garcia	Х	Х	Х	Х	Х						
2010		PRY	MNF	SIOPI	HYCE	I AE COCCOLITOFORI					
Calciopappus caudatus K.R.Gaarder & Ramsfjell 1954				<u> </u>	Х	Helicosphaera carterii (Wallich) Kamptner 1954	Х	Х	Х	Х	Х
Calciosolenia brasiliensis (Lohmann) Young 2003	х		Х	Х	^	Ophiaster hydroideus (Lohmann) Lohmann 1913	X	^	х	Х	Х
Calciosolenia murrayi Gran 1912	X		X	X		Pontosphaera syracusana Lohmann 1902	X	Х	X	X	X
Calyptrosphaera oblonga Lohmann 1902	X		^	^		Rhabdosphaera clavigera Murray & Blackman 1898	X	X	Х	Х	X
Ceratolithus cristatus Kamptner 1950	^		Х	х	х	Rhabdosphaera stylifera Lohmann	Х	X	Х	Х	X
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller 1930	Х	х	X	X	X	Scyphosphaera apsteinii Lohmann 1902	X	X	X	X	X
Coronosphaera binodata (Kamptner) Gaarder 1977	X	^	X	X	X	Syracosphaera histrica Kamptner 1941	X	X	X	X	X
Coronosphaera mediterranea (Lohmann) Gaarder 1977	X	v	X	X	X	Syracosphaera pulchra Lohmann 1902	X	X	X	X	X
Daktylethra pirus (Kamptner) R.E.Norris 1985	^	X X	X	^	^	Umbilicosphaera sibogae (Weber-van Bosse) Gaarder 1970	X	X	X	X	X
Discosphaera tubifer (Murray & Blackman) Ostenfeld 1900	х	X	X	Х	х	Zygosphaera hellenica Kamptner 1937	^	^	^	X	^
Discospitaera tubiler (Murray & Biackman) Ostenielu 1900	^	^	^	^	^	Zygosphaera helienica Kampuler 1991				^	
		CHR	ISOP	HYCE	AE/D	ICTYOCHOPHYCEAE					
Dictyocha epiodon subsp. subaculeata (Bukry) Desikachary & Prema 1996	Х	Х	Х	Х	Х	Octactis octonaria (Ehrenberg) Hovasse 1946			Х	Χ	Х
Dictyocha fibula Ehrenberg 1839	Х	Х	Х	Х	Х	Meringosphaera mediterranea Lohmann 1902	Х		Х	Χ	Х
Fisher of all a marries and Original 4044				EU	JGLEN	NOIDEAE					
Eutreptiella marina da Cunha 1914		Х		CIII	OPC	 PHYCEAE					
Monoraphidium sp.			Х	UTI	LUKU	FITTOEAE					
					AL.	TRO					
Hermesinum adriaticum Zacharias 1906		Х	Χ	Χ	Х	Mesodinium rubrum (Lohmann 1908)	Х		Х		Х
						*					

Ad un confronto della lista dei taxa individuati dalle analisi quantitative (**Tabella 26**) con l'elenco dei taxa ottenuti dalle analisi qualitative (**Tabella 28**), sono stati rilevati rispettivamente 249 e 297 taxa, particolarmente più numerosi i taxa appartenenti a diatomee e dinoflagellati. L'osservazione qualitativa del microfitoplancton ha permesso di rilevare la presenza di numerose specie rare appartenenti alla classe dei dinoflagellati, principalmente attribuibili ai generi *Dinophysis, Histioneis, Neoceratium* (= *Ceratium*), e *Protoperidinium*, insieme a taxa come *Actiniscus pentasterias Citharistes regius, Pentapharsodinium dalei, Pentapharsodinium tyrrhenicum* e *Spiraulax jolliffei*. Da segnalare anche la presenza di taxa appartenenti alle classi delle Chlorophyceae (*Monoraphidium* sp.) e delle Euglenoideae (*Eutreptiella marina*), tipicamente di acque dolci e probabilmente imputabile all'apporto fluviale dell'Arno.



## 3.1.3.2 Zooplancton

## Oloplancton

Il popolamento a crostacei copepodi investigato nella stagione autunnale 2020 (A20), è caratterizzato da elevata biomassa e biodiversità che esibiscono valori superiori a quelli osservati nelle campagne autunnali del precedente quinquennio e in particolare rispetto alla precedente campagna A19 durante la quale il protrarsi di avverse condizioni meteo-marine e il conseguente ritardo della campagna di monitoraggio, erano stati registrati valori di abbondanza significativamente inferiori alla media stagionale.

La stagionalità, che comporta l'alternarsi di periodi di eterotermia e omeotermia in colonna d'acqua, si conferma quindi il principale forzante che determina l'evolversi dei popolamenti studiati e rende ragione dell'aver previsto 4 campagne annuali in corrispondenza delle 4 stagioni. L'abbondanza della frazione oloplanctonica risulta essere inversamente proporzionale alla profondità, esibendo, infatti, valori di più alti nei campioni orizzontali superficiali.

L'abbondanza media nella fascia batimetrica 0-5 m di profondità è pari a 899,53 ind. m<sup>-3</sup> (318,19 ind. m<sup>-3</sup> nella stagione A19) con un massimo (1291,14 ind. m<sup>-3</sup>) in A20 MG7 e un minimo (730,71 ind. m<sup>-3</sup>) nella stazione A20 MG12. Nelle pescate verticali 0-50 l'abbondanza media è leggermente inferiore (794,41 ind. m<sup>-3</sup>), ma molto più elevata rispetto all'inverno precedente (435,95 ind. m<sup>-3</sup> in A19) con valore massimo (935,82 ind. m<sup>-3</sup>) registrato presso il Terminale in A20 MG6 e il minimo (675,87 ind. m<sup>-3</sup>) registrato a 1000m da esso (A20 MG10). Nella porzione più profonda della colonna d'acqua (campionamento 50-100 m) si osserva un ulteriore calo dell'abbondanza media (710,71 ind. m<sup>-3</sup>) seppur il valore sia molto più elevato rispetto all'anno precedente (288,29 ind. m<sup>-3</sup> in A19) con un valore massimo di 860.43 ind. m<sup>-3</sup> registrato presso l'FSRU in A20 MG7 e minimo di 519,90 rilevato in A20 MG10 a 1000 metri da esso..

Dai dati dell'autunno 2020 emerge che tutte le stazioni evidenziano omogenea distribuzione verticale generale e che dato scarso idrodinamismo superficiale l'abbondanza più elevata risulta associata ai campioni orizzontali 0-50 m dove si registrano valori più alti agli anni precedenti.

Inoltre non si osservano differenze a livello quantitativo (abbondanza lungo la colonna) e qualitativo (biodiversità) fra le stazioni prossime al Terminale OLT (A20 MG6, A20 MG 7, A20 MG 12 e A20 MG 13) e la stazione di controllo MG10 posta a 1000 m da esso.

Anche in termini di biodiversità, i dati raccolti dimostrano che A20 risulta molto diversificata, seconda solo all'autunno 2017.

Un cenno particolare meritano le 2 specie alloctone rilevate in questo survey: il Calanoide *Pseudodiaptomus marinus* e il Cyclopoide *Corycaeus speciosus*.

*P. marinus*, di cui è stato identificato un solo esemplare (femmina) nell'analisi *in toto* del campione A20 MG7 0-5 m, non era mai stato osservato all'interno dell'area di studio. Dal 2007, però, questa specie è stata segnalata in numerosi siti europei (Mar Mediterraneo, Mar Nero, Mare del Nord meridionale e Oceano Atlantico), diffondendosi a un ritmo inaspettatamente veloce in un breve lasso di tempo. Questa specie, originaria delle acque costiere e di transizione del Giappone e dell'Est asiatico, presenta tratti biologici e comportamentali specifici che la rendono di particolare interesse per temi di ricerca ecologica e applicata.

Il Cyclopide *C. speciosus*, fino a ora identificato esclusivamente, e in esiguo numero, nella precedente campagna autunnale (A19), è una specie epiplanctonica (0-200 m) originaria della fascia tropicale Atlantica e Indo-Pacifica, diffusasi nel bacino Mediterraneo negli ultimi decenni. A un anno di distanza dalla prima segnalazione, l'abbondanza di *C. speciosus* è aumentata significativamente a tutte le profondità investigate, evidenziando una distribuzione omogenea lungo la colonna: 3,35 ind. m-3 0-5 m; 4,16 ind. m-3 0-50 m; 3,12 ind. m-3 50-100 m. I *taxa* di copepodi planctonici identificati sono in tutto 103 (**A20**) in rappresentanza di 28 famiglie.

In termini quantitativi, la componente che maggiormente contribuisce alla struttura della comunità è quella dei copepodi calanoidi clausocalanidi (famiglia rappresentata dai generi *Clausocalanus* e *Ctenocalanus*, complessivamente 10 *taxa*). La famiglia Clausocalanidae è rappresenta nelle stazioni in media da 399,55 ind. m<sup>-3</sup> a 0-5 m di profondità (max=659,07 ind. m<sup>-3</sup> A20 MG7; min= 288,70 ind. m<sup>-3</sup> A20 MG10), 338,98 ind. m<sup>-3</sup> a 0-50 m (max=449,72 ind. m<sup>-3</sup> A20 MG12; min= 239,16 ind. m<sup>-3</sup> A20 MG10) e 273,47 ind. m<sup>-3</sup> a 50-100 m (max=348,33 ind. m<sup>-3</sup> A20 MG7; min= 187,16 ind. m<sup>-3</sup> A20 MG10). A tutte le profondità l'abbondanza maggiore viene osservata presso il Terminale ed in tutti i casi è rappresentata per lo più dalla componente giovanile.

Tra i clausocalanidi le specie dominanti sono Clausocalanus paululus, C. mastigophorus, C. furcatus.

C. paululus (93,55 ind.  $m^{-3}0 - 5$  m; 53,55 ind.  $m^{-3}0 - 50$  m; 36,91 ind.  $m^{-3}50 - 100$  m) e C. furcatus (20,66 ind.  $m^{-3}0 - 5$  m; 22,36 ind.  $m^{-3}0 - 50$  m; 9,88 ind.  $m^{-3}50 - 100$  m) sono maggiormente concentrati nella porzione più superficiale della colonna mentre C. mastigophorus (14,81 ind.  $m^{-3}0 - 5$  m; 13,00 ind.  $m^{-3}0 - 50$  m; 21,32 ind.  $m^{-3}50 - 100$  m), invece, colonizza maggiormente la parte più profonda.

La seconda famiglia per abbondanza è Oithonidae (Cyclopoida), rappresentata nell'area di studio da 8 *taxa*, tutti appartenenti al genere *Oithona*. Questo gruppo mostra valori di abbondanza che tendono ad aumentare con l'incremento della profondità (126,87 ind. m<sup>-3</sup> 0 – 5 m; 135,69 ind. m<sup>-3</sup> 0 – 50 m; 150,77 ind. m<sup>-3</sup> 50 – 100 m). In accordo con quanto osservato nelle precedenti campagne autunnali, la specie più abbondante è *Oithona plumifera* (46,34 ind. m<sup>-3</sup> 0 – 5 m; 38,99 ind. m<sup>-3</sup> 0 – 50 m; 47,83 ind. m<sup>-3</sup> 50 – 100 m). Da sottolineare la presenza della famiglia Paracalanidae (12 *taxa*) che esibisce le seguenti abbondanze medie: 71,91 ind. m<sup>-3</sup> 0 – 5 m; 101,90 ind. m<sup>-3</sup> 0 – 50 m; 65,51 ind. m<sup>-3</sup> 50 – 100 m. La specie dominante è *Calocalanus pavo* (25,76 ind. m<sup>-3</sup> 0 – 5 m; 11,96 ind. m<sup>-3</sup> 0 – 50 m; 10,40 ind. m<sup>-3</sup> 50 – 100 m). *Temora stylifera* (36,29 ind. m<sup>-3</sup> 0 – 5 m; 27,03 ind. m<sup>-3</sup> 0 – 50 m; 6,24 ind. m<sup>-3</sup> 50 – 100 m) esibisce abbondanze in linea con il periodo autunnale, mentre il Corycaeidae *Farranula rostrata* (32,12 ind. m<sup>-3</sup> 0 – 5 m; 17,16 ind. m<sup>-3</sup> 0 – 50 m; 9,36 ind. m<sup>-3</sup> 50 – 100 m) raggiunge valori di abbondanza superiori ai precedenti survey autunnali. La famiglia Corycaeidae (11 *taxa*), è presente in media con 61,68 ind. m<sup>-3</sup> 0 – 5 m; 49,91 ind. m<sup>-3</sup> 0 - 50 m; 41,07 ind. m<sup>-3</sup> 50 – 100 m. Rispetto all'A19 è confermata l'identificazione di alcune specie non comuni come *Pachos punctatum, Phaenna spinifera, Vettoria parva* e *Pontoeciella abyssicola,* mentre non sono stati identificati individui appartenenti ai generi *Haloptilus, Euchirella* e *Lubbockia* rilevati in precedenza. Molto diversificata la famiglia Sapphirinidae (13 *taxa*). Sporadici gli Harpacticoida, tra cui il più abbondante è *Euterpina acutifrons*. Regolarmente presente, anche se in numero esiguo, il Miraciidae *Distiocolus minor*.



Tabella 29 - Oloplancton, O.le-orizzontale, 50-0-campionamento verticale da 50 a 0 metri, 100-50-campionamento verticale da 100 a 50 metri, \* presente in almeno un sub-campione, \*\* presente solo nell'osservazione in toto. 100-50 50-0 50-0 100-50 Famiglia Acartiidae Pleuromamma gracilis Oithona nana Acartia negligens Famiglia Paracalanidae Oithona plumifera Oithona setigera Acartia sp Calocalanus contractus Oithona similis Famiglia Calanidae Calocalanus longisetosus Oithona tenuis Calanus helgolandicus Calocalanus neptunus Oithona spp Mesocalanus tenuicornis Calocalanus ovalis Famiglia Oncaeidae Nannocalanus minor Calocalanus pavo Oncaea curta Neocalanus gracilis Calocalanus pavoninus Oncaea media Famiglia Candaciidae Calocalanus plumulosus Oncaea mediterranea Candacia armata Calocalanus styliremis Candacia ethiopica Calocalanus sp Oncaea scottodicarloi Candacia giesbrechti Paracalanus nanus Oncaea venusta Candacia simplex Paracalanus parvus Oncaea spp Triconia conifera Candacia juv Paracalanus spp Famiglia Centropagidae Famiglia Phennidae Famiglia Ozmanidae Centropages typicus Phaenna spinifera Pachos punctatum Centropages violaceus Famiglia Pontellidae Famiglia Sapphirinidae Isias clavipes Labidocera wollastoni Copilia mediterranea Famiglia Clausocalanidae Pontella mediterranea Copilia quadrata Clausocalanus arcuicornis Pontella iuv Copilia juv Clausocalanus furcatus Pontellina plumata Copilia sp Clausocalanus iobei Pontellopsis regalis Sapphirina angusta Clausocalanus lividus Pontellopsis villosa Sapphirina iris Sapphirina metallina Clausocalanus mastigophorus Fam. Pseudodiaptomidae Sapphirina nigromaculata Pseudodiaptomus marinus Clausocalanus parapergens Sapphirina ovatolanceolata Clausocalanus paululus Famiglia Scolecitrichidae Sapphirina sali Scaphocalanus invalidus Clausocalanus pergens Sapphirina sp Scolecithricella dentata Clausocalanus spp Vettoria granulosa Scolecithrix bradyi Ctenocalanus vanus Vettoria parva Famiglia Eucalanidae Scolecithrix danae Famiglia Ectinosomatidae Eucalanus elongatus Famiglia Temoridae Microsetella norvegica Pareucalanus attenuatus Temora stylifera Microsetella rosea Famiglia Euchaetiidae Famiglia Corycaeidae Euchaeta marina Corycaeus brehmi Famiglia Miracidae Euchaeta juv Corycaeus clausi Distiocolus minor Macrosetella gracilis Euchaeta sp Corycaeus flaccus Famiglia Euterpinidae Paraeuchaeta hebes Corucaeus furcifer Euterpina acutifrons Famiglia Heterorhabdidae Corycaeus giesbrechti Famiglia Peltidiidae Heterorhabdus papilliger Corycaeus limbatus Clytemnestra scutellata Famiglia Lucicutiidae Corycaeus speciosus Goniopsyllus rostratus Lucicutia flavicornis Corycaeus typicus Lucicutia gausse Corycaeus spp Famiglia Pontoecielliidae Famiglia Mecynoceridae Farranula rostrata Pontoeciella abyssicola Famiglia Oithonidae Famiglia Monstrilliidae Mecynocera clausi Cymbasoma sp Famiglia Metridinidae Oithona decipiens Oithona longispina Pleuromamma abdominalis

Nella tabella seguente (**Tabella 30**) sono indicati i volumi di sedimentazione (dopo 24 h), espressi in ml, della componente oloplanctonica raccolta nella campagna A20. Le significative differenze osservabili nei volumi di sedimentazione, tra pescate orizzontali e verticali, sono ascrivibili al differente volume di acqua filtrato dai retini, costantemente superiore nelle pescate orizzontali. La differenza riscontrata tra il sedimentato umido della stazione A20 MG12 e le altre non è riconducibile a una minor presenza di crostacei copepodi, o più generalmente di organismi zooplanctonici, bensì al mancato accumulo di materiale filamentoso di natura fitoplanctonica. Anche i differenti valori di biomassa umida tra le pescate verticali 0-50 m e 50-100 m, sono principalmente dovuti alla notevole e naturale diminuzione di fitoplancton filamentoso (più facilmente campionabile con vuoti di maglia dei retini da zooplancton) nella porzione più profonda della colonna (50-100 m). Non si osserva una complessiva discontinuità quali-quantitativa tra la stazione di controllo A20 MG10 e le quattro stazioni poste in prossimità del rigassificatore, escludendo perturbazioni riconducibili al Terminale.



Tabella 30 - Biomassa: volumi di sedimentazione dell'oloplancton (espressi in ml). OR = campionamento orizzontale; 50-0 = campionamento verticale da 0 a 50 metri; 100-50: campionamento verticale da 100 a 50 metri. A20 MG10 A20 MG6 A20 MG7 A20 MG12 A20 MG13 OR 115 91 108 58 97 0-50 12 9 14 16 18,5 7 50-100 7,5 6,5 7 6,5

## Meroplancton

Nella campagna autunnale A20, (**Tabella 31**), sono stati determinati complessivamente 56 *taxa* meroplanctonici appartenenti a 9 *phyla* di invertebrati marini (Cnidaria, Mollusca, Annelida, Nemertea, Arthropoda, Echinodermata, Bryozoa, Enteropneusta, Foronidea).

Le larve di crostacei decapodi, includendo complessivamente 34 taxa (60,7%) sono il gruppo tassonomico più rappresentato, al quale seguono i policheti con 6 taxa (10,7%) e gli echinodermi (5 taxa = 8,9%).

Ad eccezione dei generi *Munida* e *Plesionika*, tutti i taxa di crostacei decapodi sono stati raccolti attraverso pescate orizzontali, confermando la preferenziale distribuzione delle fasi larvali di questi organismi che durante le fasi notturne risalgono in superficie per assicurarsi una fonte di cibo al riparo da possibili predatori diurni. In questo settore della colonna d'acqua infatti non si ha né prevalenza, né dominanza di alcun taxon di crostacei decapodi: c'è una sostanziale e omogenea distribuzione delle specie, mentre i valori di abbondanza risultano più elevati nella stazione A20 MG7 (1,45 ind/m³). Questo valore rappresenta anche il 75,9% di tutte le larve raccolte nella stazione, confermando la dominanza di questo gruppo all'interno del comparto mesozooplanctonico.

Nella stazione A20 MG6 orizzontale, i crostacei decapodi rappresentano, con 1,12 ind/m³ individui, l'88,8% del popolamento, percentuale che, in A20 MG10, sale addirittura al 92%.

	O.le	50-0	100-50		O.le	50-0	100-50		O.le	50-0	100-50
CNIDARIA				Deosergestes henseni	*			Pirimela denticulata	*		*
Planula larvae ind			*	Ebalia nux	*	*	*	Plesionika sp		*	*
Efira larvae ind	*	*		Ebalia sp	*			Porcellana platycheles	*		
MOLLUSCA				Ebalia tuberosa	*			Processa edulis edulis	*	*	*
Bivalvia larvae ind	*	*	*	Galathea intermedia	*			Sergia robusta	*		
ANNELIDA				Goneplax rhomboides	*	*		Solenocera membranacea	*	*	
Chaetozone sp		*		Hippolytidae ind	*			Synalpheus gamberelloides	*	*	
Lanice conchilega	*	*		Ilia nucleus	*			Úpogebia sp	*		*
Magelona sp	*			Liocarcinus sp	*	*	*	Megalopa larvae ind	*	*	
Hesionidae ind		*	*	Lysmata seticaudata	*		*	Stomatopoda			
Spionidae ind	*	*	*	Lucifer typus	*	*	*	Rissoides desmaresti	*		
Syllidae ind	*	*		Maja squinado	*			Squilla mantis	*		
Trocofora larvae ind	*	*	*	Maja verrucosa	*			ECHINODERMATA			
NEMERTEA				Majidae ind	*	*		Bipinnaria ind	*		*
Pilidium larvae ind			*	Munida sp		*	*	Echinocardium sp			*
CRUSTACEA				Pachygrapsus marmoratus			*	Echinus sp	*		*
Decapoda				Pagurus sp	*	*	*	Ophiura sp		*	
Agaeon cataphractus	*			Palicus caronii	*			Ophiotrix fragilis	*	*	*
Alpheus glaber	*	*	*	Parapeneus longirostris	*	*	*	BRYOZOA			
Anapagurus breviaculeatus	*	*	*	Parthenopoides massena	*	*		Cifonauta larvae ind	*		
Athanas nitescens	*	*	*	Periclimenes sp	*		*	ENTEROPNEUSTA			
Cestopagurus timidus	*			Philocheras bispinosus	*	*	*	Tomaria larvae ind	*	*	*
								FORONIDEA			
								Actinotroca larvae ind			*

Diversa è la situazione riscontrata nelle stazioni profonde nelle quali sono presenti solo alcuni dei taxa campionati nelle pescate orizzontali. In particolare le larve di alcune specie di caridei, anomuri e qualche brachiuro stazionano preferenzialmente nella colonna d'acqua compresa tra la superficie e 50 m di profondità. Tra le specie maggiormente rappresentate in questo settore il carideo *Athanas nitescens* (valori max in A20 MG6 con 1,06 ind/m³) e i brachiuri appartenenti al genere *Liocarcinus* (valore max in A20 MG13 con 1,42 ind/m³). Entrambi i taxa sono stati comunemente ritrovati in tutte le campagne. Per il genere *Liocarcinus* l'identificazione a livello specifico (come già sottolineato in passato), non può essere fatta se non attraverso tecniche di genetica molecolare (DNA barcoding) in quanto il gruppo *Liocarcinus* presenta caratteristiche morfologiche estremamente simili nelle fasi larvali precoci, in particolare negli stadi 1 e 2 di zoea, che non consentono l'identificazione specifica. A tale gruppo, in questo settore dei mari italiani, afferiscano almeno tre specie differenti: *L. depurator*, *L. maculatus* e *L. vernalis* che in passato sono state identificate mediante tecnica del DNA barcoding nell'area del Terminale. Nel settore profondo, quello compreso tra 50 m e la batimetrica di 100 m, due taxa risultano dominanti:al' Anomuro *Anapagurus breviaculeatus* (max in A20 MG6 con 1,75 ind/m³) e il carideo *Processa edulis edulis* (max in A20 MG13 con 2,63 ind/m³). Anche in questo caso si tratta di un risultato già osservato in precedenti campagne. Questi taxa hanno una spiccata predilezione per le fasce più profonde anche nelle fasi notturne del loro ciclo di vita.



Tra le larve di altri gruppi si segnala la dominanza della famiglia di policheti Spionidae in particolare nelle fasce profonde della colonna d'acqua: max in A20 MG10 con 0,92 ind/m³. Infine, per la prima volta sono state rinvenute larve cifonauta di briozoi. Nel complesso non emergono discontinuità quali-quantitative tra la stazione di controllo A20 MG10 e le quattro stazioni di esercizio posizionate in prossimità del Terminale e questo aspetto consente di escludere qualunque forma di impatto sulla comunità meroplanctonica riconducibile alla sua presenza.

### Ittioplancton

Il survey autunnale (A20) condotto sulle fasi larvali dell'ittiofauna ha portato alla raccolta di 16 taxa tutti appartenenti agli osteitti, i pesci ossei (**Tabella 32**).

Tra essi sono state identificate due nuove specie per l'area di studio: i pesci abissali appartenenti alla famiglia Myctophidae, *Hygophum benoiti* (pesce lampadina) e *Symbolophorus veranyi* (simboloforo) che portano a 98 il numero complessivo di taxa di osteitti identificate nell'intero periodo di studio. Sono 5 le specie batipelagiche identificata in questo survey e rappresentano un terzo dei taxa rinvenuti. Ciò conferma che la zona è un'importante area di dispersione e *recruitment* per le larve di specie abissali e che la presenza dell'ultima porzione di piattaforma continentale favorisce la risalita sia di nutrienti, sia di uova e larve da maggiori profondità.

La specie dominante dell'autunno 2020 è il Clupeidae Sardina pilchardus (sardina) presente in tutte le stazioni, a tutte le profondità.

Il contingente di larve di sardina rappresenta il 49,9% di tutte le larve campionate nell'area. Nella stazione A20 MG6 è stato rinvenuto il maggior numero di esemplari con 1,73 ind/m³, seguita da A20 MG12 con 1,44 ind/m³ e A20 MG7 con 1,16 ind/m³. Questo risultato è coerente con le precedenti campagne di raccolta condotte nello stesso periodo. *Sardina pilchardus* e *Engraulis encrasicolus* (acciuga) alternano i loro picchi riproduttivi con la prevalenza della prima durante la stagione autunnale e invernale e la dominanza della seconda in quella estiva. Da sottolineare in questa campagna il contingente di uova raccolto nella stazione A20 MG12: 9,59/m³ durante le pescate orizzontali, 1,79/m³ nella fascia intermedia (superficie — -50 m) e 13,65 uova/m³ nel settore più profondo (-50 m — -100 m). In nessun caso è stato possibile procedere all'identificazione e attribuire le uova a un taxon specifico ad eccezione del caso di *Maurolicus muelleri*, specie abissopelagica dalle caratteristiche uova facilmente riconoscibili. Si può soltanto ipotizzare che trattandosi del picco riproduttivo di *Sardina pilchardus*, per questa zona del Mediterraneo, parte del contingente di uova raccolte possa appartenere a questa specie. Così come per le uova, anche la componente larvale, raccolta nelle fasi immediatamente successive o a poche ore dalla schiusa, rimane impossibile da determinare. Questa frazione del campione, come sempre dall'inizio del monitoraggio, figura in tabella come larve ind. Anche in questo caso, solo indagini molecolari mediante DNA barcoding potrebbero attribuire l'appartenenza delle larve a un taxon specifico. Nel complesso il confronto tra la stazione di controllo A20 MG10 e i quattro siti di esercizio posizionati in prossimità del Terminale non presentano discontinuità qualiquantitative attribuibili alla sua attività.

	O.le	50-0	100-50		O.le	50-0	100-50		O.le	50-0	100-50
BLENNIDAE				GOBIIDAE				OPHICHTHTIDAE			
Blennidae ind	*			Gobiidae ind	*			Ophisurus serpens	*		
BOTHIDAE				GONOSTOMATIDAE				PARALEPIDIDAE			
Arnoglossus laterna	*			Cyclothone braueri	*		*	Lestidiops sphyrenoides			*
CAPROIDAE				MUGILIDAE				Paralepis coregonoides			*
Capros aper	*	*		Mugil cephalus	*	*	*	SPARIDAE			
CENTRISCIDAE				MYCTOPHIDAE				Sparidae ind	*		
Macroramphosus scolopax	*			Benthosema glaciale	*	*	*	STERNOPTYCHIDAE			
CLUPEIDAE				Hygophum benoiti			*	Maurolicus muelleri	*	*	*
Sardina pilchardus	*	*	*	Symbolophorus veranyi	*		*	Larve ind	*	*	*
•								Uova di Maurolicus muelleri	*		*
								Uova ind	*	*	*

### 3.2 Biota

#### 3.2.1 Macrozoobenthos

Lo studio ha portato alla raccolta e determinazione di 8464 individui appartenenti a 172 specie (**Tabella 33**) comprendenti anellidi (policheti), molluschi, artropodi (crostacei), sipunculidi, echinodermi, cnidari, nemertini.

Tabella 33 - Lis	sta delle specie macrobentoniche rinvenute nella Aut	unno 2020 (A20).
Anellida		
Levinsenia demiri Çinar, Dagli & Acik, 2011	Spio multioculata (Rioja, 1918)	Goniadella gracilis (Verrill, 1873)
Paradiopatra lepta (Chamberlin, 1919)	Chaetozone setosa Malmgern, 1867	Laonice sp.
Kirkegaardia heterochaeta (Laubier, 1961)	Abyssoninoe hibernica (McIntosh, 1903)	Phyllodoce mucosa Örsted, 1843
Aphelochaeta marioni (Saint-Joseph, 1894)	Euclymene lombricoides (Quatrefages, 1866)	Aricidea catherinae Laubier, 1967
Ampharete acutifrons (Grube,1860)	Harmothoe antilopes Mc Intosh, 1876	Cirrophorus branchiatus Ehlers, 1908



Tabella 33 - Lista de	elle specie macrobentoniche rinvenute nella Autunr	no 2020 (A20).
Ophelina abranchiata Støp-Bowitz, 1948	Hyalinoecia tubicola (O. F. Müller, 1776)	Labioleanira yhleni (Malmgren, 1867)
Aricidea claudiae Laubier, 1967	Lysidice unicornis (Grube, 1840)	Praxillella gracilis (M. Sars, 1861)
Prionospio ehlersi Fauvel, 1928	Ninoe armoricana Glémarec, 1968	Aricidea sp.
Prionospio fallax Soderstrom, 1920	Notomastus profondus (Eisig, 1887)	Exogone verugera (Claparède, 1868)
Glycera unicornis Lamarck, 1818	Gyptis sp.	Oxydromus flexuosus (Delle Chiaje, 1827)
Galathowenia oculata Zachs, 1923	Nephtys hystricis Mc Intosh, 1900	Phyllodoce lineata (Claparède, 1870)
Dasybranchus caducus (Grube, 1846)	Prionospio cirrifera Wirén, 1883	Adercodon pleijeli Mackie, 1994
Aricidea assimilis Tebble, 1959	Sigambra tentaculata (Treadwell, 1941)	Chirimia biceps (M. Sars, 1861)
Paralacydonia paradoxa Fauvel, 1913	Terebellides mediterranea Parapar, Mikac & Fiege, 2013	Euchone sp.
Glycera tridactyla Schmarda, 1861	Heteromastus filiformis (Claparède, 1864)	Euclymene sp.
Gallardoneris iberica Martins, Carrera-Parra, Quintino &	Eupanthalis kinbergi McIntosh, 1876	Fauveliopsis sp.
Rodrigues, 2012  Lumbrineris luciliae Martins, Carrera-Parra, Quintino & Rodrigues, 2012	Heterospio mediterranea Laubier, Picard & Ramos, 1972	Lumbrineris sp.
Syllis parapari San Martín & López, 2000	Amphicteis gunneri (M. Sars, 1835)	Micronephthys stammeri (Augener, 1932)
Drilonereis filum (Claparède, 1868)	Lagis koreni (Malmgren, 1866)	Polycirrus sp.
Anobothrus gracilis (Malmgren, 1866)	Sternaspis scutata (Ranzani, 1817)	Amphictene auricoma (O. F. Müller, 1776)
Chaetozone carpenteri McIntosh, 1911	Melinna palmata Grube, 1860	Aponuphis brementi (Fauvel, 1916)
Paraprionospio pinnata (Ehlers, 1901)	Ophelina acuminata Örsted, 1843	Chloeia venusta Quatrefages, 1865
Polygordius sp.	Dialychone sp.	Eunice vittata (Delle Chiaje, 1828)
Prionospio sp.	Harmothoe sp.	Fauvelicirratulus dollfusi (Fauvel, 1928)
Auchenoplax crinita Ehlers, 1887	Malmgrenia lunulata (Delle Chiaje, 1841)	Goniada sp.
Spiophanes kroyeri Grube, 1860	Pilargis verrucosa (Saint-Joseph, 1899)	Paradoneis lyra (Southern, 1914)
Glycera tesselata Grube, 1863	Scalibregma inflatum Rathke, 1843	Paraprionospio sp.
Levinsenia gracilis (Tauber, 1879)	Schistomeringos rudolphi (Delle Chiaje, 1828)	Phylo norvegicus (M. Sars in G.O. Sars, 1872)
Paucibranchia bellii (Audouin & Milne Edwards, 1833)	Spiochaetopterus costarum (Claparède, 1869)	Scolelepis foliosa (Audouin & Milne-Edwards, 1833)
Poecilochaetus fauchaldi Pilato & Cantone, 1976	Diplocirrus glaucus (Malmgren, 1867)	,
Arthropoda		
Carangoliopsis spinulosa Ledoyer, 1970	Pardaliscella boeckii (Malm, 1870)	Stenothoe sp.
Harpinia dellavallei Chevreux, 1910	Pilumnus spinifer H. Milne-Edwards, 1834	Upogebia deltaura (Leach, 1815)
Ampelisca sp.	Athonogon	
Ampensca sp.	Athanas sp.	Akanthophoreus gracilis (Krøyer, 1842)
Kupellonura mediterranea Barnard, 1925	Processa canaliculata Leach, 1815	Akanthophoreus gracilis (Krøyer, 1842) Ericthonius brasiliensis (Dana, 1853)
· · ·	•	
Kupellonura mediterranea Barnard, 1925	Processa canaliculata Leach, 1815	Ericthonius brasiliensis (Dana, 1853)
Kupellonura mediterranea Barnard, 1925 Paraphoxus oculatus (G.O. Sars, 1879)	Processa canaliculata Leach, 1815 Gastrosaccus sanctus (Van. Beneden, 1861)	Ericthonius brasiliensis (Dana, 1853) Hippomedon massiliensis bellan-Santini, 1965
Kupellonura mediterranea Barnard, 1925 Paraphoxus oculatus (G.O. Sars, 1879) Harpinia crenulata (Boeck, 1871)	Processa canaliculata Leach, 1815 Gastrosaccus sanctus (Van. Beneden, 1861) Haploops dellavallei Chevreux, 1900	Ericthonius brasiliensis (Dana, 1853) Hippomedon massiliensis bellan-Santini, 1965 Iphinoe sp.
Kupellonura mediterranea Barnard, 1925 Paraphoxus oculatus (G.O. Sars, 1879) Harpinia crenulata (Boeck, 1871) Araphura brevimanus (Lilljeborg, 1864)	Processa canaliculata Leach, 1815 Gastrosaccus sanctus (Van. Beneden, 1861) Haploops dellavallei Chevreux, 1900 Ebalia cranchii Leach, 1817	Ericthonius brasiliensis (Dana, 1853) Hippomedon massiliensis bellan-Santini, 1965 Iphinoe sp. Jaxea noctuma Nardo, 1847
Kupellonura mediterranea Barnard, 1925 Paraphoxus oculatus (G.O. Sars, 1879) Harpinia crenulata (Boeck, 1871) Araphura brevimanus (Lilljeborg, 1864) Leucon (Epileucon) longirostris Sars, 1871	Processa canaliculata Leach, 1815 Gastrosaccus sanctus (Van. Beneden, 1861) Haploops dellavallei Chevreux, 1900 Ebalia cranchii Leach, 1817 Gammaropsis sp.	Ericthonius brasiliensis (Dana, 1853) Hippomedon massiliensis bellan-Santini, 1965 Iphinoe sp. Jaxea noctuma Nardo, 1847 Philocheras bispinosus (Hailstone, 1835)
Kupellonura mediterranea Barnard, 1925 Paraphoxus oculatus (G.O. Sars, 1879) Harpinia crenulata (Boeck, 1871) Araphura brevimanus (Lilljeborg, 1864) Leucon (Epileucon) longirostris Sars, 1871 Collettea cylindrata (Sars, 1882)	Processa canaliculata Leach, 1815 Gastrosaccus sanctus (Van. Beneden, 1861) Haploops dellavallei Chevreux, 1900 Ebalia cranchii Leach, 1817 Gammaropsis sp. Tuberapseudes echinatus (Sars, 1882)	Ericthonius brasiliensis (Dana, 1853) Hippomedon massiliensis bellan-Santini, 1965 Iphinoe sp. Jaxea noctuma Nardo, 1847 Philocheras bispinosus (Hailstone, 1835) Phtisica marina Slabber, 1769 Processa macrophthalma Nouvel & Holthuis,
Kupellonura mediterranea Barnard, 1925 Paraphoxus oculatus (G.O. Sars, 1879) Harpinia crenulata (Boeck, 1871) Araphura brevimanus (Lilljeborg, 1864) Leucon (Epileucon) longirostris Sars, 1871 Collettea cylindrata (Sars, 1882) Gnathia oxyuraea (Lilljeborg, 1855)	Processa canaliculata Leach, 1815 Gastrosaccus sanctus (Van. Beneden, 1861) Haploops dellavallei Chevreux, 1900 Ebalia cranchii Leach, 1817 Gammaropsis sp. Tuberapseudes echinatus (Sars, 1882) Goneplax rhomboides (Linnaeus, 1758)	Ericthonius brasiliensis (Dana, 1853) Hippomedon massiliensis bellan-Santini, 1965 Iphinoe sp. Jaxea noctuma Nardo, 1847 Philocheras bispinosus (Hailstone, 1835) Phtisica marina Slabber, 1769 Processa macrophthalma Nouvel & Holthuis, 1957
Kupellonura mediterranea Barnard, 1925 Paraphoxus oculatus (G.O. Sars, 1879) Harpinia crenulata (Boeck, 1871) Araphura brevimanus (Lilljeborg, 1864) Leucon (Epileucon) longirostris Sars, 1871 Collettea cylindrata (Sars, 1882) Gnathia oxyuraea (Lilljeborg, 1855) Desmosoma sp.	Processa canaliculata Leach, 1815 Gastrosaccus sanctus (Van. Beneden, 1861) Haploops dellavallei Chevreux, 1900 Ebalia cranchii Leach, 1817 Gammaropsis sp. Tuberapseudes echinatus (Sars, 1882) Goneplax rhomboides (Linnaeus, 1758) Harpinia antennaria Meinert, 1890	Ericthonius brasiliensis (Dana, 1853) Hippomedon massiliensis bellan-Santini, 1965 Iphinoe sp. Jaxea noctuma Nardo, 1847 Philocheras bispinosus (Hailstone, 1835) Phtisica marina Slabber, 1769 Processa macrophthalma Nouvel & Holthuis, 1957 Pseudoprotella phasma (Montagu, 1804)
Kupellonura mediterranea Barnard, 1925 Paraphoxus oculatus (G.O. Sars, 1879) Harpinia crenulata (Boeck, 1871) Araphura brevimanus (Lilljeborg, 1864) Leucon (Epileucon) longirostris Sars, 1871 Collettea cylindrata (Sars, 1882) Gnathia oxyuraea (Lilljeborg, 1855) Desmosoma sp. Eurydice spinigera Hansen, 1890	Processa canaliculata Leach, 1815 Gastrosaccus sanctus (Van. Beneden, 1861) Haploops dellavallei Chevreux, 1900 Ebalia cranchii Leach, 1817 Gammaropsis sp. Tuberapseudes echinatus (Sars, 1882) Goneplax rhomboides (Linnaeus, 1758) Harpinia antennaria Meinert, 1890 Hippomedon bidentatus Chevreux, 1903	Ericthonius brasiliensis (Dana, 1853) Hippomedon massiliensis bellan-Santini, 1965 Iphinoe sp. Jaxea noctuma Nardo, 1847 Philocheras bispinosus (Hailstone, 1835) Phtisica marina Slabber, 1769 Processa macrophthalma Nouvel & Holthuis, 1957 Pseudoprotella phasma (Montagu, 1804) Rissoides pallidus (Giesbrecht, 1910)
Kupellonura mediterranea Barnard, 1925 Paraphoxus oculatus (G.O. Sars, 1879) Harpinia crenulata (Boeck, 1871) Araphura brevimanus (Lilljeborg, 1864) Leucon (Epileucon) longirostris Sars, 1871 Collettea cylindrata (Sars, 1882) Gnathia oxyuraea (Lilljeborg, 1855) Desmosoma sp. Eurydice spinigera Hansen, 1890 Alpheus glaber (Olivi, 1792)	Processa canaliculata Leach, 1815 Gastrosaccus sanctus (Van. Beneden, 1861) Haploops dellavallei Chevreux, 1900 Ebalia cranchii Leach, 1817 Gammaropsis sp. Tuberapseudes echinatus (Sars, 1882) Goneplax rhomboides (Linnaeus, 1758) Harpinia antennaria Meinert, 1890 Hippomedon bidentatus Chevreux, 1903 Leucon sp. 2	Ericthonius brasiliensis (Dana, 1853) Hippomedon massiliensis bellan-Santini, 1965 Iphinoe sp. Jaxea noctuma Nardo, 1847 Philocheras bispinosus (Hailstone, 1835) Phtisica marina Slabber, 1769 Processa macrophthalma Nouvel & Holthuis, 1957 Pseudoprotella phasma (Montagu, 1804) Rissoides pallidus (Giesbrecht, 1910)
Kupellonura mediterranea Barnard, 1925 Paraphoxus oculatus (G.O. Sars, 1879) Harpinia crenulata (Boeck, 1871) Araphura brevimanus (Lilljeborg, 1864) Leucon (Epileucon) longirostris Sars, 1871 Collettea cylindrata (Sars, 1882) Gnathia oxyuraea (Lilljeborg, 1855) Desmosoma sp. Eurydice spinigera Hansen, 1890 Alpheus glaber (Olivi, 1792) Eudorella nana Sars, 1879	Processa canaliculata Leach, 1815 Gastrosaccus sanctus (Van. Beneden, 1861) Haploops dellavallei Chevreux, 1900 Ebalia cranchii Leach, 1817 Gammaropsis sp. Tuberapseudes echinatus (Sars, 1882) Goneplax rhomboides (Linnaeus, 1758) Harpinia antennaria Meinert, 1890 Hippomedon bidentatus Chevreux, 1903 Leucon sp. 2 Maera grossimana (Montagu, 1808)	Ericthonius brasiliensis (Dana, 1853) Hippomedon massiliensis bellan-Santini, 1965 Iphinoe sp. Jaxea noctuma Nardo, 1847 Philocheras bispinosus (Hailstone, 1835) Phtisica marina Slabber, 1769 Processa macrophthalma Nouvel & Holthuis, 1957 Pseudoprotella phasma (Montagu, 1804) Rissoides pallidus (Giesbrecht, 1910)
Kupellonura mediterranea Barnard, 1925 Paraphoxus oculatus (G.O. Sars, 1879) Harpinia crenulata (Boeck, 1871) Araphura brevimanus (Lilljeborg, 1864) Leucon (Epileucon) longirostris Sars, 1871 Collettea cylindrata (Sars, 1882) Gnathia oxyuraea (Lilljeborg, 1855) Desmosoma sp. Eurydice spinigera Hansen, 1890 Alpheus glaber (Olivi, 1792) Eudorella nana Sars, 1879 Leucothoe oboa G. Karaman, 1971 Echinodermata Amphipolis squamata (Chiaje, 1829)	Processa canaliculata Leach, 1815 Gastrosaccus sanctus (Van. Beneden, 1861) Haploops dellavallei Chevreux, 1900 Ebalia cranchii Leach, 1817 Gammaropsis sp. Tuberapseudes echinatus (Sars, 1882) Goneplax rhomboides (Linnaeus, 1758) Harpinia antennaria Meinert, 1890 Hippomedon bidentatus Chevreux, 1903 Leucon sp. 2 Maera grossimana (Montagu, 1808) Perioculodes longimanus (Bate & Westwood, 1868)  Amphiura chiajei Forbes, 1843	Ericthonius brasiliensis (Dana, 1853) Hippomedon massiliensis bellan-Santini, 1965 Iphinoe sp. Jaxea noctuma Nardo, 1847 Philocheras bispinosus (Hailstone, 1835) Phtisica marina Slabber, 1769 Processa macrophthalma Nouvel & Holthuis, 1957 Pseudoprotella phasma (Montagu, 1804) Rissoides pallidus (Giesbrecht, 1910)
Kupellonura mediterranea Barnard, 1925 Paraphoxus oculatus (G.O. Sars, 1879) Harpinia crenulata (Boeck, 1871) Araphura brevimanus (Lilljeborg, 1864) Leucon (Epileucon) longirostris Sars, 1871 Collettea cylindrata (Sars, 1882) Gnathia oxyuraea (Lilljeborg, 1855) Desmosoma sp. Eurydice spinigera Hansen, 1890 Alpheus glaber (Olivi, 1792) Eudorella nana Sars, 1879 Leucothoe oboa G. Karaman, 1971 Echinodermata	Processa canaliculata Leach, 1815 Gastrosaccus sanctus (Van. Beneden, 1861) Haploops dellavallei Chevreux, 1900 Ebalia cranchii Leach, 1817 Gammaropsis sp. Tuberapseudes echinatus (Sars, 1882) Goneplax rhomboides (Linnaeus, 1758) Harpinia antennaria Meinert, 1890 Hippomedon bidentatus Chevreux, 1903 Leucon sp. 2 Maera grossimana (Montagu, 1808) Perioculodes longimanus (Bate & Westwood, 1868)	Ericthonius brasiliensis (Dana, 1853) Hippomedon massiliensis bellan-Santini, 1965 Iphinoe sp. Jaxea noctuma Nardo, 1847 Philocheras bispinosus (Hailstone, 1835) Phtisica marina Slabber, 1769 Processa macrophthalma Nouvel & Holthuis, 1957 Pseudoprotella phasma (Montagu, 1804) Rissoides pallidus (Giesbrecht, 1910) Urothoe elegans (Costa, 1853)
Kupellonura mediterranea Barnard, 1925 Paraphoxus oculatus (G.O. Sars, 1879) Harpinia crenulata (Boeck, 1871) Araphura brevimanus (Lilljeborg, 1864) Leucon (Epileucon) longirostris Sars, 1871 Collettea cylindrata (Sars, 1882) Gnathia oxyuraea (Lilljeborg, 1855) Desmosoma sp. Eurydice spinigera Hansen, 1890 Alpheus glaber (Olivi, 1792) Eudorella nana Sars, 1879 Leucothoe oboa G. Karaman, 1971 Echinodermata Amphipolis squamata (Chiaje, 1829) Amphiura filiformis (O. F. Müller, 1776) Mollusca	Processa canaliculata Leach, 1815 Gastrosaccus sanctus (Van. Beneden, 1861) Haploops dellavallei Chevreux, 1900 Ebalia cranchii Leach, 1817 Gammaropsis sp. Tuberapseudes echinatus (Sars, 1882) Goneplax rhomboides (Linnaeus, 1758) Harpinia antennaria Meinert, 1890 Hippomedon bidentatus Chevreux, 1903 Leucon sp. 2 Maera grossimana (Montagu, 1808) Perioculodes longimanus (Bate & Westwood, 1868)  Amphiura chiajei Forbes, 1843 Neocucumis marioni (Marenzeller, 1878)	Ericthonius brasiliensis (Dana, 1853) Hippomedon massiliensis bellan-Santini, 1965 Iphinoe sp. Jaxea noctuma Nardo, 1847 Philocheras bispinosus (Hailstone, 1835) Phtisica marina Slabber, 1769 Processa macrophthalma Nouvel & Holthuis, 1957 Pseudoprotella phasma (Montagu, 1804) Rissoides pallidus (Giesbrecht, 1910) Urothoe elegans (Costa, 1853)  Oestergrenia digitata (Montagu, 1815)
Kupellonura mediterranea Barnard, 1925 Paraphoxus oculatus (G.O. Sars, 1879) Harpinia crenulata (Boeck, 1871) Araphura brevimanus (Lilljeborg, 1864) Leucon (Epileucon) longirostris Sars, 1871 Collettea cylindrata (Sars, 1882) Gnathia oxyuraea (Lilljeborg, 1855) Desmosoma sp. Eurydice spinigera Hansen, 1890 Alpheus glaber (Olivi, 1792) Eudorella nana Sars, 1879 Leucothoe oboa G. Karaman, 1971 Echinodermata Amphipolis squamata (Chiaje, 1829) Amphiura filiformis (O. F. Müller, 1776) Mollusca Falcidens gutturosus (Kowalevsky, 1901)	Processa canaliculata Leach, 1815 Gastrosaccus sanctus (Van. Beneden, 1861) Haploops dellavallei Chevreux, 1900 Ebalia cranchii Leach, 1817 Gammaropsis sp. Tuberapseudes echinatus (Sars, 1882) Goneplax rhomboides (Linnaeus, 1758) Harpinia antennaria Meinert, 1890 Hippomedon bidentatus Chevreux, 1903 Leucon sp. 2 Maera grossimana (Montagu, 1808) Perioculodes longimanus (Bate & Westwood, 1868)  Amphiura chiajei Forbes, 1843 Neocucumis marioni (Marenzeller, 1878)	Ericthonius brasiliensis (Dana, 1853) Hippomedon massiliensis bellan-Santini, 1965 Iphinoe sp. Jaxea noctuma Nardo, 1847 Philocheras bispinosus (Hailstone, 1835) Phtisica marina Slabber, 1769 Processa macrophthalma Nouvel & Holthuis, 1957 Pseudoprotella phasma (Montagu, 1804) Rissoides pallidus (Giesbrecht, 1910) Urothoe elegans (Costa, 1853)  Oestergrenia digitata (Montagu, 1815)  Kurtiella bidentata (Montagu, 1803)
Kupellonura mediterranea Barnard, 1925 Paraphoxus oculatus (G.O. Sars, 1879) Harpinia crenulata (Boeck, 1871) Araphura brevimanus (Lilljeborg, 1864) Leucon (Epileucon) longirostris Sars, 1871 Collettea cylindrata (Sars, 1882) Gnathia oxyuraea (Lilljeborg, 1855) Desmosoma sp. Eurydice spinigera Hansen, 1890 Alpheus glaber (Olivi, 1792) Eudorella nana Sars, 1879 Leucothoe oboa G. Karaman, 1971 Echinodermata Amphipolis squamata (Chiaje, 1829) Amphiura filiformis (O. F. Müller, 1776) Mollusca Falcidens gutturosus (Kowalevsky, 1901) Mendicula ferruginosa (Forbes, 1844)	Processa canaliculata Leach, 1815 Gastrosaccus sanctus (Van. Beneden, 1861) Haploops dellavallei Chevreux, 1900 Ebalia cranchii Leach, 1817 Gammaropsis sp. Tuberapseudes echinatus (Sars, 1882) Goneplax rhomboides (Linnaeus, 1758) Harpinia antennaria Meinert, 1890 Hippomedon bidentatus Chevreux, 1903 Leucon sp. 2 Maera grossimana (Montagu, 1808) Perioculodes longimanus (Bate & Westwood, 1868)  Amphiura chiajei Forbes, 1843 Neocucumis marioni (Marenzeller, 1878)  Bathyarca pectunculoides (Scacchi, 1834) Thyasira alleni Carozza, 1981	Ericthonius brasiliensis (Dana, 1853) Hippomedon massiliensis bellan-Santini, 1965 Iphinoe sp. Jaxea noctuma Nardo, 1847 Philocheras bispinosus (Hailstone, 1835) Phtisica marina Slabber, 1769 Processa macrophthalma Nouvel & Holthuis, 1957 Pseudoprotella phasma (Montagu, 1804) Rissoides pallidus (Giesbrecht, 1910) Urothoe elegans (Costa, 1853)  Oestergrenia digitata (Montagu, 1815)  Kurtiella bidentata (Montagu, 1803) Modiolus barbatus (Linnaeus, 1758)
Kupellonura mediterranea Barnard, 1925 Paraphoxus oculatus (G.O. Sars, 1879) Harpinia crenulata (Boeck, 1871) Araphura brevimanus (Lilljeborg, 1864) Leucon (Epileucon) longirostris Sars, 1871 Collettea cylindrata (Sars, 1882) Gnathia oxyuraea (Lilljeborg, 1855) Desmosoma sp. Eurydice spinigera Hansen, 1890 Alpheus glaber (Olivi, 1792) Eudorella nana Sars, 1879 Leucothoe oboa G. Karaman, 1971 Echinodermata Amphipolis squamata (Chiaje, 1829) Amphiura filiformis (O. F. Müller, 1776) Mollusca Falcidens gutturosus (Kowalevsky, 1901) Mendicula ferruginosa (Forbes, 1844) Thyasira biplicata (Philippi, 1836)	Processa canaliculata Leach, 1815 Gastrosaccus sanctus (Van. Beneden, 1861) Haploops dellavallei Chevreux, 1900 Ebalia cranchii Leach, 1817 Gammaropsis sp. Tuberapseudes echinatus (Sars, 1882) Goneplax rhomboides (Linnaeus, 1758) Harpinia antennaria Meinert, 1890 Hippomedon bidentatus Chevreux, 1903 Leucon sp. 2 Maera grossimana (Montagu, 1808) Perioculodes longimanus (Bate & Westwood, 1868)  Amphiura chiajei Forbes, 1843 Neocucumis marioni (Marenzeller, 1878)  Bathyarca pectunculoides (Scacchi, 1834) Thyasira alleni Carozza, 1981 Thyasira granulosa (Monterosato, 1874)	Ericthonius brasiliensis (Dana, 1853) Hippomedon massiliensis bellan-Santini, 1965 Iphinoe sp. Jaxea noctuma Nardo, 1847 Philocheras bispinosus (Hailstone, 1835) Phtisica marina Slabber, 1769 Processa macrophthalma Nouvel & Holthuis, 1957 Pseudoprotella phasma (Montagu, 1804) Rissoides pallidus (Giesbrecht, 1910) Urothoe elegans (Costa, 1853)  Oestergrenia digitata (Montagu, 1815)  Kurtiella bidentata (Montagu, 1803) Modiolus barbatus (Linnaeus, 1758) Myrtea spinifera (Montagu, 1803)
Kupellonura mediterranea Barnard, 1925 Paraphoxus oculatus (G.O. Sars, 1879) Harpinia crenulata (Boeck, 1871) Araphura brevimanus (Lilljeborg, 1864) Leucon (Epileucon) longirostris Sars, 1871 Collettea cylindrata (Sars, 1882) Gnathia oxyuraea (Lilljeborg, 1855) Desmosoma sp. Eurydice spinigera Hansen, 1890 Alpheus glaber (Olivi, 1792) Eudorella nana Sars, 1879 Leucothoe oboa G. Karaman, 1971 Echinodermata Amphipolis squamata (Chiaje, 1829) Amphiura filiformis (O. F. Müller, 1776) Mollusca Falcidens gutturosus (Kowalevsky, 1901) Mendicula ferruginosa (Forbes, 1844)	Processa canaliculata Leach, 1815 Gastrosaccus sanctus (Van. Beneden, 1861) Haploops dellavallei Chevreux, 1900 Ebalia cranchii Leach, 1817 Gammaropsis sp. Tuberapseudes echinatus (Sars, 1882) Goneplax rhomboides (Linnaeus, 1758) Harpinia antennaria Meinert, 1890 Hippomedon bidentatus Chevreux, 1903 Leucon sp. 2 Maera grossimana (Montagu, 1808) Perioculodes longimanus (Bate & Westwood, 1868)  Amphiura chiajei Forbes, 1843 Neocucumis marioni (Marenzeller, 1878)  Bathyarca pectunculoides (Scacchi, 1834) Thyasira alleni Carozza, 1981	Ericthonius brasiliensis (Dana, 1853) Hippomedon massiliensis bellan-Santini, 1965 Iphinoe sp. Jaxea noctuma Nardo, 1847 Philocheras bispinosus (Hailstone, 1835) Phtisica marina Slabber, 1769 Processa macrophthalma Nouvel & Holthuis, 1957 Pseudoprotella phasma (Montagu, 1804) Rissoides pallidus (Giesbrecht, 1910) Urothoe elegans (Costa, 1853)  Oestergrenia digitata (Montagu, 1815)  Kurtiella bidentata (Montagu, 1803) Modiolus barbatus (Linnaeus, 1758)



<b>Tabella 33</b> - Lista d	elle specie macrobentoniche rinvenute nella Au	tunno 2020 (A20).
Nucula sulcata (Bronn, 1831)	Cardiomya costellata (Deshayes, 1835)	Prochaetoderma raduliferum (Kowalevsky, 1901)
Hyala vitrea (Montagu, 1803)	Kellia suborbicularis (Montagu, 1803)	Fusinus cretellai Buzzurro & Russo, 2008
Abra nitida (O.F. Muller, 1776)	Saccella commutata (Philippi, 1844)	Philine catena (Montagu, 1803)
Neopycnodonte cochlear (Poli, 1795)	Timoclea ovata (Pennant, 1777)	Poromya granulata (Nyst & Westendorp, 1839)
Nucula nitidosa Winckworth, 1930	Cuspidaria rostrata (Olivi, 1792)	
Sipuncula		
Onchnesoma s. steenstrupii Koren & Danilssen, 1876	Phascolion (Phascolion) strombus strombus (Montagu, 1804)	
Golfingia (Golfingia) vulgaris vulgaris (Blainville, 1827)	Nephasoma diaphanes (Gerould, 1913)	
Cnidaria		
Anthozoa ind.		
Nemertea ind.		

Gli anellidi, rappresentati unicamente da policheti, risultano essere il gruppo dominante che con 6765 individui rappresentano il 79,9% dell'abbondanza totale. I molluschi e gli artropodi crostacei secondi e terzi in ordine di abbondanza, forniscono, rispettivamente, l'8,6% e il 7,8% di contributo, mentre i sipunculidi si fermano al 2,9%. Gli echinodermi (62 individui) non raggiungono l'1% (**Figura 15**).

Più equilibrata risulta essere la ripartizione delle specie tra i vari gruppi, sebbene anche da questo punto di vista gli anellidi policheti si confermino il taxon dominante fornendo la metà delle specie rinvenute (89 specie). Crostacei e Molluschi sono rappresentati da 43 e 29 specie, fornendo il 25% e il 17% delle specie totali, rispettivamente.

Gli echinodermi e i sipunculidi forniscono, rispettivamente, il 3% e il 2% di specie al panorama faunistico.

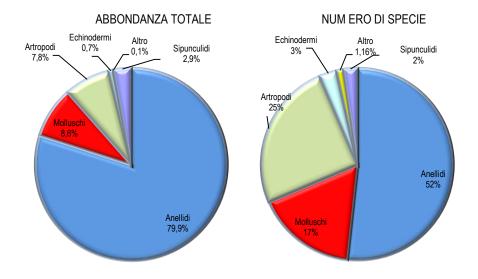


Figura 15 - Ripartizione dell'abbondanza totale e del numero di specie tra i principali taxa rinvenuti nell'autunno 2020. Altro= nemertini, cnidari.

Ai policheti appartengono le specie rinvenute col maggior numero di individui. Le prime quattro specie dominanti, sono, infatti, policheti e rappresentano più della metà dell'abbondanza totale.

Levinsenia demiri (3350 individui) è in assoluto il polichete più abbondante e da solo rappresenta quasi il 40% dell'abbondanza totale. Kirkegaardia heterochaeta seconda in ordine di abbondanza, non arriva al 7% di contributo all'abbondanza totale. Ad essa segue Paradiopatra lepta (404 individui), apportando un contributo che non raggiunge il 5% (Figura 16). Questo risultato, che conferma quanto emerso dalla fase di "bianco", dimostra che l'area è caratterizzata da un panorama faunistico dominato da poche specie molto abbondanti affiancate da un elevato numero di specie presenti con pochi individui. Infatti 158 specie (ossia 91,86% del totale) contribuiscono per meno dell'1% all'abbondanza totale. Inoltre il 14,5% delle specie è presente con un solo individuo.



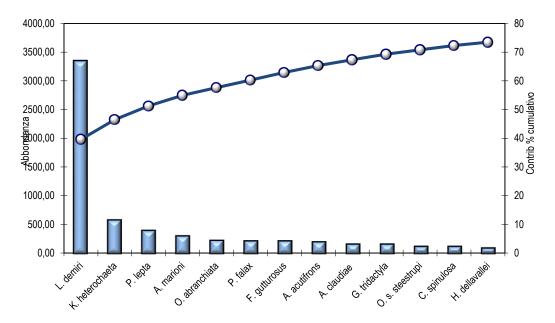


Figura 16 - Abbondanza totale e contributo percentuale cumulativo delle specie dominanti (A20).

Le specie dominanti e diffuse, fanno si che le repliche esibiscano una elevata similarità tra di loro, mai inferiore al 65% con picchi di oltre l'80%. *Levinsenia demiri* dà il contributo maggiore a tale similarità, contributo che nel caso di A20 MG4 supera il 60%.

In questa stazione, infatti, tale polichete esibisce l'abbondanza più elevata pari a 126,25±8,3 (dato medio tra repliche). Una situazione analoga si osserva in A20 MG6; anche in questo caso *L. demiri* esibisce elevati valori di abbondanza (114,8±7,4) e contribuisce alla similarità tra repliche per oltre il 40%.

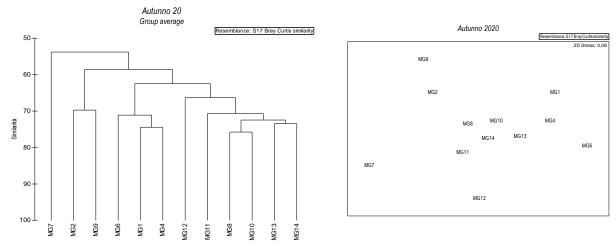
Al contrario, bassi valori di abbondanza sono stati rilevati in A20 MG7 (28±3,9). In questo caso il contributo alla similarità tra repliche non raggiunge il 30%.

Il polichete *Paradiopatra lepta* seppur molto meno abbondante di *L. demiri*, è la seconda specie che maggiormente contribuisce alla similarità tra repliche in 8 stazioni su 12, apportando comunque un contributo modesto che solo in A20 MG10 supera, e di poco, il 10%.

Queste due specie sono anche quelle che maggiormente spiegano la distribuzione dei punti nel piano di ordinamento (**Figura 17**) ottenuto dal non-Metric Multidimensional Scaling (n-MDS).

Le stazioni non distribuite nel plot in accordo alla loro posizione geografica o alla distanza dall'FSRU, rispecchiano prevalentemente, da sinistra destra, un gradiente crescente dei valori di abbondanza di *L. demiri*.

La posizione delle stazioni situate nella parte destra del plot (A20 MG4, A20 MG1 e A20 MG6) è dovuta al comportamento di *Levinsenia demiri* che mostra, in queste stazioni abbondanze più alte. Ad essa si affiancano *Ninoe armoricana* (che esibisce i maggiori valori di abbondanza in A20 MG1 e A20 MG6) e *Nucula sulcata* (che esibisce i maggiori valori di abbondanza in A12 MG13, A20 MG1 e A20 MG6). La posizione delle stazioni A20 MG7, A20 MG11, A20 MG12 è dovuta al comportamento di *Lysidice unicornis*. *Striarca lactea* spiega in particolare la posizione di A20 MG7 essendo assente in tutte le altre stazioni tranne A20 MG12.



**Figura 17 -** Risultati della cluster analysis (group average) a sinistra, piano di ordinamento ottenuto dal n-MDS, a destra. La matrice triangolare è stata ottenuta tramite l'indice di Bray-Curtis.



Anche dal punto di vista strutturale (**Tabella 34**) i parametri indagati risultano variabili da stazione a stazione. Il numero di specie medio (ossia ottenuto dopo il calcolo della media tra repliche) varia tra 30,5 minimo rilevato in A20 MG9 e 54,75, massimo osservato presso il rigassificatore (A20 MG6).

Le stazioni A20 MG2, A20 MG4, A20 MG8, A20 MG9, A20 MG10, A20 M14, nessuna delle quali è vicina all'FSRU, hanno un numero di specie più basso rispetto alla media totale (40,96±5,89). In totale il numero di specie rilevato complessivamente nelle quattro stazioni più vicine all'FSRU è pari a 135 di cui 30 esclusive ossia non rilevate nelle altre stazioni. Il numero totale di specie rilevato nelle stazioni più lontane (MG1, MG2, MG9, MG10) è 112. Poco più basso (102) è il numero di specie trovato nelle stazioni intermedie (MG4, MG8, MG11, MG14).

Analogamente al numero di specie, anche l'abbondanza totale media delle stazioni esibisce il minimo (109,7) in A20 MG9 e il massimo (314) in A20 MG6, ossia presso l'FSRU. Nel complesso, N, esibisce una elevata variabilità tra stazioni, oscillando intorno al valore medio di 176,3±55,1. Presso il Terminale (MG6, MG7, MG12, MG13) si osserva una elevata variabilità tra stazioni due delle quali, infatti, presentano un'abbondanza superiore alla media generale e 2, al contrario, inferiore.

Fra le restanti stazioni solo A20 MG4 e A20 MG1 hanno una abbondanza totale maggiore rispetto alla media. In A20 MG10 N, è pressoché uguale a tale media.

La diversità di Shannon-Weaver mostra il suo minimo in A20 MG4 (2,93) ed il massimo in A20 MG7 (4,60) con una media complessiva di 3,87±0,42. Mediamente non ci sono differenze tra le stazioni poste presso il Terminale (MG6, MG7, MG12, MG13), quelle intermedie (MG4, MG8, MG11, MG14) e quelle più lontane (MG1, MG2, MG9, MG10).

Anche la ricchezza specifica di Margalef mostra un picco presso il Terminale ossia in A20 MG6 (9,35) ed un minimo in A20 MG9 (6,27) ed ha media complessiva pari a 7,77. Nelle stazioni A20 MG6, A20 MG7, A20 MG12 questo parametro risulta maggiore rispetto a tale media, mentre in A20 MG13 risulta del tutto confrontabile. Nella quasi totalità delle altre stazioni, la ricchezza specifica risulta inferiore alla media generale. L'unica eccezione degna di nota è rappresentata da A20 MG11 (8,34).

Infine l'equitabilità oscilla tra 0,85 (A20 MG7) e 057 (A20 MG4) con un valore medio di 0,72±0,07. Mediamente non ci sono differenze tra le stazioni poste presso il Terminale (MG6, MG7, MG12, MG13), quelle intermedie (MG4, MG8, MG11, MG14) e quelle più lontane (MG1, MG2, MG9, MG10).

Nessun dato indica che presso il Terminale ci siano condizioni che comportano impoverimento del popolamento.

Tabella 34 - specifica di S			, ,							,	S), Nu	mero di i	ndividui (	N), Di	iversità
Stazioni		S			N			d		ŀ	-l'(log <sub>2</sub>	2)		J	
A20 MG1	42,00	±	4,76	223,00	±	28,47	7,58	±	0,73	3,59	±	0,26	0,67	±	0,03
A20 MG2	37,00	±	1,63	138,50	±	4,12	7,30	±	0,31	4,22	±	0,16	0,81	±	0,03
A20 MG4	35,25	±	2,63	221,25	±	8,4	6,34	±	0,48	2,93	±	0,13	0,57	±	0,02
A20 MG6	54,75	±	3,40	314,00	±	33,44	9,35	±	0,51	4,08	±	0,20	0,71	±	0,03
A20 MG7	42,50	±	3,51	126,50	±	21,32	8,58	±	0,49	4,60	±	0,07	0,85	±	0,01
A20 MG8	40,25	±	4,43	152,75	±	11,21	7,80	±	0,82	3,94	±	0,21	0,74	±	0,02
A20 MG9	30,50	±	5,00	109,75	±	13,15	6,27	±	0,91	3,76	±	0,28	0,76	±	0,02
A20 MG10	39,00	±	5,89	176,75	±	16,28	7,35	±	1,19	3,84	±	0,34	0,73	±	0,03
A20 MG11	43,50	±	4,51	163,50	±	9,26	8,34	±	0,94	4,21	±	0,21	0,77	±	0,02
A20 MG12	45,25	±	1,26	151,50	±	17,41	8,83	±	0,31	3,89	±	0,08	0,71	±	0,02
A20 MG13	41,50	±	1,29	183,75	±	17,56	7,78	±	0,36	3,50	±	0,14	0,65	±	0,03
A20 MG14	40,00	±	2,16	154,75	±	7,14	7,74	±	0,38	3,86	±	0,17	0,73	±	0,03

#### 3.2.2 Bioaccumulo

#### Metalli

Il Vanadio, non rilevato al Tempo zero, è stato quantificato nei mitili dopo l'esposizione in tutte le stazioni compresa Gorgona (**Tabella 35**). L'Arsenico, il Ferro e lo Zinco incrementano ovunque, e i secondi due maggiormente nel controllo.

Tabella 35 - Concentrazione dei metalli nei mitili. Dati relativi alla campagna A20 espressi in mg/kg. Sono riportati i dati riferiti sia alla sostanza secca (s.s.) sia al peso fresco (p.f.) in accordo alla prescrizione 13 delle Determine 2990 DVA R.D.R 0000100.04-04-2017 e 3337 DVA R.D.R 0000277.28-09-2017.

	Temp	oo zero	Stazio Pos		Stazio Pos		Stazio Pos			rione D os. 4	Stazione E (Bianco Gorgona)		
Arsenico	s.s.	p.f.	s.s.	p.f.	s.s.	p.f.	s.s.	p.f.	s.s.	p.f.	s.s.	p.f.	
	5,45	1,09	7,53	1,51	8,83	1,77	8,45	1,69	7,50	1,50	8,47	1,69	



**Tabella 35** - Concentrazione dei metalli nei mitili. Dati relativi alla campagna A20 espressi in mg/kg. Sono riportati i dati riferiti sia alla sostanza secca (s.s.) sia al peso fresco (p.f.) in accordo alla prescrizione 13 delle Determine 2990 DVA R.D.R 0000100.04-04-2017 e 3337 DVA R.D.R 0000277.28-09-2017.

	Tomr	00 70r0	Stazio	ne A	Stazio	ne B	Stazio	ne C	Staz	ione D	Staz	ione E
	remp	oo zero	Pos	s. 1	Pos	s. 2	Pos	s. 3	Po	s. 4	(Bianco	Gorgona)
Bario	1,22	0,24	1,52	0,30	1,25	0,25	1,47	0,29	1,61	0,32	4,47	0,89
Cadmio	0,34	0,068	0,48	0,10	0,55	0,11	0,51	0,10	0,51	0,10	0,54	0,11
Cromo totale	1,67	0,33	1,45	0,29	1,38	0,28	1,53	0,31	1,80	0,36	4,21	0,84
Ferro	108,54	21,71	151,34	30,27	139,53	27,91	133,15	26,63	174,53	34,91	716,40	143,28
Manganese	7,10	1,42	7,16	1,43	7,19	1,44	6,77	1,35	7,25	1,45	16,70	3,34
Mercurio	0,082	0,016	0,067	0,013	0,078	0,016	0,072	0,014	0,083	0,017	0,084	0,017
Nichel	1,71	0,34	1,69	0,34	1,63	0,33	1,62	0,32	1,77	0,35	3,73	0,75
Piombo	3,29	0,66	2,91	0,58	2,99	0,60	2,79	0,56	3,19	0,64	3,93	0,79
Rame	4,52	0,90	4,65	0,93	5,11	1,02	4,96	0,99	4,96	0,99	5,17	1,03
Vanadio	< 1,0		1,35	0,27	1,68	0,34	1,62	0,32	1,67	0,33	3,12	0,62
Zinco	160,45	32,09	197,35	39,47	177,20	35,44	173,29	34,66	232,61	46,52	271,33	54,27

### Idrocarburi totali

Naftalene

Monobutilstagno

Tributilstagno

Pirene Dibutilstagno

Gli idrocarburi C<10 sono risultati tutti inferiori al limite di rilevabilità del metodo (Tabella 36).

0,005

0,002

< 0,001

< 0,001

< 0,001

Gli idrocarburi C10-C40 sono presenti nei mitili trapiantati ma con concentrazioni inferiori o paragonabili rispetto al tempo zero.

Tabella 36 - Concentrazione degli idrocarburi totali presenti nei campioni di mitili. I dati, relativi alla campagna A20, sono espressi in mg/kg.										
	Tempo zero	Stazione A Pos. 1	Stazione B Pos. 2	Stazione C Pos. 3	Stazione D Pos. 4	Stazione E (Bianco Gorgona)				
Idrocarburi C<10 (mg/kg)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5				
Idrocarburi C10-C40 (mg/kg)	11.0	10.0	9.2	11.3	9.6	16.4				

### IPA ed composti organo stannici

Dalla **Tabella 37** si osserva una sostanziale assenza di contaminazione da IPA e composti organo stannici. I composti rilevati presentano in tutti i casi concentrazioni molto basse, per lo più prossime al limite di rilevabilità.

	Tempo zero	Stazione A	Stazione B	Stazione C	Stazione D	Stazione E (Bianco Gorgona)	
	1 6 mps 2 5 1 5	Pos. 1	Pos. 2	Pos. 3	Pos. 4		
Acenaftene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,006	< 0,001	< 0,001	
Acenaftilene	0,002	0,002	0,006	0,003	0,007	0,005	
Antracene	< 0,001	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
Benzo (a) antracene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
Benzo (a) pirene	0,005	0,005	0,005	0,010	0,011	0,005	
Benzo (b) fluorantene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
Benzo (g,h,i) perilene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
Benzo (k) fluorantene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
Crisene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
Dibenzo (a,h) antracene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
Fenantrene	0,001	0,001	0,001	0,003	0,002	0,001	
Fluorantene	0,002	0,003	0,003	0,004	0,002	0,001	
Fluorene	0,011	0,008	0,006	0,008	0,011	0,006	
Indeno (1,2,3 - c,d) pirene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	

0,004

< 0,001

< 0,001

< 0,001

< 0,001

0,008

< 0,001

< 0,001

< 0,001

< 0,001

0,006

< 0,001

< 0,001

< 0,001

< 0,001

0,003

< 0,001

< 0,001

< 0,001

< 0,001

0,005

< 0,001

< 0,001

< 0,001

< 0,001



## Cloroderivati

I risultati della ricerca dei cloroderivati sono riportati nella **Tabella 38.** Questi composti sono risultati in concentrazioni molto basse o addirittura assenti.

	Tempo zero	Stazione A Pos. 1	Stazione B Pos. 2	Stazione C Pos. 3	Stazione D Pos. 4	Stazione E (Bianco Gorgona)
Acidi Aloacetici						
Dalapon	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Acido Dibromoacetico	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Acido Tribromoacetico	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Acido Monobromoacetico	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Acido Bromodicloroacetico	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Acido Bromocloroacetico	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Acido Dicloroacetico	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Acido Tricloroacetico	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Acido Monocloroacetico	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Acido Clorodibromoacetico	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Fenoli						
2,4,6-tricloro fenolo	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
2,4-dicloro fenolo	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
4-cloro-3-metl fenolo	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
pentacloro fenolo	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
V.O.C.						
1,1,1-Tricloro Etano	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
1,1,2-Tricloro Etano	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Bromo Dicloro Metano	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Bromoformio	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Carbonio Tetracloruro	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Cloroformio	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Dibromo Cloro Metano	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Tetracloro Etilene	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
Tricloro Etilene	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
1,2,3-Tricloro propano	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
1,2-Dibromo Etano	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
Dibromoacetonitrile	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8
Tricloroacetonitrile	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5

# Analisi microbiologiche

Non si rileva presenza di contaminazione fecale (Tabella 39).

Tabella 39 - Risultati delle anali	Tabella 39 - Risultati delle analisi microbiologiche effettuate sui campioni di mitili. I dati, relativi alla campagna A20, sono espressi in ufc/g.											
	Tempo zero	Stazione A Pos. 1	Stazione B Pos. 2	Stazione C Pos. 3	Stazione D Pos. 4	Stazione E (Bianco Gorgona)						
Coliformi fecali	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10						
Streptococchi fecali (enterococchi)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10						
Coliformi totali	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10						



#### 3.2.3 Biomarkers

### **Neutral Red Retention Time (NRRT)**

L'analisi del Neutral Red Retention Time ha evidenziato alcune differenze significative tra i mitili di controllo (Stazione E – Gorgona) e quelli posizionati presso una delle stazioni di monitoraggio del Terminale FSRU (Stazione A – Pos.1). Infatti, il tempo di ritenzione del colorante, indicatore del livello di stabilità lisosomale, è risultato in questo caso inferiore a 43 minuti, mentre è risultato superiore a circa 90 minuti in ogni altro sito di indagine, tranne che negli emociti dei mitili provenienti dall'acquacoltura (Tempo zero), che probabilmente hanno recuperato durante il trapianto all'Isola di Gorgona (**Figura 18**).

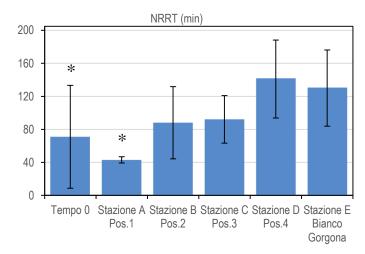


Figura 18 - Valutazione del danno cellulare mediante la misura del tempo di ritenzione del colorante vitale Rosso Neutro (NRRT) nei lisosomi degli emociti di mitilo. Valori alti del tempo di ritenzione corrispondono ad una maggiore integrità.

### **Comet Assay**

I risultati relativi alla valutazione del grado di integrità della molecola di DNA nelle cellule branchiali di mitilo non mostrano alcun decremento significativo rispetto ai valori del controllo (Stazione E-Gorgona), in termini di danno genetico, in nessuna delle quattro stazioni di monitoraggio, suggerendo quindi una assenza di impatto da parte delle attività del Terminale FSRU (**Figura 19**).

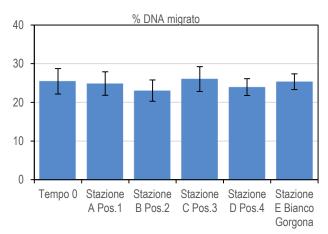


Figura 19- Valutazione del grado di integrità del DNA mediante Comet assay. Valori elevati della percentuale di DNA migrato corrispondono ad una maggiore entità del danno.

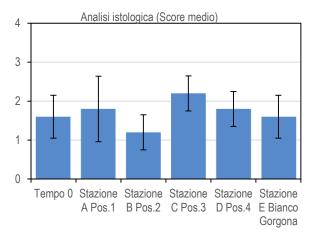


Figura 20 - Analisi istologica delle branchie di mitilo. Il parametro rappresentato nel grafico è il punteggio medio (score) per ciascuna delle stazioni indagate. La scala va da 1 a 5; il punteggio 1 indica una condizione di integrità mentre il punteggio 5 indica una forte compromissione della struttura dei filamenti branchiali.



# Analisi istologia del tessuto branchiale.

L'analisi istologica dell'epitelio branchiale dei mitili traslocati presso il Terminale FSRU ha mostrato una normale morfologia nelle quattro stazioni indagate (**Tabella 40, Figura 20**). Non sono infatti state rilevate differenze statisticamente significative tra le stazioni monitorate presso il terminale e quella di controllo (Stazione E – Gorgona). Le condizioni dell'epitelio branchiale hanno rilevato inoltre condizioni paragonabili a quelle dei mitili del Tempo zero.

	Tabella 40 - Analisi istologica. Lo score indica lo stato dell'epitelio branchiale secondo la seguente scala 1, normale morfologia epitelio branchiale;
	2, lieve riduzione dello spessore dell'epitelio branchiale e dello sviluppo delle ciglia; 3, marcata riduzione dello spessore dell'epitelio e delle ciglia;
	4, erosione dell'epitelio branchiale e dello sviluppo ciliare; 5, destrutturazione dei filamenti con estesa erosione dell'epitelio branchiale ed assenza
ı	delle ciglia.

Stazione	I	II	III	IV	V
Mitili tempo zero	1	1	2	2	2
Stazione A (Pos. 1)	1	3	1	2	2
Stazione B (Pos. 2)	1	1	1	2	1
Stazione C (Pos. 3	2	3	2	2	2
Stazione D (Pos. 4)	2	1	2	2	2
Stazione E (Bianco Gorgona)	2	2	2	1	1

La campagna autunnale 2020 (A-20), relativamente ai risultati complessivi dei biomarker selezionati, non ha mostrato sostanziali alterazioni a carico dei mitili trapiantati lungo il Terminale FSRU rispetto sia a quelli di controllo (Stazione E - Gorgona) che del Tempo zero. L'unico valore a discostarsi è relativo al Neutral Red Retention Time, il quale ha evidenziato un'alterazione della stabilità lisosomiale a carico degli organismi trapiantati nel sito A (Pos.1). Tale alterazione puntiforme, comunque, non sembra essere attribuibile all'attività del rigassificatore in quanto non è stata corroborata dai risultati degli altri due test effettuati sui mitili; trattandosi di un test molto sensibile, potrebbe essere attribuibile a temporanee condizioni metereologiche non favorevoli. Quindi, relativamente ai biomarker indagati (stabilità lisosomiale, integrità del DNA e valutazione istologica), è possibile dedurre una sostanziale assenza di impatto da parte del Terminale FSRU nel periodo di riferimento.

## 3.2.4 Cetacei e tartarughe marine

Per questa indagine relativa all'Autunno 2020 sono stati effettuati i seguenti percorsi: 65 km per il cerchio alla distanza di 6 nm dal Terminale per un totale di 420 min di avvistamento; 33 km per il cerchio alla distanza di 3nm dal Terminale per un totale di 240 min di avvistamento; 5,5 km per il cerchio alla distanza di 1 nm dal Terminale per un totale di 90 min di avvistamento. In totale per il solo avvistamento di cetacei è stato effettuato uno sforzo pari a 102,5 km per un tempo totale di 780 min.

In Figura 21 sono riportate le rotte percorse per il monitoraggio visivo Autunno 2020 (A20).

E' stato effettuato n°1 avvistamento: in data 14.12.2020 posizione Latitudine 43° 43' 58" N e Longitudine 010° 04' 55" E, in totale 5 delfini appartenenti alla specie tursiope (*Tursiops truncatus*) a 6,1nm in posizione NE dal Terminale (**Foto 1 e Foto 2**). Nessun avvistamento di tartarughe.



Foto 1. Gruppo di tursiopi, sullo sfondo FSRU Toscana.

Foto 2. Tursiopi.



Figura 21 - Rotte effettuate per il monitoraggio visivo, acustico e bioacustico condotto in Autunno 2020 (A20).

## 3.3 Indagini generali

## 3.3.1 Bioacustica

I transetti di bioacustica sono stati effettuati in data 13 novembre. Seguendo tali transetti, su rotte prefissate, è stato effettuato l'ascolto in continuum dell'ambiente marino attraverso specifico idrofono dedicato. Tale strumento è stato trainato ad una distanza di 30m secondo una delle due modalità da effettuare: a motore al minimo di velocità (2-3knt) in quanto in assenza di vento (la seconda modalità prevede la traina dell'idrofono ma a vela, sempre ad una velocità di 2-3knt ed in presenza di vento con direzione idonea ad effettuare i transetti). Questo al fine di rendere l'ascolto il più possibile non inquinato dai rumori dell'imbarcazione e ascoltare prevalentemente il rumore ambientale.

La fase di ascolto è stata effettuata da biologi marini esperti in bioacustica che si sono alternati alla postazione del computer e all'osservazione con binocolo. L'operatore al computer è rimasto in ascolto tramite cuffie per tutto il tempo delle misure ed ha osservato contemporaneamente il video dove, tramite un software dedicato, viene visualizzato il risultato dell'ascolto/registrazione dei suoni ambientali. L'ascolto è stato effettuato ad una sampling rate di 48.000 Hz e visualizzazione di 24.000 Hz che rappresenta l'intervallo ottimale di vocalizzazione e comunicazione dei tursiopi (i cetacei residenti in questa area Santuario Pelagos). Il protocollo di ascolto in presenza prevede che in caso di percezione diretta (il suono biologico, fischio o clik, viene distintamente udito) e/o contemporanea osservazione visiva sullo spettrogramma di "segni marcati" (un esempio è riportato in anche in assenza di suono udito), l'operatore deve far partire la registrazione per tutto il tempo della durata del suono biologico.

I transetti per la campagna del 2 aprile, della lunghezza totale di circa 16 km, sono stati percorsi in circa 210 min che rappresentano il tempo totale di ascolto.

Durante questo intervallo di tempo nessun suono biologico è stato rilevato.

Di seguito riportiamo un frame di spettro che rappresenta quanto osservato/ascoltato durante i transetti dove si può osservare l'assenza di segni marcati.



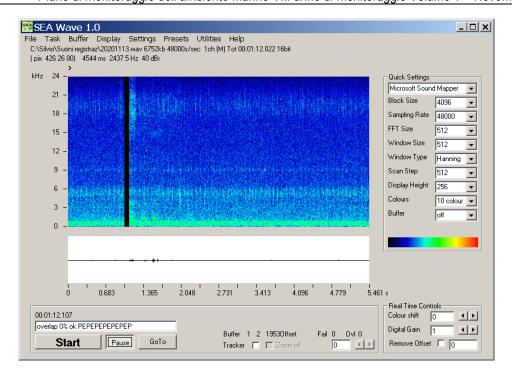


Figura 22 - Frame di registrazione del 13.11.2020.

In **Figura 22** un estratto rappresentativo di 5 sec del periodo di ascolto del 13 novembre, sono presenti rumori ambientali non identificabili nel sonogramma e nella parte bassa dello spettro fino a 6kHz, mentre durante tutta la fase di osservazione/ascolto non sono stati osservati/ascoltati suoni biologici.



## 4 RISULTATI SURVEY INVERNO 2021

## 4.1 Colonna d'acqua

### 4.1.1 Profili idrologici

Nel survey condotto in inverno 2021 (**Figura 23**) la colonna d'acqua risulta completamente omogenea e presenta valori di 14,3 °C fatta eccezione per gli ultimi 10 metri dal fondo in cui i valori diminuiscono leggermente fino ad arrivare a 14 °C. I profili di **salinità** risultano costanti dalla superficie al fondo con valori di 38 ppt. I profili di **pH** mostrano andamenti costanti su tutta la colonna d'acqua (8,2). La **torbidità** presenta valori intorno a 0,6 NTU dalla superficie fino a 110 m per poi aumentare leggermente fino a 1 NTU sul fondo.

L'ossigeno disciolto presenta valori compresi fra 94% e 96% (Figura 24) di saturazione in superficie che diminuiscono gradatamente fino ad arrivare a valori compresi fra 87 e 90 % di saturazione sul fondo. La clorofilla presenta un massimo sottosuperficiale alla profondità di 40 m con un valore pari a circa 0,4 µg/l mentre i valori più bassi prossimi allo 0 si trovano in superficie e sul fondo. I valori di ORP sono omogenei su tutta la colonna d'acqua con valori compresi fra 175 e 230 mV.

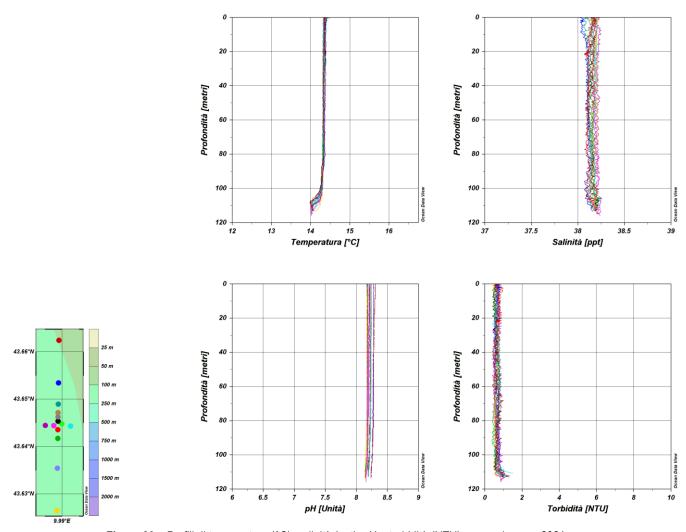


Figura 23 – Profili di temperatura (°C), salinità (ppt), pH e torbidità (NTU); survey inverno 2021.



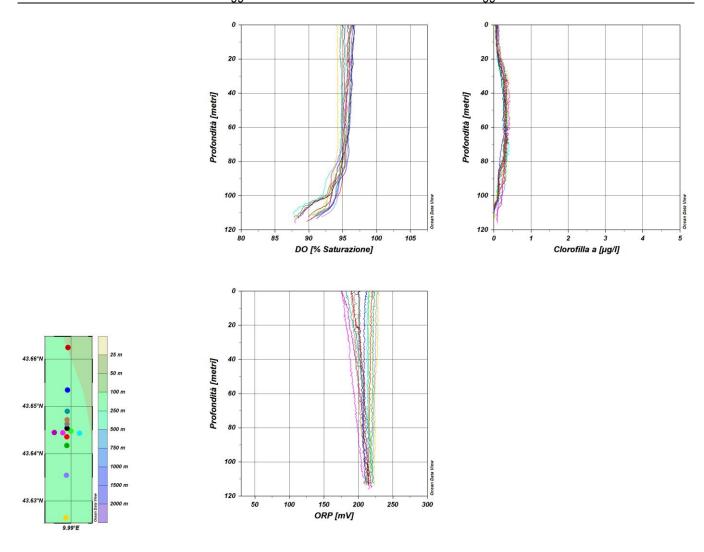


Figura 24 – Profili di ossigeno disciolto (% saturazione), clorofilla (µg/l), e potenziale di ossidoriduzione (mV); survey inverno 2021.

## Misure di irradianza e irradianza spettrale

In **Figura 25** sono mostrati i profili di irradianza PAR (Photosynthetic Available Radiation) sottomarina normalizzati rispetto a quella contemporanea superficiale alle stazioni I21 MG7 e I21 MG10. La profondità della zona eufotica ( $Z_{eu}$ ) nei due punti è rispettivamente 56 m e 58 m mentre, in generale, la  $Z_{eu}$  ha mostrato una variazione piuttosto limitata compresa tra un minimo di 54,5 m (I21 MG6) ed un massimo di 60 m alla I21 MG5.

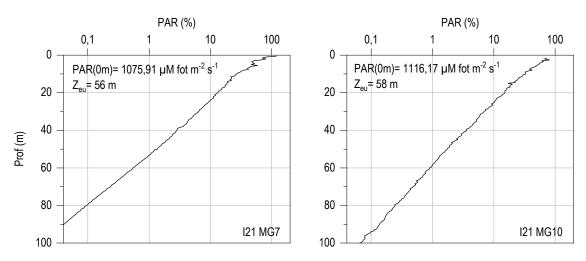


Figura 25 - Profilo del rapporto fra l'irradianza quantica PAR (Photosynthetic Available Radiation) disponibile alle varie profondità con quella contemporanea in superficie, PAR (0 m), nelle stazioni I21 MG7 e I21 MG10.

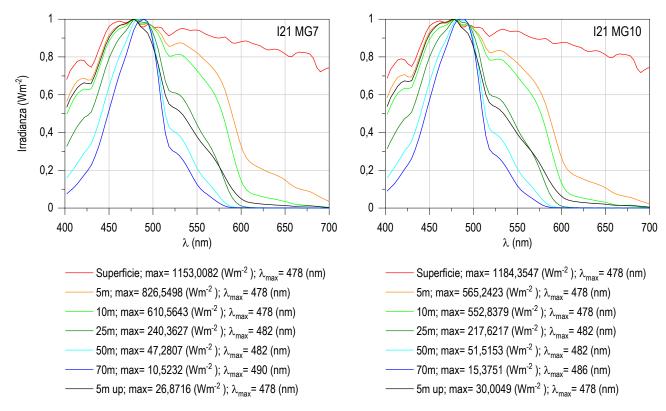


Figura 26 - Irradianza spettrale discendente superficiale e subacquea alle profondità indicate. E' inoltre riportata la irradianza spettrale ascendente a 5 m (5m up). Ogni spettro è stato normalizzato per il proprio massimo ( $E_{max}(\lambda)$ ) riportato nella legenda insieme con la lunghezza d'onda dove si colloca ( $\lambda_{max}$ ).

In **Figura 26** sono riportati gli spettri della irradianza discendente tra 400 e 700 nm in superficie e alle varie profondità insieme con quelli della irradianza ascendente a 5 m, tutti normalizzati per i loro massimi, in I21 MG7 e I21 MG10. I massimi ( $\lambda_{max}$ ) degli spettri dell'irradianza discendente si collocano nel range di lunghezze d'onda comprese fra 478 e 490 nm. La radiazione che raggiunge la maggior profondità, ovvero quella più penetrante ( $\lambda_{max}$  a 70 m), si trova a 490 nm alla I21 MG7 e a 486 nm alla I21 MG10. I valori di  $Z_{eu}$ , le forme degli spettri alle diverse profondità e i loro massimi si collocano nell'ambito di quelli misurati nelle precedenti campagne e non si evidenziano anomalie dovute alla presenza del Terminale.



## 4.1.2 Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche

## Nutrienti inorganici disciolti

In Tabella 15 sono riportate le concentrazioni di nitriti (NO<sub>2</sub>), nitrati (NO<sub>3</sub>), ortofosfati (PO<sub>4</sub>), silicati (SiO<sub>2</sub>), rilevate nelle 8 stazionii campionate.

			Tabella	<b>41</b> - Concer	ntrazioni (µl	M) dei nutrient	i inorganici di	sciolti.			
Stazione	Prof. m	SiO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	Stazione	Prof. m	SiO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>
	0,5	1,581	0,032	0,293	0,643		0,5	1,455	0,090	0,368	0,583
104 MO2	12,5	1,347	0,033	0,259	0,417	124 MC0	12,5	1,367	0,086	0,291	0,587
121 MG3	50	1,347	0,031	0,311	0,334	121 MG9	50	1,540	0,033	0,295	0,504
	70	1,441	0,030	0,394	0,498		70	1,407	0,050	0,324	0,498
	0,5	1,467	0,051	0,221	0,363		0,5	1,367	<0,03	0,266	0,309
121 MG5	12,5	1,379	0,041	0,239	0,328	104 MC40	12,5	1,422	0,075	0,278	0,274
	50	1,426	0,044	0,232	0,298	121 MG10	50	1,344	0,036	0,294	0,364
	70	1,483	0,042	0,482	0,487		70	1,326	0,050	0,255	0,360
	0,5	1,355	<0,03	0,228	0,372		0,5	1,224	0,054	0,335	0,319
IO4 MOC	12,5	1,504	0,044	0,271	0,534	104 MC40	12,5	1,508	0,032	0,203	0,367
121 MG6	50	1,311	<0,03	0,300	0,429	121 MG12	50	1,352	0,037	0,239	0,312
	70	1,458	0,030	0,353	0,478		70	1,373	0,044	0,414	0,570
	0,5	1,430	0,035	0,287	0,699		0,5	1,443	0,042	0,226	0,433
121 MG7	12,5	1,494	<0,03	0,205	0,413	I21 MG13	12,5	1,340	0,048	0,232	0,457
IZ I WIG <i>i</i>	50	1,507	0,030	0,332	0,296	IZI WIG 13	50	1,501	0,039	0,305	0,534
	70	1,388	0,032	0,337	0,397		70	1,488	<0,03	0,329	0,613

Le concentrazioni nutritizie (**Tabella 41**) rilevate nel corso della campagna I21 presentano valori in accordo con quanto rilevato nelle campagne invernali degli anni precedenti, come evidenziato dalle medie generali (NO<sub>2</sub> 0,292 μM, NO<sub>3</sub> 0,432 μM, SiO<sub>2</sub> 1,422 μM, PO<sub>4</sub> 0,041 μM) e relativamente omogenei lungo la colonna d'acqua (**Figura 27**), in accordo con le condizioni di omogeneità termoalina. I fosfati mostrano sempre una maggiore variabilità stagionale nell'entità delle concentrazioni, spesso al limite di rilevabilità del metodo. Le concentrazioni dei nitriti variano nel range 0,203-0,482 μM con i valori più alti alle profondità maggiori (**Figura 27**). Anche i nitrati presentano una distribuzione verticale sostanzialmente omogenea, fino ad un massimo di circa 0,7 μM in superficie (I21 MG7). I fosfati presentano un massimo nello strato 0,5 – 12,5m in I21 MG9, ma generalmente hanno concentrazioni basse che si mantengono dalla superficie alle maggiori profondità. I silicati infine variano in un range ristretto, tra 1,224 e 1,581 μM con andamento molto omogeneo tra le diverse profondità. Non si evidenziano differenze fra le stazioni.



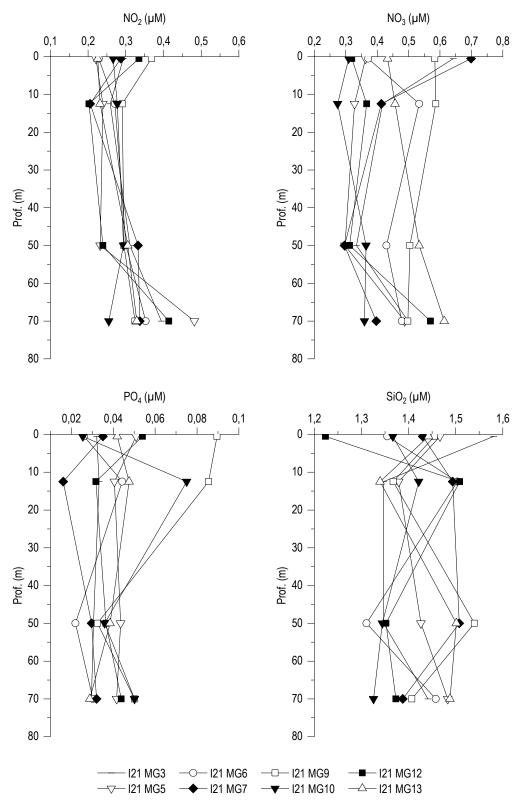


Figura 27 - Profili delle concentrazioni (µM) dei nutrienti inorganici disciolti: NO2 (nitriti), NO3 (nitrati), PO4 (fosfati), SiO2 (silicati).



## Solidi sospesi (Total Suspended Matter)

Le concentrazioni di TSM in tutte le stazioni sono riportate in **Tabella 42**. Il valore medio generale è 1,35 mg/l (± 0,806), il minimo è 0,58 mg/l in I21 MG5 a 50 m ed il massimo è 3,74 mg/l in I21 MG9 a 70 m. Non si riscontrano anomalie nelle concentrazioni.

	Tabella 42 - Con	centrazioni (mg/l) dei	solidi sospesi (TSM	l).
Prof. m	Stazione	TSM (mg/l)	Stazione	TSM (mg/l)
0,5		0,979		2,478
12,5	121 MG3	0,922	I21 MG9	1,906
50	IZT WIGS	0,682	121 WIG9	0,722
70		1,256		3,742
0,5		1,354		1,758
12,5	121 MG5	1,118	I21 MG10	1,346
50	IZT WIG5	0,583	IZT WIG TO	0,712
70		2,581		3,643
0,5		1,010		1,310
12,5	121 MG6	1,038	I21 MG12	0,897
50	121 WIGO	0,720	IZT WIG IZ	0,597
70		1,118		2,458
0,5		1,082		0,903
12,5	121 MG7	1,105	I21 MG13	1,036
50	IZI WIG!	0,919	IZI WIGIS	0,779
70		1,271		1,106

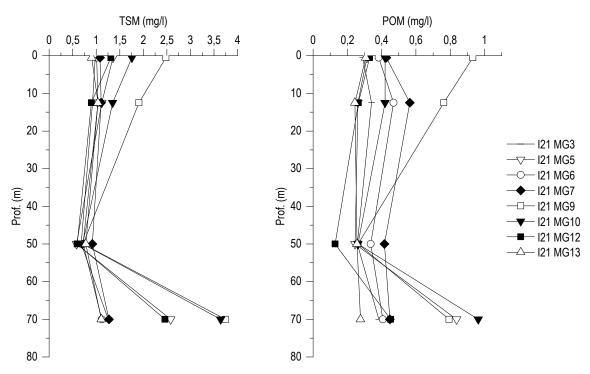


Figura 28 - Profili delle concentrazioni (mg/l) dei solidi sospesi (TSM) e delle concentrazioni di particellato organico (POM).

I profili batimetrici di TSM (**Figura 28**) sono molto simili tra i vari punti di campionamento e mostrano concentrazioni minime a 50m e massimei a 70m. La concentrazione della frazione organica del TSM (POM) è in media 0,42 mg/l (± 0,213) con minimo di 0,129 mg/l in I21 MG12 50m e massimo di 0,96 mg/l in I21 MG10 70m, rappresentando in media il 33% del TSM (tra 18,4% in I21 MG12 70m e 51,1% in I21 MG7 12,5m.



I profili batimetrici del POM (**Figura 28**) seguono l'andamento del particellato totale (TSM), con minimi a 50m (solo I21 MG13 mostra minimo a 12,5m) e massimi sia in superficie che a 70m. Non si evidenziano anomalie nelle concentrazioni.

## Sostanza Organica Disciolta Cromoforica (CDOM)

Gli assorbimenti della CDOM a 325 nm acdom(325) sono in media 0,266 m<sup>-1</sup> (± 0,04) e variano da un minimo di 0,216 m<sup>-1</sup> (I21 MG7 70m) ad un massimo di 0,359 m<sup>-1</sup> (I21 MG6 12,5m) (**Tabella 43**). I profili batimetrici (**Figura 29**) presentano variazioni non significative tra le varie profondità e scarse differenze tra la superficie e i campioni profondi.

Tabella	a 43 - Assorbiment	to (m <sup>-1</sup> ) della CDOM alla	lunghezza d'onda	a di 325 nm.
Prof. m	Stazione	асром(325) m <sup>-1</sup>	Stazione	асром(325) m <sup>-1</sup>
0,5		0,271		0,317
12,5	I21 MG3	0,309	121 MG9	0,322
50	121 WIGS	0,279	121 WIGS	0,238
70		0,224		0,284
0,5		0,230		0,227
12,5	I21 MG5	0,258	I21 MG10	0,218
50	121 WIGS	0,224		0,239
70		0,232		0,228
0,5		0,278		0,328
12,5	124 MCG	0,360	124 MC42	0,235
50	I21 MG6	0,319	I21 MG12	0,247
70		0,246		0,264
0,5		0,253		0,311
12,5	I21 MG7	0,258	I21 MG13	0,243
50	121 14/07	0,233	IZI WIGIS	0,318
70		0,215		0,315

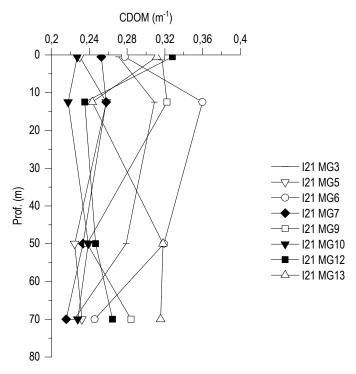


Figura 29 - Profili degli assorbimenti (m-1) della CDOM a 325 nm (acdom(325)).



# Clorofilla a e diversità pigmentaria

Le concentrazioni di clorofilla *a* **Tabella 44** variano tra circa 0,16 (I21 MG12 70m) e circa 0,5 mg/m³ (I21 MG3 70m), con una media di 0,381 mg/m³, in linea con le concentrazioni delle precedenti campagne invernali. Lungo il profilo verticale si ha poca variazione, anche in questo caso coerente con la situazione termoalina, con una maggiore variabilità a 0,5 e 10m (**Figura 30**) ma queste differenze non rilevano anomalie tra le diverse stazioni.

<b>Tabella 44</b> - Con a + Alloclorofilla		) della Clorofilla a totale	e (Chl a tot = Clorofi	lla a + Divinil Clorofilla
Prof. m	Stazione	Chl a mg/m <sup>3</sup>	Stazione	Chl a mg/m <sup>3</sup>
0,5		0,3813		0,3664
12,5	124 MC2	0,4069	124 MC0	0,3748
50	121 MG3	0,4502	I21 MG9	0,3911
70		0,4993		0,3804
0,5		0,2337		0,3182
12,5	121 MG5	0,4020	I21 MG10	0,3632
50	121 WIGS	0,4159	IZT WIGTO	0,3929
70		0,4330		0,3168
0,5		0,3644		0,3758
12,5	121 MG6	0,3944	I21 MG12	0,3611
50	121 WIGO	0,4287	IZT WIGTZ	0,3842
70		0,4033		0,1597
0,5		0,4580		0,3743
12,5	121 MG7	0,3730	I21 MG13	0,4310
50	121 WIG7	0,4689	IZI WIGIS	0,4284
70		0,3440		0,3094

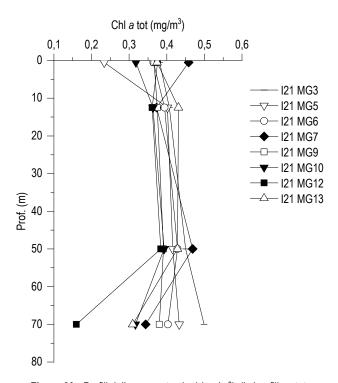


Figura 30 - Profili delle concentrazioni (mg/m³) di clorofilla a tot.



	Tabella	45 - Concent	razioni (mg/r	m³) dei princip	ali pigmenti d	iagnostici fito	planctonici (a	acronimi in Ta	abella 7).	
Stazione	Prof.m	Fuco	Perid	Hex-Fuco	But-Fuco	Prasino	Allo	Zea	DVA	Chl b
	0,5	0,0229	0,0155	0,1502	0,0439	0,0183	0,0068	0,0463	0,0304	0,0411
104 MO2	12,5	0,0206	0,0153	0,1273	0,0407	0,0079	0,0052	0,0493	0,0298	0,0403
I21 MG3	50	0,0241	0,0156	0,1648	0,0536	0,0098	0,0075	0,0381	0,0373	0,0575
	70	0,0395	0,0149	0,1723	0,0558	0,0150	0,0069	0,0314	0,0291	0,0703
	0,5	0,0163	0,0161	0,0657	0,0344	0,0105	0,0038	0,0210	0,0176	0,0493
104 MOE	12,5	0,0247	0,0175	0,1518	0,0492	0,0060	0,0063	0,0447	0,0247	0,0432
121 MG5	50	0,0206	0,0169	0,1449	0,0490	0,0082	0,0047	0,0383	0,0309	0,0590
	70	0,0277	0,0162	0,1707	0,0538	0,0078	0,0065	0,0493	0,0295	0,0483
	0,5	0,0189	0,0156	0,1217	0,0360	0,0083	0,0045	0,0447	0,0266	0,0514
IO4 MCC	12,5	0,0221	0,0165	0,1351	0,0456	0,0072	0,0053	0,0406	0,0313	0,0466
121 MG6	50	0,0229	0,0165	0,1528	0,0506	0,0106	0,0075	0,0381	0,0310	0,0499
	70	0,0345	0,0175	0,1403	0,0514	0,0105	0,0068	0,0311	0,0252	0,0553
	0,5	0,0211	0,0156	0,1338	0,0404	0,0094	0,0101	0,0522	0,0346	0,0473
104 1407	12,5	0,0224	0,0144	0,1248	0,0435	0,0061	0,0110	0,0114	0,0293	0,0456
121 MG7	50	0,0373	0,0143	0,1716	0,0519	0,0110	0,0069	0,0375	0,0278	0,0528
	70	0,0342	0,0159	0,0920	0,0309	0,0116	0,0028	0,0273	0,0240	0,0613
	0,5	0,0197	0,0160	0,1565	0,0479	0,0081	0,0048	0,0394	0,0302	0,0419
104 1400	12,5	0,0214	0,0182	0,1609	0,0499	0,0081	0,0048	0,0445	0,0260	0,0433
121 MG9	50	0,0223	0,0148	0,1625	0,0535	0,0085	0,0052	0,0373	0,0363	0,0576
	70	0,0189	0,0187	0,1556	0,0467	0,0094	0,0040	0,0349	0,0341	0,0511
	0,5	0,0222	0,0173	0,1270	0,0490	0,0066	0,0050	0,0410	0,0274	0,0427
104 14040	12,5	0,0280	0,0171	0,1352	0,0503	0,0066	0,0043	0,0411	0,0323	0,0541
I21 MG10	50	0,0241	0,0163	0,1678	0,0519	0,0068	0,0043	0,0386	0,0319	0,0479
	70	0,0192	0,0163	0,1412	0,0400	0,0066	0,0035	0,0324	0,0243	0,0433
	0,5	0,0222	0,0164	0,1422	0,0442	0,0063	0,0056	0,0468	0,0219	0,0362
124 MC42	12,5	0,0196	0,0157	0,1242	0,0376	0,0062	0,0043	0,0501	0,0217	0,0374
I21 MG12	50	0,0220	0,0146	0,1334	0,0442	0,0071	0,0048	0,0454	0,0239	0,0503
	70	0,0139	0,0171	0,0532	0,0248	0,0068	0,0026	0,0165	0,0095	0,0357
	0,5	0,0231	0,0154	0,1497	0,0433	0,0068	0,0049	0,0463	0,0217	0,0376
104 MO40	12,5	0,0255	0,0148	0,1585	0,0504	0,0075	0,0050	0,0493	0,0281	0,0516
I21 MG13	50	0,0220	0,0146	0,1384	0,0436	0,0065	0,0030	0,0490	0,0324	0,0420
	70	0,0236	0,0156	0,1361	0,0473	0,0093	0,0046	0,0479	0,0196	0,0400

In **Tabella 45** sono riportate le concentrazioni dei nove pigmenti diagnostici. Il pigmento mediamente dominante è Hex-fuco (0,14 mg/m³) che contribuisce per circa il 39% alla diversità pigmentaria totale, come evidenziato anche dalla sua generale dominanza a tutte le profondità nelle diverse stazioni (**Figura 31**). Gli altri pigmenti presentano concentrazioni di uno o due ordini di grandezza più bassi, particolarmente Allo, Perid e Fuco, e contributi massimi intorno al 13% di But-Fuco e Chl b (**Figura 31**). I pigmenti diagnostici della frazione picoplanctonica (Zea e DVA) sono invece maggiormente presenti, con in media circa il 19% di contributo che non si differenzia tra acque più superficiali e profonde, come invece tipico della stagione estiva in condizioni di stratificazione, in questo caso assente. La rappresentazione della diversità pigmentaria (**Figura 31**) non fa emergere differenze ma una distribuzione dei contributi relativi che si ripete nelle diverse stazioni, senza alcuna anomalia di comportamento.



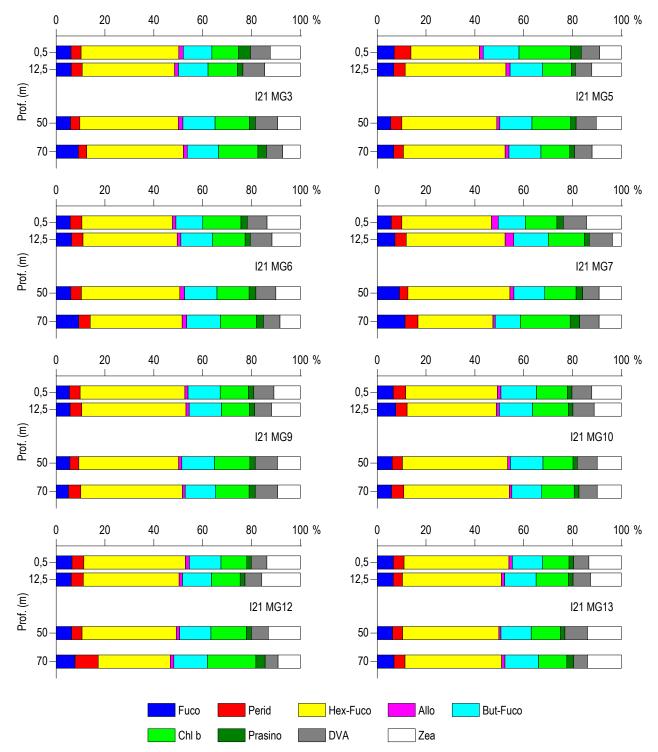


Figura 31 – Concentrazione relativa dei singoli pigmenti diagnostici in rapporto al totale delle concentrazioni dei nove Pigmenti Diagnostici (PD= Fuco+Perid+Hex-Fuco+But-Fuco+Allo+Prasino+Chlb+DVA+Zea).

## Tensioattivi

Le concentrazioni dei tensioattivi (Tabella 46) risultano al di sotto del limite di quantificazione della metodica in tutti i campioni.



Tabella 46 - Concentrazione tensiotattivi anionici e tensioattivi non ionici presenti nei campioni di acqua di mare lungo il profilo batimetrico. Le profondità sono espresse in metri. I dati sono espressi in milligrammi/litro. 121 MG3 121 MG5 121 MG6 121 MG7 Profondità 12,5 50 70 0,5 12,5 50 70 0,5 12,5 50 70 0,5 12,5 50 70 0,5 tensioattivi anionici < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,03 < 0,03 < 0,03 < 0,03 < 0,03 < 0,03 < 0,03 < 0,03 < 0,03 < 0,03 < 0,03 < 0,03 tensioattivi non ionici < 0,03 < 0,03 < 0,03 < 0,03 121 MG9 121 MG10 121 MG12 **I21 MG13** Profondità 0,5 12,5 50 70 0,5 12,5 50 70 0,5 12,5 50 70 0,5 12,5 70 tensioattivi anionici < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05 tensioattivi non ionici < 0,03 < 0,03 < 0,03 < 0,03 < 0,03 < 0,03 < 0,03 < 0,03 < 0,03 < 0,03 < 0,03 < 0,03 < 0,03 < 0,03 < 0,03 < 0,03

## Cloroderivati

I risultati della ricerca dei cloroderivati sono riportati nella **Tabella 47**. Questi composti sono generalmente bassi (Alometani e VOC) o inferiori al limite di quantificazione.

Tabella	<b>a 47</b> - Co	ncentra	zione de	i clorod	erivati ne	elle acqı	ue. I live	lli indica	ino la pro	ofondità	di prelie	vo del c	ampione	Э.		
		<b>I21</b>	MG3			<b>I21</b>	MG5			I21 I	MG6			121	MG7	
Profondità (m)	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70	0,5	12,5	50	70
Acidi aloacetici (µg/l)																
Dalapon	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Acido Dibromoacetico	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Acido Tribromoacetico	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Acido Monobromoacetico	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Acido Bromodicloroacetico	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Acido Bromocloroacetico	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Acido Dicloroacetico	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Acido Tricloroacetico	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Acido Monocloroacetico	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Acido Clorodibromoacetico	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Aloacetonitrili (µg/l)							-		-	-			-			
Dibromoacetonitrile	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Dicloroacetonitrile	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0,05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Tricloroacetonitrile	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
1,1,1-Tricloro-2-Propanone	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0,2	< 0.2	< 0,2
1,1-Dicloro-2-Propanone	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Cloropicrina	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Alometani e VOC (µg/l)					-				-			-	-	-	· ·	
Cloroformio	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Carbonio Tetracloruro	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0,016	0.022	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0,024	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.023	0.015	0.011
Tricloro Etilene	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Dicloro Bromo Metano	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Tetracloro Etilene	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Dibromo Cloro Metano	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Bromoformio	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0,036	0.021	0.014	0,013	0.013	0.018	0.024	0.011	< 0.01	< 0.01	0.011	0.011
1.2-Dibromo Etano	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
1,1,1-Tricloro Etano	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.016	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0,014	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0,014	< 0.01	0,017
1,1,2-Tricloro Etano	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Alofenoli (µg/l)																
2,4-Diclorofenolo	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
4-Cloro-3-Metilfenolo	< 0.2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0.2	< 0,2
2,4,6-Triclorofenolo	< 0.2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0.2	< 0,2
Pentaclorofenolo	< 0.2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0.2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0.2
	-,-	121	- ,	-,-	-,-	-,	/IG10	-,-	-,-	I21 N	- /	-,-	-,-	-,	/IG13	-,-
Profondità (m)	0.5	12.5	50	70	0.5	12.5	50	70	0.5	12.5	50	70	0.5	12.5	50	70
Acidi aloacetici (µg/l)	3,0	,0		. •	-,•	,0		. •	-,0	,0		. •	-,•	,0		. •
Dalapon	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Acido Dibromoacetico	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0,5
Acido Tribromoacetico	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2,0
AGGO THISTOTHOUGOUTOU	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0



Tabell	<b>a 47</b> - Co	ncentraz	zione de	i clorode	erivati ne	elle acqu	ue. I live	Ili indica	no la pro	ofondità	di prelie	vo del c	ampione	ə.		
Acido Monobromoacetico	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Acido Bromodicloroacetico	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Acido Bromocloroacetico	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Acido Dicloroacetico	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Acido Tricloroacetico	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Acido Monocloroacetico	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Acido Clorodibromoacetico	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Aloacetonitrili (μg/l)																
Dibromoacetonitrile	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Dicloroacetonitrile	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tricloroacetonitrile	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1,1-Tricloro-2-Propanone	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
1,1-Dicloro-2-Propanone	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Cloropicrina	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Alometani e VOC (µg/l)																
Cloroformio	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Carbonio Tetracloruro	< 0.01	< 0.01	0,018	0,021	0,019	0,019	0,013	0,020	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Tricloro Etilene	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Dicloro Bromo Metano	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Tetracloro Etilene	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Dibromo Cloro Metano	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Bromoformio	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0,039	< 0.01	0,011	< 0.01	0,011	0,015	0,015
1,2-Dibromo Etano	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
1,1,1-Tricloro Etano	0,011	< 0.01	0,013	0,014	0,017	< 0.01	0,015	0,011	0,011	0,011	0,014	0,011	0,012	0,013	0,012	0,012
1,1,2-Tricloro Etano	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Alofenoli (µg/l)																
2,4-Diclorofenolo	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
4-Cloro-3-Metilfenolo	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
2,4,6-Triclorofenolo	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Pentaclorofenolo	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2

# Idrocarburi totali

Nella **Tabella 48** sono riportati i risultati ottenuti dalla ricerca degli **idrocarburi totali**. Questi contaminanti sono diffusamente presenti con concentrazioni che variano indipendentemente dalla posizione delle stazioni di prelievo.

Tabella 48 - Concentrazione degli idrocarburi totali presenti nei campioni di acqua di mare lungo il profilo batimetrico. I dati sono espi	ressi in microgrammi/litro. In
neretto (0,5 - 12,5 – 50 - 70) sono indicate le profondità di prelievo in metri.	

Heletto (	0,5 - 12,5 -	- 30 - 70) 8	SUITU ITTUICA	ate le proio	nulla ui pii		eui.									
	I21 MG5 I21 MG6							<b>I21</b> I	MG7		121 MG5					
<b>0,5</b> 195,59	<b>12,5</b> 345.64	<b>50</b> 259.95	<b>70</b> 331.48	0,5	<b>12,5</b>	<b>50</b>	<b>70</b>	<b>0,5</b> 234.81	<b>12,5</b> 240.63	<b>50</b> 206.65	<b>70</b> 184.89	<b>0,5</b> 151,41	<b>12,5</b> 195.59	<b>50</b> 143.38	<b>70</b> 215.82	
190,09		MG9	331,40	200,00	268,65 210,05 161,07 150,23 I21 MG10				I21 MG12				20 MG13			
<b>0,5</b> 215,82	<b>12,5</b> 195,64	<b>50</b> 239,12	<b>70</b> 386,43	<b>0,5</b> 180,10	<b>12,5</b> 168,43	<b>50</b> 198,68	<b>70</b> 205,26	<b>0,5</b> 196,70	<b>12,5</b> 191,30	<b>50</b> 170,74	<b>70</b> 173,00	<b>0,5</b> 146,13	<b>12,5</b> 136,03	<b>50</b> 157,96	<b>70</b> 176,77	

# Analisi microbiologiche

Dall'analisi microbiologica (Tabella 49) emerge l'assenza di contaminazione fecale.

Tabella 49 - Risultati delle analisi microbiologiche effettuate sui campioni di acqua superficiale. I dati sono espressi in ufc/100 ml.											
	121 MG3	121 MG5	121 MG6	121 MG7	121 MG9	I21 MG10	I21 MG13	121 MG12			
Coliformi fecali	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10			
Streptococchi fecali (enterococchi)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10			
Coliformi totali	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10			



#### 4.1.3 Plancton

## 4.1.3.1 Fitoplancton

### Analisi quantitativa e qualitativa del fitoplancton da bottiglia

Le densità fitoplanctoniche totali sono in media circa 150 cell/ml variando da un minimo di 89 cell/ml (I21 MG7 50m) (Tabella 50), valori all'interno dell'intervallo di variazione riscontrato nelle precedenti campagne invernali. Anche in questo caso l'andamento delle densità lungo la colonna d'acqua risulta scarsamente variabile, con una tendenza a diminuire verso i 70 m) (Figura 32). Stesso andamento ma con densità maggiori si riscontra in I21 MG7, dove si assiste ad un aumento di tutte le stesse componenti presenti nelle altre stazioni (Figura 32) senza presentare particolari anomalie. La classe più abbondante è quella dei coccolitofori (Figura 33), confermando la dominanza evidenziata dal contributo pigmentario (Figura 12) e raggiungendo il massimo come singola classe di circa 69 cell/ml (I21 MG7 50m). Diatomee e dinoflagellati hanno densità che non raggiungono 10 cell/ml (dinoflagellati), tranne che in alcuni campioni profondi per quanto riguarda le diatomee (Tabella 24). Il gruppo dei nanoflagellati denominato "Altro plancton" (Cryptophyceae, Chrysophyceae, Dictyochophyceae, Clorophyceae, Euglenoidea, Prasinophyceae, Prymnesiophyceae non Coccolitofori, Cyanophyceae più i flagellati non identificati) è rappresentato per oltre il 50% del popolamento (Figura 33), dato dalla somma dei diversi gruppi presenti che contribuiscono sostanzialmente alla diversità pigmentaria (Figura 31).

I coccolitofori sono dominati da *Emiliania huxleyi*, nel gruppo "Altro plancton" sono particolarmente presenti *Phaeocystis* sp. e Cryptophyceae spp. Il contributo delle diatomee, non superiore al 10%, è dovuto soprattutto a *Cylindrotheca closterium*, *Pseudo-nitzschia* galaxiae (forma piccola) e *Plagiotropis* sp. I dinoflagellati, in media il 3% del popoloamento, sono rappresentati principalmente da *Gymnodiniaceae* e da forme tecate nanoplanctoniche come *Heterocapsa minima* ed *Oxytoxum variabile*.

Tabe	IIa 50 - Densita	à fitoplanctonica	a totale (cell/ml) e	delle classi o gr	uppi identific	ati.
Stazione	prof. (m)	Diatomee	Dinoflagellati	Coccolitofori	Altro	Totale
	0,5	3,66	4,23	30,96	73,45	112,29
I24 MCG	12,5	3,68	2,41	32,65	94,16	132,90
	50	5,47	4,33	35,75	118,45	164,00
	70	12,09	4,94	51,53	109,76	178,32
	0,5     3,66       12,5     3,68       50     5,47       70     12,09       0,5     6,52       12,5     3,78       50     13,29       70     13,56       0,5     3,11       12,5     3,00       50     5,56       70     3,10       0,5     2,47       12,5     2,96       50     4,65       70     5,62       0,5     2,68       12,5     4,78       50     4,67	2,25	25,53	120,46	154,76	
124 MC7	12,5	3,78	2,11	33,13	123,53	162,55
IZT WIGT	50	13,29	5,32	69,32	160,69	248,61
	70	13,56	4,34	51,81	107,96	177,67
	0,5	3,11	5,00	54,70	83,94	146,76
124 MG40	12,5	3,00	5,88	42,17	81,67	132,71
IZT WIGTO	50	5,56	7,00	53,70	105,40	171,67
	70	3,10	6,31	61,44	85,46	156,31
	0,5	2,47	4,84	41,73	81,77	130,80
124 MC42	12,5	2,96	3,64	39,69	84,50	130,79
IZI WIGIZ	50	4,65	5,90	45,06	91,26	146,87
	70	5,62	6,86	47,01	litofori         Altro         Totale           96         73,45         112,29           65         94,16         132,90           75         118,45         164,00           53         109,76         178,32           53         120,46         154,76           13         123,53         162,55           32         160,69         248,61           81         107,96         177,67           70         83,94         146,76           17         81,67         132,71           70         105,40         171,67           44         85,46         156,31           73         81,77         130,80           69         84,50         130,79           06         91,26         146,87           01         29,02         88,51           42         96,52         151,52           07         88,82         132,04           80         108,07         153,55	88,51
	0,5	2,68	4,91	69,32 160,69 2 64 51,81 107,96 1 70 54,70 83,94 1 88 42,17 81,67 1 70 53,70 105,40 1 71 61,44 85,46 1 72 44 39,69 84,50 1 73 64 39,69 91,26 1 74 47,01 29,02 8	151,52	
121 MG12	12,5	4,78	6,37	32,07	88,82	132,04
I21 MG7 I21 MG10	50	4,67	4,00	36,80	108,07	153,55
	70	3,19	5,60	47,23	63,59	119,61

Sono stati identificati in totale, a diverso livello tassonomico, 166 taxa (più la categoria Flagellati indeterminati) (**Tabella 51**) suddivisi tra le principali classi o raggruppamenti fitoplanctonici di cui si fornisce l'elenco completo in **Tabella 52**.

La maggior parte dei taxa appartiene alla classe delle diatomee che sono rappresentate da 57 specie, 8 forme identificate a livello di genere e 4 categorie soprageneriche. Anche i dinoflagellati risultano abbastanza diversificati con 41 specie, 2 forme identificate a livello di genere e 3 categorie. I coccolitofori, infine, risultano meno diversificati con 25 specie insieme a 2 forme individuate a livello di genere e 1 categoria sopragenerica. Il gruppo "Altro plancton", sebbene sia costituito da più classi, è rappresentato da un totale di 23 taxa suddivisi in 14 specie, 6 generi e 3 categorie superiori. Il popolamento fitoplanctonico invernale del 2021 presenta valori di diversità specifica (Shannon) e di equitabilità (Pielou) generalmente bassi, in media rispettivamente, 2,40 bit/cell e 0,45 variando tra 2,12 e 2,80 bit/cell e tra 0,38 e 0,53 alle stazioni I21 MG13 (12,5 m) e I21 MG10 (70 m). I valori minimi di H' si presentano in I21 MG10 70m in conseguenza della forte dominanza



di *Phaeocystis* sp. e di *Emiliania huxleyi*, che arriva a costituire il 37% del popolamento. Le variazioni di H' emergono comunque dovute alla variazione di contributo degli stessi taxa per tutte le stazioni e profondità. Le comuniqà fitoplanctoniche appaiono similmente ben diversificate nelle diverse stazioni e non si evidenziano fioriture anomale.

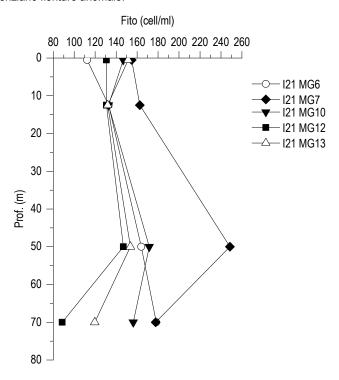


Figura 32 - Profili delle densità fitoplanctoniche totali (cell/ml).

Tabella 51 - Numero di specie, ge raggruppamento fitoplanctonico nei	· ·		riduate per ogni classe o
Classe	Specie	Generi	Categorie superiori*
Distance	<b>F</b> 7	0	1

Classe	Specie	Gener	Calegorie su	penon
Diatomee	57	8	4	
Dinoflagellati	41	2	3	
Prymnesiophyceae coccolitofori	25	2	1	
Cryptophyceae	1		1	
Chrysophyceae/Dictyochophyceae	4			
Chlorophyta/Euglenoidea	1		2	
Prasinophyceae	3	2		
Prymnesiophyceae non coccolitofori		2		
Cyanophyceae		1		
Raphydophyceae	1			
Altro	4	1		
Tot	ale 137	18	11	
Sinatomee				



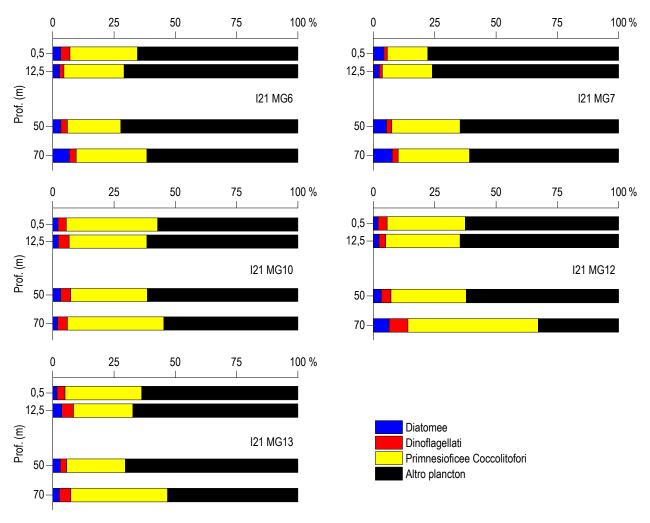


Figura 33 – Abbondanza relativa delle classi fitoplanctoniche indicate in legenda in rapporto all'abbondanza totale.

Tabella 52 -	Lista dei taxa individuati dalle analisi quantitative	microscopiche.
	DIATOMEE	
Asterionellopsis glacialis (Castracane) Round 1990	Diploneis crabro (Ehrenberg) Ehrenberg 1854	Pleurosigma naviculaceum Brébisson 1854
Bacteriastrum delicatulum Cleve 1897	Entomoneis spp.	Pleurosigma normanii Ralfs 1861
Bacteriastrum elongatum Cleve 1897	Fragilaria hyalina (Kützing) Grunow ex Van Heurck 1880	Pleurosigma rigidum Smith 1853
Cerataulina pelagica (Cleve) Hendey 1937	Fragilariopsis doliolus (Wallich) Medlin & Sims 1993	Proboscia alata (Brightwell) Sundström 1986
Chaetoceros affinis Lauder 1864	Fragilariopsis spp.	Psammodictyon panduriforme (Gregory) Mann 1990
Chaetoceros curvisetus Cleve 1889	Guinardia flaccida (Castracane) Peragallo 1892	Pseudo-nitzschia americana (Hasle) Fryxell 1993
Chaetoceros decipiens Cleve 1873	Guinardia striata (Stolterfoth) Hasle 1996	Pseudo-nitzschia cf. pungens (Grunow ex Cleve) Hasle 1993
Chaetoceros lorenzianus Grunow 1863	Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow 1880	Pseudo-nitzschia delicatissima (Cleve) Heiden 1928
Chaetoceros peruvianus Brightwell 1856	Haslea wawrikae (Hustedt) Simonsen 1974	Pseudo-nitzschia galaxiae Lundholm & Moestrup 2002
Chaetoceros pseudocurvisetus Mangin 1910	Hemiaulus sinensis Greville	Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima (Hasle) Hasle 1993
Chaetoceros socialis Lauder 1864	Leptocylindrus danicus Cleve 1889	Pseudo-nitzschia subfraudulenta (Hasle) Hasle 1993
Chaetoceros spp.	Leptocylindrus mediterraneus (Peragallo) Hasle 1975	Pseudosolenia calcar-avis (Schultze) Sundström 1986
Chaetoceros vixvisibilis Schiller	Lioloma pacificum (Cupp) Hasle 1996	Rhizosolenia decipiens Sundström 1986
Chaetoceros wighamii Brightwell 1856	Navicula cf. transitans Heimdal 1970	Skeletonema menzelii Guillard Carpenter & Reimann 1974
Ctenophora pulchella (Ralfs ex Kützing) Williams & Round 1986	Navicula distans (Smith) Ralfs 1861	Stauroneis sp.
Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann & Lewin 1964	Navicula spp.	Thalassionema cf. bacillare (Heiden) Kolbe 1955
Dactyliosolen phuketensis (Sundstrom) Hasle 1996	Nitzschia (sez. sigmatae) sp.	Thalassionema frauenfeldii (Grunow) Hallegraeff 1986
Diatomea pennata n.i. (forma p)	Nitzschia bicapitata Cleve 1901	Thalassionema nitzschioides (Grunow) Mereschkowsky 1902
Diatomee centriche < 20 μm n.i.	Nitzschia longissima (Brébisson) Ralfs 1861	Thalassiosira aestivalis Gran 1931
Diatomee pennate ≤ 20 µm n.i.	Nitzschia spp.	Thalassiosira angulata (Gregory) Hasle 1978
Diatomee pennate > 20 µm n.i.	Plagiotropis sp.	Thalassiosira pacifica Gran & Angst 1931
Dimeregramma nanum (Gregory) Ralfs 1861	Pleurosigma angulatum (Queckett) Smith 1852	Thalassiosira spp.
Diploneis bombus (Ehrenberg) Ehrenberg 1853	Pleurosigma majus (Grunow) Cleve 1894	Thalassiosira weissflogii (Grunow) Fryxell & Hasle 1977
	DINOFLAGELLATI	
Achradina pulchra Lohmann 1903	Gymnodiniaceae > 20 μm n.i.	Oxytoxum mediterraneum Schiller
Alexandrium cf. minutum Halim 1960	Gymnodinium coeruleum Dogiel 1906	Oxytoxum scolopax Stein 1883
Amphidinium cf. globosum Schröder 1911	Gyrodinium aciculatum Hansen & Larsen 1992	Oxytoxum sphaeroideum Stein 1883



Tabella 52 -	Lista dei taxa individuati dalle analisi quantitative i	microscopiche.
Amphidinium cf. sphenoides Wulff 1916	Gyrodinium fusiforme Kofoid & Swezy 1921	Oxytoxum strophalatum Dodge & Saunders 1985
Amphidinium spp.	Heterocapsa minima Pomroy 1989	Oxytoxum variabile Schiller 1937
Azadinium caudatum var. margalefii Nézan & Chomérat 2012	Heterocapsa niei (Loeblich III) Morrill & Loeblich III 1981	Pronoctiluca pelagica Fabre-Domergue 1889
Azadinium spinosum Elbrächter & Tillmann 2009	Heterocapsa rotundata (Lohmann) Hansen 1995	Prorocentrum balticum (Lohmann) Loeblich 1970
Cochlodinium achromaticum Lebour 1925	Histioneis depressa Schiller 1928	Prorocentrum triestinum Schiller 1918
Cochlodinium pulchellum Lebour 1917	Karenia mikimotoi (Miyake & Kominami ex Oda) Hansen &	Prorocentrum vaginula (Stein) Dodge 1975
,	Moestrup 2000	σ ( , , <b>σ</b>
Cochlodinium pupa Lebour 1925	Karenia papilionacea Haywood & Steidinger 2004	Protoperidinium breve Paulsen 1907
Coolia monotis Meunier 1919	Karenia spp.	Protoperidinium cf. globulus (Stein) Balech 1974
Dicroerisma psilonereiella Taylor & Cattell 1969	Lessardia elongata Saldarriaga & Taylor 2003	Pyrocystis obtusa Pavillard 1931
Dinoflagellati tecati > 20 µm n.i.	Lingulodinium polyedrum (Stein) Dodge 1989	Scrippsiella trochoidea (Stein) Balech ex Loeblich III 1965
Diplopsalis lenticula Bergh 1881	Mesoporos perforatus (Gran) Lillick 1937	Torodinium robustum Kofoid & Swezy 1921
Gonyaulax sphaeroidea Kofoid 1911	Neoceratium fusus (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López- Garcia 2010	Acanthoica quattrospina Lohmann 1903
Gymnodiniaceae ≤ 20 μm n.i.	Neoceratium horridum (Gran) Gómez, Moreira & López- Garcia 2010	
	PRYMNESIOPHYCEAE COCCOLITOFORI	
Algirosphaera robusta (Lohmann) Norris 1984	Discosphaera tubifer (Murray & Blackman) Ostenfeld 1900	Scyphosphaera apsteinii Lohmann 1902
Calcidiscus leptoporus (Murray & Blackman) Loeblich & Tappan 1978	Emiliania huxleyi (Lohmann) Hay & Mohler 1967	Sphaerocalyptra quadridentata (Schiller) Deflandre 1952
Calciosolenia brasiliensis (Lohmann) Young 2003	Florisphaera profunda Okada & Honjo 1973	Syracosphaera anthos (Lohman) Janin 1987
Calciosolenia murrayi Gran 1912	Gephyrocapsa cf. oceanica Kamptner 1943	Syracosphaera cf. molischii Schiller 1925
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller 1930	Helicosphaera carterii (Wallich) Kamptner 1954	Syracosphaera histrica Kamptner 1941
Coccolitofori < 10 µm n.i.	Helladosphaera cornifera (Schiller) Kamptner 1937	Syracosphaera pulchra Lohmann 1902
Coronosphaera mediterranea (Lohmann) Gaarder 1977	Ophiaster hydroideus (Lohmann) Lohmann 1913	Umbilicosphaera sibogae (Weber-van Bosse) Gaarder 1970
Cyrtosphaera aculeata (Kamptner) Kleijne 1992	Pontosphaera sp.	Zygosphaera hellenica Kamptner 1937
Daktylethra pirus (Kamptner) Norris 1985	Rhabdosphaera clavigera Murray & Blackman 1898	Zygosphaera sp.
	CRYPTOPHYCEAE	70 7
Cryptophyceae n.i.	Plagioselmis prolonga Butcher ex Novarino, Lucas & Morrall 1994	
	CHRYSOPHYCEAE/DICTYOCHOPHYCEAE	
Dictyocha aculeata Ehrenberg 1840	Meringosphaera mediterranea Lohmann 1902	Ollicola vangoorii (Conrad) Vørs 1992
Dictyocha fibula Ehrenberg 1839		,
, ,	PRASINOPHYCEAE	
Halosphaera viridis Schmitz 1878	Pseudoscourfieldia marina (Throndsen) Manton 1975	Tetraselmis sp.
Pachysphaera pelagica Ostenfeld 1899	Pyramimonas spp.	
	PRYMNESIOPHYCEAE NON COCCOLITOFORI	
Chrysochromulina spp.	Phaeocystis sp.	
	CHLORO/EUGLENO	
Chlorophyta n.i.	Euglenoidea n.i.	Monoraphidium griffithii (Berkeley) Komárková-Legnerová 1969
	CYANOPHYCEAE	
Spirulina sp.		
Hatavasiama akaabiya (Hada) Hada ay Hara 9 Obib 4007	RAPHIDOPHYCEAE	
Heterosigma akashiwo (Hada) Hada ex Hara & Chihara 1987	ALTRO	
Flagellati indeterminati < 10 µm	Leucocryptos marina (Braarud) Butcher 1967	Paulinella ovalis (Wulff) Johnson, Hargraves & Sieburth 1988
Ebria tripartita (Schumann) Lemmermann 1899	Mesodinium rubrum	Telonema sp.
Lona inparata (Johannann) Lennheimann 1000	WOOOdilliam rubrulli	τοιοποιπά θρ.

# Analisi qualitativa del fitoplancton da retino

Per l'identificazione della comunità microfitoplanctonica lungo tutta la colonna d'acqua, sono stati raccolti con retino 5 campioni nelle stazioni 121 MG6, 121 MG7, 121 MG10, 121 MG13.

Dall'analisi qualitativa dei campioni sono stati individuati 207 taxa, di cui 187 identificati a livello di specie, 15 come genere e 5 attribuibili a categorie soprageneriche (**Tabella 53**).

Classe	Specie	Generi	Categorie superiori*
Diatomee	80	9	3
Dinoflagellati	76	4	2
Prymnesiophyceae coccolitofori	17		
Chrysophyceae/Dictyochophyceae	4		
Euglenoideae	6		
Chlorophyceae		1	
Prymnesiophyceae non Coccolitofori		1	
Raphidophyceae	3		
Altro	1		
Totale	187	15	5
*Con il termine "Categorie su	periori" si intendono livelli tas	sonomici sopragen	erici



In **Tabella 54** è fornito l'elenco completo dei taxa presenti nelle diverse stazioni di campionamento. Nell'insieme di tutte le stazioni, 92 taxa appartengono alle diatomee, 82 alla classe dei dinoflagellati e 17 ai coccolitofori; sono stati, inoltre, individuati 4 taxa attribuibili alle classi delle Chrysophyceae/Dictyochophyceae, 6 alle Euglenoideae, 3 alle Rhaphidophyceae, 1 taxon appartenente alle Chlorophyceae e 1 alle Prymnesiophyceae non Coccolitofori, mentre per la categoria Altro è stato identificato 1 solo taxon.

La numerosità dei taxa presenti nelle diverse stazioni va da un minimo di 77 in I21 MG7 ad un massimo di 114 in I21 MG13.

Dall'osservazione è emersa una differenza nel numero dei taxa individuati per le diatomee che, in tutte le stazioni, rappresentano il maggior numero (con rispettivamente 47 taxa in I21 MG6, 33 in I21 MG7, 52 in I21 MG10, 44 in I21 MG12 e 59 in I21 MG13) ed in secondo luogo ai dinoflagellati (con 19 taxa in I21 MG6, 29 in I21 MG7, 35 in I21 MG10, 42 in I21 MG12 e 35 in I21 MG13). Anche i coccolitofori risultano piuttosto differenziati con 17 taxa individuati tutti a livello di specie, diventando così la terza classe più rappresentativa (con 11 taxa in I21 MG6, 9 taxa in I21 MG7, 13 taxa in I21 MG10, 12 taxa in I21 MG12 e 9 taxa I21 MG13). Le restanti classi sopracitate rappresentano la frazione più piccola del popolamento e presentano un numero esiguo di taxa in tutte le stazioni.

Sono stati, inoltre, identificati ed aggiunti 6 nuovi taxa, 4 dei quali appartengono alla classe delle diatomee (*Meuniera membranacea*, *Nitzschia cf. apiculata*, *Pleurosigma rigidum* e *Thalassiosira weissflogii*) e 2 alla classe dei dinoflagellati (*Histioneis pavillardii e Ptychodiscus noctiluca*), che non erano stati rilevati nei campionamenti dei precedenti anni.

Ad un confronto della lista dei taxa individuati dalle analisi quantitative (**Tabella 52**) con l'elenco dei taxa ottenuti dalle analisi qualitative (**Tabella 54**), vediamo che il numero totale di taxa osservati è superiore nei campioni da retino (207) rispetto a quelli da bottiglia, nei quali ne sono stati individuati 167; i taxa attribuibili alle classi delle diatomee, dei dinoflagellati, delle Euglenoideae e delle Raphidophyceae risultano superiori nei campioni da retino, di contro il numero di taxa appartenenti alle classi dei coccolitofori, delle Cryptophyceae e delle Prymnesiophyceae non coccolitofori è più alto nei campioni da bottiglia.

L'osservazione qualitativa del microfitoplancton ha permesso di rilevare la presenza di numerose specie rare appartenenti alla classe dei dinoflagellati, principalmente attribuibili ai generi *Dinophysis*, *Neoceratium* (= *Ceratium*), *Oxytoxum* e *Protoperidinium*, insieme a taxa come *Actiniscus pentasterias*, *Corythodinium tesselatum* e *Ptychodiscus noctiluca*. Da segnalare anche la presenza di taxa appartenenti alle classi delle Chlorophyceae (*Monoraphidium* sp.) e delle Euglenoideae (*Euglena acusformis, Euglena viridis, Eutreptiella eupharyngea, Eutreptiella gymnastica* ed *Eutreptiella marina*), tipicamente di acque dolci e probabilmente imputabili all'apporto fluviale dell'Arno. Si mantiene un'alta diversità comunque riferibile a tutte le stazioni campionate.

Tabella 54 - Lista dei taxa dalle analisi qualitative dei campioni raccolti con retino nelle stazioni I21 MG6, I21 MG7, I21 MG10, I21 MG12 e I21 MG13 (indicate come 6, 7, 10, 12 e 13)

Specie	б	7	10	12	13	Specie	6	7	10	12	13
						DIATOMEE					
Asterionellopsis glacialis (Castracane) Round 1990	Х	Х		Х		Lithodesmium undulatum Ehrenberg 1839			Х		
Asteromphalus flabellatus Ehrenberg 1844					Х	Meuniera membranacea (Cleve) Silva, 1996					2
Bacteriastrum biconicum Pavillard 1916	Х					Navicula directa (Smith) Ralfs 1861					
Bacteriastrum delicatulum Cleve 1897	Х		Х		х	Navicula distans (Smith) Ralfs 1861	х	Χ	х		
Bacteriastrum hyalinum Lauder 1864	Х			Х		Navicula spp.	х		х	Х	
Bacteriastrum hyalinum var. princeps (Castracane) Ikar					Х	Navicula transitans var. delicatula Heimdal 1970	Х		Х		
Cerataulina pelagica (Cleve) Hendey 1937	Х	Х	Х	Х	х	Naviculaceae > 20 μm n.i.					
Chaetoceros affinis Lauder 1864	Х		Х		Х	Neocalyptrella robusta (Norman ex Ralfs) Hernández-Becerril & Meave del Castillo 1997	Х				
Chaetoceros anastomosans Grunow 1882		Х				Nitzschia (sez. sigmatae) sp.		Х		х	)
Chaetoceros compressus Lauder 1864			х			Nitzschia bicapitata Cleve 1901	Х	Х	Х	х	>
Chaetoceros costatus Pavillard 1911	х					Nitzschia cf. apiculata (Gregory) Grunow 1878		Х			
Chaetoceros curvisetus Cleve 1889	х		х	Х	Х	Nitzschia longissima (Brébisson) Ralfs 1861	х		Х		
Chaetoceros dadayi Pavillard 1913	х					Nitzschia sigma (Kützing) Smith 1853			Х		
Chaetoceros danicus Cleve 1889				х	х	Nitzschia spp.			х		
Chaetoceros debilis Cleve 1894	Х					Nitzschia tryblionella Hantzsch 1860	х				
Chaetoceros decipiens Cleve 1873					х	Odontella aurita (Lyngbye) Agardh 1832			х	Х	
Chaetoceros lorenzianus Grunow 1863	Х	Х	Х	х	х	Odontella mobiliensis (Bailey) Grunow 1884		Х			
Chaetoceros peruvianus Brightwell 1856	Х		Х	х	х	Plagiotropis spp.	х	Х	х	Х	
Chaetoceros pseudocurvisetus Mangin 1910	Х				х	Pleurosigma cf. intermedium Smith 1853			х		
Chaetoceros rostratus Lauder 1864	Х					Pleurosigma delicatulum Smith 1852			х		
Chaetoceros spp.				х		Pleurosigma majus (Grunow) Cleve 1894	х		х	Х	
Chaetoceros teres Cleve 1896					х	Pleurosigma naviculaceum Brébisson 1854				Х	
Chaetoceros wighamii Brightwell 1856	Х		Х	х	х	Pleurosigma normanii Ralfs 1861	х	Х	х	Х	2
Coscinodiscus granii Gough 1905		Х	Х		х	Pleurosigma rigidum Smith 1853			х	Х	
Coscinodiscus lineatus Ehrenberg 1841	Х	Х	Х		х	Proboscia alata (Brightwell) Sundström 1986	х	Х	х	Х	)
Coscinodiscus spp.					х	Psammodictyon panduriforme (Gregory) Mann 1990			х	Х	
Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann & Lewin 1964	Х	Х	Х	Х	Х	Pseudo-nitzschia cf. galaxiae Lundholm & Moestrup 2002		Х	Х		
Dactyliosolen fragilissimus (Bergon) Hasle 1996	х		х		х	Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima (Hasle) Hasle 1993		х	х	х	
Dactyliosolen phuketensis (Sundström) Hasle 1996	Х	Х	х	х	х	Pseudo-nitzschia subfraudulenta (Hasle) Hasle 1993				х	
Diatomee centriche > 20 µm n.i.				х	х	Pseudosolenia calcar-avis (Schultze) Sundström 1986	х	Х		х	
Diatomee pennate > 20 μm n.i.	Х	Х	Х	х	х	Rhizosolenia cf. bergonii Peragallo 1892		Х			
Diploneis bombus (Ehrenberg) Ehrenberg 1853		х	х	Х	х	Rhizosolenia decipiens Sundström 1986	Х		Х	х	
Entomoneis cf. paludosa (Smith) Reimer 1975					Х	Rhizosolenia hebetata f. semispina (Hensen) Gran 1908			Х		
Entomoneis spp.	х	х	х		Х	Rhizosolenia imbricata Brightwell 1858	Х	Х		х	
Fragilariopsis doliolus (Wallich) Medlin & P.A.Sims 1993					Х	Surirella fastuosa (Ehrenberg) Ehrenberg 1843	Х		Х		
Fragilariopsis sp.		х		Х	х	Synedra cf. affinis Kützing 1844			Х		
Guinardia flaccida (Castracane) Peragallo 1892	х		х	Х	Х	Tabularia gaillonii (Bory de Saint-Vincent) Bukhtiyarova 1995	х			х	
Guinardia striata (Stolterfoth) Hasle 1996	х		х	Х	Х	Thalassionema bacillare (Heiden) Kolbe 1955	Х		Х	х	
Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow 1880		х		Х	Х	Thalassionema frauenfeldii (Grunow) Hallegraeff 1986		Х		х	



	lei c	am	pion	i rac	colt	i con retino nelle stazioni I21 MG6, I21 MG7, I21 MG10, I21 M	ЛG1:	2 e	121	MG	13
(indicate come 6, 7, 10, 12 e 13)						Tr. 1 : 1: 1 (C ) \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \					
Haslea wawrikae (Hustedt) Simonsen 1974 Hemiaulus hauckii Grunow ex Van Heurck 1882			X			Thalassionema nitzschioides (Grunow) Mereschkowsky 1902	v	Х		X	X
Hemiaulus sinensis Greville 1865	х	X	Х	X	X	Thalassiosira aestivalis Gran 1931 Thalassiosira angulata (Gregory) Hasle 1978	X	х	X X	Х	Х
Hemidiscus cuneiformis Wallich 1860	X	^		^	^	Thalassiosira anguste-lineata (Schmidt) Fryxell & Hasle 1977	^	^	^		х
Leptocylindrus danicus Cleve 1889	X	х	Х	х	Х	Thalassiosira spp.	х	х	х	Х	^
Leptocylindrus mediterraneus (Peragallo) Hasle 1975			Х		Х	Thalassiosira weissflogii (Grunow) Fryxell & Hasle 1977		•			Х
Lioloma pacificum (Cupp) Hasle 1996			х	Х	х	Tryblionella punctata Smith 1853			х		
7 7 117						OFLAGELLATI					
Achradina pulchra Lohmann 1903			Х		Х	Neoceratium symmetricum (Pavillard) Gómez, Moreira & López-		Х		Х	
						Garcia 2010					
Actiniscus pentasterias (Ehrenberg) Ehrenberg 1844		Х		Х	Х	Neoceratium trichoceros (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-		Х			
						Garcia 2010					
Alexandrium cf. minutum Halim 1960					Х	Neoceratium tripos (O.F.Müller) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010		Х			
Amphidoma languida Tillmann, Salas & Elbrachter 2012			Х			Ornithocercus heteroporus Kofoid 1907				Х	Х
Azadinium caudatum var. margalefii Nézan & Chomérat			х	Х	х	Oxytoxum constrictum (Stein) Bütschli 1885			х		Х
2012						, , ,					
Azadinium spinosum Elbrächter & Tillmann 2009				Х		Oxytoxum curvatum (Kofoid) Kofoid 1911	Х	Х		х	
Ceratium azoricum Cleve 1900			х	Х		Oxytoxum laticeps Schiller 1937					Х
Cochlodinium sp.				Х	х	Oxytoxum longiceps Schiller				Х	
Corythodinium tesselatum (Stein) Loeblich Jr. & Loeblich	Х					Oxytoxum mediterraneum Schiller	Х	Х	Х	Х	Х
III 1966											
Dinoflagellati tecati > 20 μm n.i.	Х		Х	Х	Х	Oxytoxum parvum Schiller 1937					Х
Dinophysis amandula (Balech) Sournia 1973		Х		Х		Oxytoxum scolopax Stein 1883	Х	Х	Х	Χ	
Dinophysis caudata Saville-Kent 1881		Х		Х	Х	Oxytoxum sphaeroideum Stein 1883			Х		
Dinophysis operculoides (Schütt) Balech 1967			Х		Х	Oxytoxum viride Schiller 1937					Х
Dinophysis parva Schiller 1928	Х		Х	Х		Phalacroma porodictyum Stein 1883		Х		Х	
Dinophysis parvula (Schütt) Balech 1967	Х					Phalacroma rapa Jörgensen 1923			Х		
Dinophysis tripos Gourret 1883				Х		Podolampas bipes Stein 1883				Х	
Diplopsalis spp.					Х	Podolampas palmipes Stein 1883			X		
Goniodoma polyedricum (Pouchet) Jörgensen 1899				X	X	Prorocentrum balticum (Lohmann) Loeblich 1970	X	Х	X	X	
Gymnodiniaceae > 20 μm n.i. Gymnodinium spp.			X	X X	X X	Prorocentrum compressum (Bailey) Abé ex Dodge 1975 Prorocentrum gracile Schütt 1895	X		Х	Х	
Gyrodinium aciculatum Hansen & Larsen 1992		х	^	X	X	Prorocentrum scutellum Schröder 1900	^				х
Gyrodinium spp.		^	х	^	^	Prorocentrum triestinum Schiller 1918	х	х			^
Histioneis marchesonii Rampi 1941			X			Protoperidinium breve Paulsen 1907	^	X		х	
Histioneis pavillardii Rampi 1939				Х		Protoperidinium cerasus (Paulsen) Balech 1973		^	х		
Histioneis variabilis Schiller 1933			Х	^		Protoperidinium cf. brevipes (Paulsen) Balech 1974			^	х	
Lessardia elongata Saldarriaga & Taylor 2003				Х		Protoperidinium crassipes (Kofoid) Balech 1974		х			Х
Lingulodinium polyedrum (Stein) Dodge 1989		Х	х			Protoperidinium depressum Bailey 1854				х	
Mesoporos adriaticus (Schiller) Lillick	Х	Х	х	Х	х	Protoperidinium divergens (Ehrenberg) Balech 1974		Х	х	х	Х
Mesoporos perforatus (Gran) Lillick 1937	Х	Х	х	Х	х	Protoperidinium globulus (Stein) Balech 1974		Х			
Neoceratium candelabrum (Ehrenberg) Gómez, Moreira &				Х	х	Protoperidinium oceanicum (VanHöffen) Balech 1974			Х		
López-Garcia 2010											
Neoceratium concilians (Jörgensen) Gómez, Moreira &		Х		Х	Х	Protoperidinium ovum (Schiller) Balech 1974					Х
López-Garcia 2010											
Neoceratium declinatum (Karsten) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010	Х	Х	Х	Х	Х	Protoperidinium pellucidum Bergh ex Loeblich Jr.& Loeblich III 1881		Х			
Neoceratium falcatiforme (Jörgensen) Gómez, Moreira &			Х			Protoperidinium pyriforme (Paulsen) Balech 1974			Х		
López-Garcia 2010  Neoceratium falcatum (Kofoid) Gómez, Moreira & López-				х	х	Protoperidinium quarnerense (Schröder) Balech 1974			х		
Garcia 2010  Neoceratium furca (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-	У	х		х	x	Protoperidinium steinii (Jørgensen) Balech 1974		х			х
Garcia 2010											
Neoceratium fusus (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010	Х	Х	Х	Х	Х	Protoperidinium subpyriforme (Dangeard 1927) Balech 1974					Х
Neoceratium horridum (Gran) Gómez, Moreira & López- Garcia 2010	х	Х				Protoperidinium tuba (Schiller) Balech 1974			х	х	
Neoceratium longirostrum (Gourret) Gómez, Moreira &				х		Protoperidinium wiesneri (Schiller) Balech 1974			х		
López-Garcia 2010  Neoceratium massiliense (Gourret) Gómez, Moreira &				х		Ptychodiscus noctiluca Stein 1883		х			
López-Garcia 2010  Neoceratium pentagonum (Gourret) Gómez, Moreira &	х		x	x		Pyrocystis cf. fusiformis Thomson 1876					х
López-Garcia 2010	^		^	^							^
Neoceratium setaceum (Jörgensen) Gómez, Moreira & López-Garcia 2010					Х	Pyrocystis cf. obtusa Pavillard 1931	Х		Х		
			PRYN	INES	IOP	YCEAE COCCOLITOFORI					
Calcidiscus leptoporus (Murray & Blackman) Loeblich & Tappan 1978	Х	Х	Х	Х	Х	Pontosphaera syracusana Lohmann 1902	Х	Х	Х		
Calciosolenia brasiliensis (Lohmann) Young 2003	,,	v	v	v	v	Rhabdosphaera clavigera Murray & Blackman 1898				v	.,
Ceratolithus cristatus Kamptner 1950	X	Х	Х	Х	Х	Rhabdosphaera stylifera Lohmann	х	v	v	X	Х
Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller 1930	X					Scyphosphaera apsteinii Lohmann 1902		X X	X X	X	х
Coronosphaera binodata (Kamptner) Gaarder 1977	^		х	х	х	Syracosphaera histrica Kamptner 1941	^	٨	^	X	^
Coronosphaera mediterranea (Lohmann) Gaarder 1977	х	х	X	X	X	Syracosphaera pulchra Lohmann 1902	х	х	х	X	х
1.,	^		Х	•••	^	Umbilicosphaera sibogae (Weber-van Bosse) Gaarder 1970		X	х	Х	X
Daktylethra pirus (Kamptner) R.E.Norris 1985						, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,			Х		^
Daktylethra pirus (Kamptner) R.E.Norris 1985 Discosphaera tubifer (Murray & Blackman) Ostenfeld 1900			X	X		Zygosphaera debilis Kamptner			^		
Daktylethra pirus (Kamptner) R.E.Norris 1985 Discosphaera tubifer (Murray & Blackman) Ostenfeld 1900 Helicosphaera carterii (Wallich) Kamptner 1954		х	X X	X X	х	zygospnaera debilis Kamptner			^		



Dictyocha epiodon subsp. subaculeata (Bukry)	Х	Х	Х	Х	х	Dictyocha speculum Ehrenberg 1839					Х
Desikachary & Prema 1996 Dictyocha fibula Ehrenberg 1839	х	х	х	х	х	Octactis octonaria (Ehrenberg) Hovasse 1946	х		х		
					EU	GLENOIDEAE					
Euglena acusformis Schiller 1925					Х	Eutreptiella eupharyngea Moestrup & Norris 1986				Х	Х
Euglena viridis (Müller) Ehrenberg 1830				Х	х	Eutreptiella gymnastica Throndsen 1969		Х	Х	Х	X
Eutreptia viridis Perty 1852					Х	Eutreptiella marina da Cunha 1914	х				X
					CHI	OROPHYCEAE					
Monoraphidium sp.		Х									
		PR'	ΥMN	IESIC	PHY	CEAE NON COCCOLITOFORI					
Phaeocystis sp. (forma coloniale)				Х							
					RAF	HIDOPHYCEAE					
Chattonella marina (Subrahmanyan) Hara & Chihara 1982		Х				Heterosigma akashiwo (Hada) Hada ex Hara & Chihara 1987				Х	
Chattonella subsalsa Biecheler 1936		х			Х						
						ALTRO					
Ebria tripartita (Schumann) Lemmermann 1899					Х						_

# 4.1.4 Saggi ecotossicologici

Nella Tabella 55 sono riportati i parametri registrati nei campioni d'acqua testati.

		Tabella	<b>55 -</b> Parame	tri registrati nei campi	oni d'acqua te	stati (Invern	o 2021).		
Stazione	prof. (m)	Salinità (‰)	рН	Ossigeno disciolto (mg/l)	Stazione	prof. (m)	Salinità (‰)	рН	Ossigeno disciolto (mg/l)
Controllo		36	8,04	6,47					
	0,5	38	8,15	6,06		0,5	38	8,19	6,12
121 MG3	12,5	38	8,20	6,16	121 MG9	12,5	38	8,21	6,27
	50	38	8,19	6,38		50	38	8,20	6,71
	0,5	38	8,26	6,71		0,5	38	8,25	6,17
121 MG5	12,5	38	8,17	6,41	I21 MG10	12,5	38	8,20	6,48
	50	38	8,18	6,58		50	38	8,20	6,24
	0,5	38	8,19	6,81		0,5	38	8,22	6,45
121 MG6	12,5	38	8,24	6,38	I21 MG12	12,5	38	8,21	6,54
	50	38	8,25	6,37		50	38	8,19	6,40
	0,5	38	8,17	6,23		0,5	38	8,22	6,29
121 MG7	12,5	38	8,21	6,38	I21 MG13	12,5	38	8,19	6,25
	50	38	8,18	6,21		50	38	8,21	6,50

## Vibrio fischeri

Nella Tabella 56 sono riportati i risultati relativi al test di inibizione della bioluminescenza batterica di V. fischeri.

QA-QC - Il test è stato effettuato con il lotto batterico n. 19G4153A (scadenza 07/21) Il valore della EC50(15') = 10,21mg/l (LC= 8,32mg/l e UC=12,53mg/l) conseguito con la sostanza di riferimento ZnSO<sub>4</sub> ·7H<sub>2</sub>O rientra nei limiti della carta di controllo del laboratorio. L'assenza dell'inibizione di bioluminescenza significante e i valori dell'EC20>90 e dell'EC50 >90 mostrano l'assenza di tossicità in tutti i campioni di acqua testati.

**Tabella 56 -** Risultati del test con il *V. fischeri* eseguito su campioni di acqua (incubazione 5', 15', 30') prelevati a diverse profondità. EC20/50, max. effetto 15', max. effetto 30', espressi in %.

Campione	Prof. (m)	EC20	EC50	max. effetto 15'	max. effetto 30'	Tossicità	Campione	Prof. (m)	EC20	EC50	max. effetto 15'	max. effetto 30'	Tossicità
	0,5	≥90	>90	-3,94	-2,97			0,5	≥90	>90	-6,19	-6,11	
121 MG3	12,5	≥90	>90	-2,75	-2,00		121 MG9	12,5	≥90	>90	-6,86	-6,88	A = = = = 1 =
	50	≥90	>90	-2,66	-1,66	Assente		50	≥90	>90	-15,43	-15,45	Assente
I21 MG5	0,5	≥90	>90	-3,83	-2,96		I21 MG10	0,5	≥90	>90	-6,57	-6,54	



<b>Tabella 56</b> - Risultati del test con il <i>V. fischeri</i> eseguito su campioni di acqua (incubazione 5', 15', 30') prelevati a diverse profondità. EC20/50, ma effetto 15', max. effetto 30', espressi in %.													0/50, ma:
	12,5	≥90	>90	-7,84	-6,89			12,5	≥90	>90	-2,53	-2,55	
	50	≥90	>90	-2,56	-1,56			50	≥90	>90	-6,19	-6,26	
	0,5	≥90	>90	2,37	3,19			0,5	≥90	>90	-5,00	-5,22	
121 MG6	12,5	≥90	>90	-3,99	-3,02		121 MG12	12,5	≥90	>90	-5,29	-5,31	
	50	≥90	>90	-8,05	-8,05			50	≥90	>90	-4,15	-4,28	
	0,5	≥90	>90	-6,78	-7,73			0,5	≥90	>90	-5,29	-5,21	
121 MG7	12,5	≥90	>90	-10,69	-10,66		121 MG13	12,5	≥90	>90	-6,98	-7,03	
	50	≥90	>90	-14,63	-14,71			50	≥90	>90	-1,03	-2,97	

#### Pheodactylum tricornutum

Nella **Tabella 57** sono riportati i risultati del test d'inibizione della crescita algale (72 h) con *P. tricornutum*. I risultati sono espressi come media ± DS del numero di cellule (n. di repliche/campione=3) e come EC20/50 %. In tabella è anche riportata la media ± DS del numero di cellule del controllo negativo rappresentato da acqua di mare naturale.

QA-QC - Il test con il tossico di riferimento (dicromato di potassio-come ione cromo) ha fornito il valore dell'EC50 =3,67 mg/l (L.C. 95%: 3,34-3,98), rientra all'interno della carta di controllo del laboratorio. Il test è stato ritenuto valido in quanto la crescita algale nei controlli negativi, rispetto all'inoculo iniziale, ha superato il fattore 17, come indicato nelle linee guida.

Campione	Prof.	EC <sub>20/50</sub>	N. 0	Media cell.±l 105/m	DS	Tossicità	Campione	Prof.	EC <sub>20/50</sub>	N.	Media cell.± 105/r	DS	Tossicità
Controllo			10.50	±	0.36								
	0,5	≥90/>100	10,53	±	0,45			0,5	≥90/>100	11,73	±	0,50	
121 MG3	12,5	≥90/>100	9,63	±	0,35		121 MG9	12,5	≥90/>100	10,60	±	0,20	
	50	≥90/>100	10,13	±	0,25			50	≥90/>100	9,93	±	0,35	
	0,5	≥90/>100	9,53	±	0,51			0,5	≥90/>100	9,57	±	0,23	
121 MG5	12,5	≥90/>100	8,93	±	0,40		I21 MG10	12,5	≥90/>100	10,13	±	0,32	
	50	≥90/>100	9,20	±	0,66	A t -		50	≥90/>100	10,17	±	0,40	Accorda
	0,5	≥90/>100	12,27	±	0,40	Assente		0,5	≥90/>100	13,57	±	0,55	Assente
121 MG6	12,5	≥90/>100	12,37	±	0,25		121 MG12	12,5	≥90/>100	12,10	±	0,36	
	50	≥90/>100	11,33	±	0,50			50	≥90/>100	11,63	±	0,35	
	0,5	≥90/>100	11,93	±	0,59			0,5	≥90/>100	11,60	±	0,26	
121 MG7	12,5	≥90/>100	11,53	±	0,49		121 MG13	12,5	≥90/>100	11,70	±	0,10	
	50	≥90/>100	11,17	±	0,71			50	≥90/>100	11,07	±	0,46	

#### Dicentrarchus labrax

Nella **Tabella 58** sono riportati i risultati relativi al saggio di tossicità acuta condotto sui campioni di colonna d'acqua utilizzando giovanili di *D. labrax* (73±10 mm). Pur non essendo disponibile una scala di tossicità per questa tipologia di saggio biologico, tutti i campioni hanno mostrato una % di mortalità inferiore al 10%, limite indicato come mortalità accettabile nel controllo. Il saggio con tossico di riferimento ha mostrato valori di LC50 pari a 3,14 mg/L (L.C. 95%: 2,26 mg/L-3,98 mg/L), valore che rientra all'interno della carta di controllo del laboratorio (1,84-3,45 mg/L).

**Tabella 58** - Risultati del test con giovanili di *Dicentrarchus labrax* esposte a campioni di colonna d'acqua (96 h). Screening test su campioni tal quale (senza diluizioni). Il controllo è costituito da acqua di stabulazione. Volume 5000 ml, aerazione, % saturazione ossigeno disciolto >90%, pH range 8,10-8,25, salinità 38 ‰, temperatura 20,5±1 °C.

	N. pesci esposti							N. pesci esposti					
Campione	Prof. (m)	repl. 1	repl. 2	repl. 3	% mortalità (media)	Tossicità acuta	Campione	Prof. (m)	repl. 1	repl. 2	repl. 3	% mortalità (media)	Tossicità acuta
Controllo	-	10	10	10	0,0								
	0.5	10	10	10	3,3			0.5	10	10	10	0,0	
121 MG3	12.5	10	10	10	3,3	A 4 -	121 MG9	12.5	10	10	10	0,0	
	50	10	10	10	0,0	Assente		50	10	10	10	0,0	Assente
I21 MG5	0.5	10	10	10	0,0		I21 MG10	0.5	10	10	10	3,3	



**Tabella 58 -** Risultati del test con giovanili di *Dicentrarchus labrax* esposte a campioni di colonna d'acqua (96 h). Screening test su campioni tal quale (senza diluizioni). Il controllo è costituito da acqua di stabulazione. Volume 5000 ml, aerazione, % saturazione ossigeno disciolto >90%, pH range 8,10-8,25, salinità 38 %, temperatura 20,5±1 °C.

		N.	pesci esp	osti	_				N.	pesci espo	sti	_	
Campione	Prof. (m)	repl. 1	repl. 2	repl. 3	% mortalità (media)	Tossicità acuta	Campione	Prof. (m)	repl. 1	repl. 2	repl. 3	% mortalità (media)	Tossicità acuta
	12.5	10	10	10	0,0			12.5	10	10	10	0,0	
	50	10	10	10	0,0			50	10	10	10	0,0	
	0.5	10	10	10	3,3			0.5	10	10	10	3,3	
121 MG6	12.5	10	10	10	0,0		121 MG12	12.5	10	10	10	3,3	
	50	10	10	10	0,0			50	10	10	10	0,0	
	0.5	10	10	10	0,0			0.5	10	10	10	3,3	
121 MG7	12.5	10	10	10	0,0		I21 MG13	12.5	10	10	10	0,0	
	50	10	10	10	0,0			50	10	10	10	0,0	

## Paracentrotus lividus

 $\underline{QA-QC}$  – Il test eseguito con la sostanza di riferimento ha fornito una EC<sub>50</sub> di 23,46 µg l<sup>-1</sup> di Cu (LC=21,64 e UC=25,42), che rientra nei limiti della carta di controllo del laboratorio, La percentuale media di embrioni allo stadio di pluteo (88 ± 0,58%) è risultata conforme, in quanto superiore al limite del 75% e inferiore al limite del 95%,

Le percentuali degli embrioni che hanno raggiunto lo stadio di pluteo nel test di embriotossicità (72ore) con *P.lividus* e successiva stima della tossicità cronica (EC20/50) dei campioni della colonna d'acqua sono riportati nella tabella (**Tabella 59**).

	Concentrazione (%) del campione	% media di plutei (± dev,st %)	% media di embrioni non sviluppati	Correzione ABBOTT (Embrioni non sviluppati)	EC 20 (%)	EC 50 (%)	Tossicità
Controllo		88 ± 0,58	12	0	≥ 90	>100	Assente
	100	67 ± 2,08	33	24			
I21 MG3/0,5	50	79 ± 1,53	21	11	84	>100	Bassa
	25	83 ± 1,53	14	3			
	100	69 ± 1,15	31	22			
I21 MG3/12,5	50	70 ± 1,53	20	9	≥ 90	>100	Assente
·	25	80 ± 1,53	14	3			
	100	66 ± 1,53	34	25			
I21 MG3/50	50	77 ± 2,00	23	13	78,3	>100	Bassa
	25	$86 \pm 2,52$	14	3			
	100	68 ± 2,65	32	23			
121 MG5/0,5	50	$78 \pm 2,00$	22	12	84,9	>100	Bassa
	25	85 ± 1,53	15	3			
	100	68 ± 1,53	32	23			
I21 MG5/12,5	50	79 ± 1,15	21	10	86	>100	Bassa
	25	$86 \pm 1,00$	14	3			
	100	70 ± 0,58	30	21			
I21 MG5/50	50	$80 \pm 1,53$	20	10	≥ 90	>100	Assente
	25	86 ± 1,53	14	3			
	100	72 ± 1,53	28	18			
I21 MG6/0,5	50	82 ± 1,53	18	8	≥ 90	>100	Assente
·	25	$86 \pm 0.58$	14	2			
	100	68 ± 1,53	32	23			
I21 MG6/12,5	50	$79 \pm 1,53$	21	11	87,2	>100	Bassa
	25	$85 \pm 0,58$	15	3			
	100	70 ± 0,58	30	21			
I21 MG6/50	50	$80 \pm 1,00$	20	9	≥ 90	>100	Assente
	25	86 ± 1,73	14	3			
	100	70 ± 1,00	30	21			
I21 MG7/0,5	50	$78 \pm 2,00$	22	11	≥ 90	>100	Assente
,-	25	86 ± 1,15	14	3			



Tabella	59 - Risultati del te	est di embriotossicit	à (72 ore) con <i>P.</i>	lividus e success	iva stima della	a tossicità cror	nica.
	Concentrazione (%) del campione	% media di plutei (± dev,st %)	% media di embrioni non sviluppati	Correzione ABBOTT (Embrioni non sviluppati)	EC 20 (%)	EC 50 (%)	Tossicità
	100	78 ± 2,08	22	11			
I21 MG7/12,5	50	$84 \pm 0,58$	16	5	≥ 90	>100	Assente
	25	$86 \pm 1,00$	14	3			
	100	$71 \pm 2,00$	29	20			
I21 MG7/50	50	$80 \pm 1,53$	20	10	≥ 90	>100	Assente
	25	87 ± 0,58	13	2			
	100	$76 \pm 2{,}00$	24	14			
I21 MG9/0,5	50	80 ± 1,53	20	10	≥ 90	>100	Assente
	25	85 ± 1,53	15	3			
	100	$47 \pm 2,00$	53	47			
I21 MG9/12,5	50	77 ± 1,53	23	13	60,2	>100	Bassa
	25	86 ± 1,00	14	3			
	100	48 ± 1,15	52	45			
I21 MG9/50	50	$74 \pm 1,53$	26	16	56,1	>100	Bassa
	25	84 ± 2,08	16	5			
	100	$62 \pm 2{,}08$	38	29			
I21 MG10/0,5	50	77 ± 1,53	23	12	71,4	>100	Bassa
	25	86 ± 1,53	14	3			
	100	62 ± 1,53	38	29			
I21 MG10/12,5	50	77 ± 1,15	23	12	70,9	>100	Bassa
	25	84 ± 1,53	16	5			
	100	$70 \pm 0.58$	30	21			
I21 MG10/50	50	$80 \pm 1,00$	20	9	≥ 90	>100	Assente
	25	86 ± 1,00	14	3			
	100	53 ± 1,53	47	40			
I21 MG12/0,5	50	73 ± 1,53	27	17	55,8	>100	Bassa
	25	84 ± 2,00	16	5			
	100	60 ± 1,53	40	5			
I21 MG12/12,5	50	77 ± 1,53	23	32	54,7	>100	Bassa
	25	84 ± 1,53	16	12			
104 116 404-5	100	57 ± 1,53	43	35	00.0		
I21 MG 12/50	50	$76 \pm 2,00$	24	14	63,8	>100	Bassa
	25	86 ± 0,58	14	3			
104 116 1010 =	100	57 ± 1,73	43	35	<b>50 -</b>		
I21 MG13/0,5	50	74 ± 1,53	26	17	59,7	>100	Bassa
	25	85 ± 1,53	15	3			
104 110 40445 -	100	56 ± 2,00	44	37	00.0	400	
I21 MG13/12,5	50	78 ± 1,73	22	12	66,2	>100	Bassa
	25	85 ± 1,53	15	4			
104 146 101-1	100	74 ± 2,08	26	17			
I21 MG13/50	50	80 ± 1,53	20	9	≥ 90	>100	Assente
	25	$86 \pm 0,58$	14	2			

# 4.2 Biota

# 4.2.1 Macrozoobenthos

Lo studio ha portato alla raccolta e determinazione di 9755 individui appartenenti a 201 specie (**Tabella 60**) comprendenti anellidi (policheti), molluschi, artropodi (crostacei), sipunculidi, echinodermi, nemertini, foronidei.

Tabella 60 - Lista delle specie macrobentoniche rinvenute nell'Inverno 2021 (I21).										
Annelida										
Abyssoninoe hibernica (McIntosh, 1903)	Exogone verugera (Claparède, 1868)	Oxydromus flexuosus (Delle Chiaje, 1827)								
Adercodon pleijeli Mackie, 1994	Fauvelicirratulus dollfusi (Fauvel, 1928)	Paradiopatra lepta (Chamberlin, 1919)								
Amage adspersa (Grube, 1863)	Fauveliopsis sp.	Paradoneis lyra (Southern, 1914)								
Ampharete acutifrons (Grube, 1860)	Galathowenia oculata Zachs, 1923	Paralacydonia paradoxa Fauvel, 1913								



Tabella 60	<ul> <li>Lista delle speci</li> </ul>	e macrobentoniche	rinvenute ne	ell'Inverno 2021	(121).

Amphicteis gunneri (M. Sars, 1835)

Amphictene auricoma (O. F. Müller, 1776)

Ancystrosyllis groenlandica Mc Intosh, 1879 Anobothrus gracilis (Malmgren, 1866) Aphelochaeta marioni (Saint-Joseph, 1894) Aricidea assimilis Tebble, 1959

Aricidea claudiae Laubier, 1967

Aricidea mariannae Katzmann & Laubier, 1975

Aricidea monicae Laubier, 1967 Auchenoplax crinita Ehlers, 1887

Augeneria sp.

Chaetozone carpenteri McIntosh, 1911 Chaetozone setosa Malmgern, 1867 Chirimia biceps (M. Sars, 1861) Chloeia venusta Quatrefages, 1865 Cossura soyeri Laubier, 1962

Dasybranchus caducus (Grube, 1846)

Dialychone sp.

Diplocirrus glaucus (Malmgren, 1867) Drilonereis filum (Claparède, 1868)

Euchone sp.

Euclymene lombricoides (Quatrefages, 1866) Euclymene oerstedii (Claparède, 1863) Euclymene palermitana (Grube, 1840)

Eulalia sp. Eumida sp.

Eunice vittata (Delle Chiaje, 1828) Eupanthalis kinbergi McIntosh, 1876

Arthropoda

Akanthophoreus gracilis (Krøyer, 1842)

Alpheus glaber (Olivi, 1792)

Ampelisca sp.

Amphilochus manudens Spence Bate, 1862 Anapagurus petiti Dechancé & Forest, 1962 Araphura brevimanus (Lilljeborg, 1864)

Athanas sp.

Callianassa subterranea (Montagu, 1898) Campylaspis glabra G.O. Sars, 1880 Carangoliopsis spinulosa Ledoyer, 1970

Cerapopsis longipes Della Valle, 1893

Collettea cylindrata (Sars, 1882)

Desmosoma sp.

Diastylis sp. Ebalia cranchii Leach, 1817 Eudorella nana Sars, 1879

**Echinodermata** 

Amphipolis squamata (Chiaje, 1829) Amphiura filiformis (O. F. Müller, 1776)

Astropecten irregularis pentacanthus (Delle Chiaje,

1825) Mollusca

Abra alba (W. Wood, 1802) Abra longicallus Scacchi, 1834 Abra nitida (O.F. Muller, 1776) Abra sp.

Anomia ephippium Linnaeus, 1758

Antalis inaequicostata (Dautzenberg, 1891)

Azorinus chamasolen (Da Costa, 1778) Bathyarca pectunculoides (Scacchi, 1834) Cardiomya costellata (Deshayes, 1835) Centrocardita aculeata (Poli, 1795) Clathrella clathrata (Philippi, 1844) Cuspidaria cuspidatà (Olivi 1792) Cuspidaria rostrata (Olivi, 1792) Cylichna cylindracea (Pennant, 1777) Dischides politus (S. Wood, 1842)

Gallardoneris iberica Martins, Carrera-Parra, Quintino &

Rodrigues, 2012

Glycera tesselata Grube, 1863 Glycera tridactyla Schmarda, 1861 Glycera unicornis Lamarck, 1818 Goniada maculata Oersted, 1844

Gyptis sp.

Harmothoe antilopes Mc Intosh, 1876

Harmothoe sp.

Heteromastus filiformis (Claparède, 1864)

Heterospio mediterranea Laubier, Picard & Ramos, 1972 Hyalinoecia tubicola (O. F. Müller, 1776)

Kirkegaardia heterochaeta (Laubier, 1961) Labioleanira yhleni (Malmgren, 1867)

Laonice sp.

Levinsenia demiri Çinar, Dagli & Acik, 2011

Levinsenia gracilis (Tauber, 1879)

Lumbrineris Iuciliae Martins, Carrera-Parra, Quintino &

Rodrigues, 2012 Lumbrineris sp.

Lysidice unicornis (Grube, 1840) Maldane glebiflex Grube, 1860 Melinna palmata Grube, 1860 Metasychis gotoi (Izuka, 1902) Nephtys hystricis Mc Intosh, 1900 Nephtys incisa Malmgren, 1865 Ninoe armoricana Glémarec, 1968 Notomastus profondus (Eisig, 1887)

Ophelina abranchiata Støp-Bowitz, 1948 Ophelina acuminata Örsted, 1843

Eurydice spinigera Hansen, 1890

Gammaropsis sp.

Gnathia oxyuraea (Lilljeborg, 1855) Goneplax rhomboides (Linnaeus, 1758) Haploops dellavallei Chevreux, 1900 Harpinia antennaria Meinert, 1890

Harpinia crenulata (Boeck, 1871)

Harpinia dellavallei Chevreux, 1910 Hippomedon massiliensis bellan-Santini, 1965 Kupellonura mediterranea Barnard, 1925 Leucon (Epileucon) longirostris Sars, 1871

Leucon sp. 2

Leucothoe lilljeborgi Boeck, 1861 Liljeborgia dellavallei Stebbing, 1906

Medicorophium rotundirostre (Stephensen, 1915)

Melphidippella macra (Norman, 1869)

Leptopentacta elongata (Düben Koren, 1846)

Neocucumis marioni (Marenzeller, 1878)

Ennucula aegeensis (Forbes, 1844) Euspira guilleminii (Payraudeau, 1826) Falcidens gutturosus (Kowalevsky, 1901) Flexopecten hyalinus (Poli, 1795)

Hiatella arctica (Linnaeus, 1767)

Hyala vitrea (Montagu, 1803) Kelliella abyssicola (Forbes, 1844) Kurtiella bidentata (Montagu, 1803) Mendicula ferruginosa (Forbes, 1844) Modiolus barbatus (Linnaeus, 1758) Musculus subpictus (Cantraine, 1835) Myrtea spinifera (Montagu, 1803) Neopycnodonte cochlear (Poli, 1795) Nucula nitidosa Winckworth, 1930 Nucula sulcata (Bronn, 1831)

Paraprionospio pinnata (Ehlers, 1901)

Paucibranchia bellii (Audouin & Milne Edwards,

Petaloproctus terricolus Quatrefages, 1866 Phyllodoce lineata (Claparède, 1870) Phyllodoce mucosa Örsted, 1843

Phyllodoce sp.

Pilargis verrucosa (Saint-Joseph, 1899) Pista cristata (O. F. Müller, 1776) Poecilochaetus fauchaldi Pilato & Cantone,

1976 Polycirrus sp. Polygordius sp.

Praxillella gracilis (M. Sars, 1861) Prionospio ehlersi Fauvel, 1928 Prionospio fallax Soderstrom, 1920 Prionospio sp.

Protodorvillea kefersteini (Mc Intosh, 1869)

Scalibregma inflatum Rathke, 1843

Schistomeringos rudolphi (Delle Chiaje, 1828)

Scolelepis sp.

Sigambra tentaculata (Treadwell, 1941)

Sphaerosyllis sp. Spio multioculata (Rioja, 1918)

Spiochaetopterus costarum (Claparède, 1869)

Spiophanes kroyeri Grube, 1860 Sternaspis scutata (Ranzani, 1817) Syllis parapari San Martín & López, 2000 Terebellides mediterranea Parapar, Mikac &

Fiege, 2013

Vermiliopsis infundibulum (Philippi, 1844)

Metaphoxus simplex Bate, 1857

Munida intermedia A. Milne Edwards & Bouvier,

Paranthura sp.

Paranymphon spinosum Caullery, 1896 Paraphoxus oculatus (G.O. Sars, 1879) Pardaliscella boeckii (Malm, 1870)

Perioculodes longimanus (Bate & Westwood,

Photis longicaudata (Bate & Westwood, 1862) Phtisica marina Slabber, 1769 Pilumnus spinifer H. Milne-Edwards, 1834 Processa macrophthalma Nouvel & Holthuis,

Pseudoprotella phasma (Montagu, 1804)

Stenothoe sp.

Tuberapseudes echinatus (Sars. 1882) Upogebia deltaura (Leach, 1815) Westwoodilla rectirostris (Della Valle, 1893)

Ophiura grubei Heller, 1863

Pandora pinna (Montagu, 1803) Papillicardium minimum (Philippi, 1836) Parvicardium exiguum (Gmelin, 1791) Philine catena (Montagu, 1803) Pitar rudis (Poli, 1795) Prochaetoderma raduliferum (Kowalevsky, 1901) Saccella commutata (Philippi, 1844)

Striarca lactea (Linnaeus, 1758) Thyasira alleni Carozza, 1981 Thyasira biplicata (Philippi, 1836)
Thyasira granulosa (Monterosato, 1874) Timoclea ovata (Pennant, 1777) Tropidomya abbreviata (Forbes, 1843) Turritella communis Risso, 1826

Yoldiella philippiana (Nyst, 1845)



Tabella 60	Tabella 60 - Lista delle specie macrobentoniche rinvenute nell'Inverno 2021 (I21).							
Sipuncula								
Golfingia (Golfingia) vulgaris vulgaris (Blainville, 1827)	Onchnesoma steenstrupii steenstrupii Koren & Danilssen, 1876							
Nephasoma diaphanes (Gerould, 1913)	Phascolion (Phascolion) strombus strombus (Montagu, 1804)							
Nemertea ind.								
Phoronida								
Phoronis psammophila Cori, 1889								

Gli anellidi, rappresentati unicamente da policheti, risultano essere il gruppo dominante che con 7265 individui rappresentano il 74,5% dell'abbondanza totale. I molluschi e i crostacei, secondi e terzi in ordine di abbondanza, forniscono, rispettivamente, l'11,2 e il 10,8% di contributo, mentre i sipunculidi si fermano al 2,7%. Gli echinodermi (63 individui) non raggiungono l'1% in totale (**Figura 34**).

Più equilibrata risulta essere la ripartizione delle specie tra i vari gruppi, sebbene anche da questo punto di vista gli anellidi policheti si confermino il taxon dominante fornendo quasi la metà delle specie rinvenute (96 specie). Crostacei e Molluschi sono rappresentati da 48 e 45 specie, fornendo il 24% e il 22% delle specie totali, rispettivamente.

Gli echinodermi e i sipunculidi forniscono, rispettivamente, il 3% e il 2% di specie al panorama faunistico.

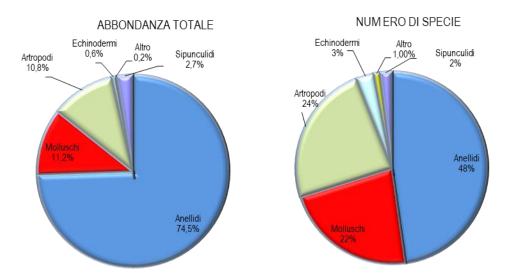


Figura 34 - Ripartizione dell'abbondanza totale e del numero di specie tra i principali taxa rinvenuti nell'Inverno 2021. Altro= nemertini, foronidei.

Ai policheti appartengono le specie rinvenute col maggior numero di individui. Le prime quattro specie dominanti, sono, infatti, policheti e rappresentano quasi metà dell'abbondanza totale (48,8%).

Levinsenia demiri (3427 individui) è in assoluto il polichete più abbondante e da solo rappresenta il 34,14% dell'abbondanza totale. Paradiopatra lepta seconda in ordine di abbondanza, fornisce poco più del 6% di contributo all'abbondanza totale. Ad essa segue Aphelochaeta marioni (397 individui), apportando un contributo del 4,07% (**Figura 35**).

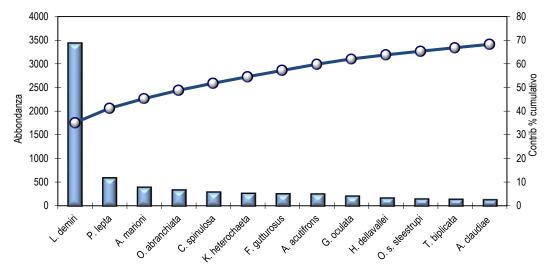


Figura 35 - Abbondanza totale e contributo percentuale cumulativo delle specie dominanti (I21).



Questo risultato, che conferma quanto emerso dalla fase di "bianco", dimostra che l'area è caratterizzata da un panorama faunistico dominato da poche specie molto abbondanti affiancate da un elevato numero di specie presenti con pochi individui. Infatti 183 specie (ossia 91% del totale) contribuiscono per meno dell'1% all'abbondanza totale. Inoltre il 16,42% delle specie è presente con un solo individuo.Le specie dominanti e diffuse, fanno sì che le repliche esibiscano una elevata similarità tra di loro, mai inferiore al 68,14%, minimo osservato in I21 MG9, con valori che superano l'80%. *Levinsenia demiri* dà il contributo maggiore a tale similarità, contributo che nel caso di I21 MG6 supera il 50%

In questa stazione, infatti, tale polichete esibisce l'abbondanza più elevata pari a 156,25±10,3 (dato medio tra repliche). Una situazione analoga si osserva in l21 MG4, anche in questo caso *L. demiri* esibisce elevati valori di abbondanza (106,25±2,1) e contribuisce alla similarità tra repliche per il 50,4%.

Al contrario, bassi valori di abbondanza sono stati rilevati in I21 MG8 e I21 MG9 dove questo polichete esibisce un'abbondanza media intorno a 20 individui. In guesti casi il contributo alla similarità tra repliche varia tra il 20 e il 30%.

Il polichete *Paradiopatra lepta* seppur molto meno abbondante di *L. demiri*, è la seconda specie che maggiormente contribuisce alla similarità tra repliche in 8 stazioni su 12, apportando comunque un contributo modesto che in nessun caso supera il 10%.

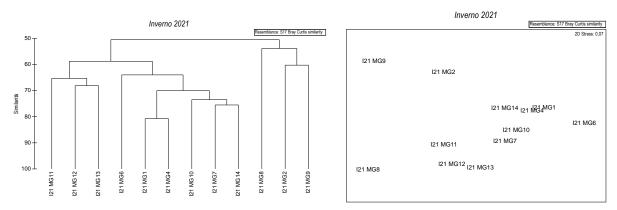
Queste due specie sono anche quelle che maggiormente spiegano la distribuzione dei punti nel piano di ordinamento (**Figura 36**) ottenuto dal non-Metric Multidimensional Scaling (n-MDS).

Le stazioni non distribuite nel plot in accordo alla loro posizione geografica o alla distanza dall'FSRU rispecchiano prevalentemente, da sinistra destra, un gradiente crescente dei valori di abbondanza di *L. demiri* e in minor misura di *P. lepta*.

La posizione delle stazioni situate nella parte destra del plot (I21 MG4, I21 MG1 e I21 MG6) è dovuta al comportamento di *Levinsenia demiri* che mostra, in queste stazioni abbondanze più alte. Ad essa si affiancano *Ophelina abranchiata* (che esibisce i maggiori valori di abbondanza in I21 MG1, I21 MG4 e I21 MG6) e *Aphelochaeta marioni* (che esibisce i maggiori valori di abbondanza in I21 MG6, I21 MG1 e I21 MG14). *Carangoliopsis spinulosa* spiega per lo più la posizione del I21 MG2, mentre *Kurtiella bidentata* e *Corophium rotundirostre* quella della stazione I21 MG9.

La posizione della stazione I21 MG8 è dovuta in particolare a Anomia ephippium e Pilumnus spinifer.

Per il gruppo di stazioni I21 MG11, I21 MG12, I21 MG13 non è possibile identificare specie con elevati valori di correlazione che ne spieghino la posizione. Concorrono più specie (es. *Amphiura filiformis*) ciascuna con modesti valori di correlazione.



**Figura 36 -** Risultati della cluster analysis (group average) a sinistra, piano di ordinamento ottenuto dal n-MDS, a destra. La matrice triangolare è stata ottenuta tramite l'indice di Bray-Curtis.

Anche dal punto di vista strutturale (**Tabella 35**) i parametri indagati risultano variabili da stazione a stazione. Il numero di specie medio (ossia ottenuto dopo il calcolo della media tra repliche) varia tra 35,7 minimo rilevato in I21 MG9 e 63,7, massimo osservato presso il rigassificatore (I21 MG6).

Le stazioni I21 MG2, I21 MG9, I21 MG11, I21 M14, nessuna delle quali è vicina all'FSRU, hanno un numero di specie più basso rispetto alla media totale (49,94±7,9). In totale il numero di specie rilevato complessivamente nelle quattro stazioni più vicine all'FSRU è pari a 154 di cui 27 esclusive ossia non rilevate nelle altre stazioni. Il numero totale di specie rilevato nelle stazioni più lontane (MG1, MG2, MG9, MG10) è 128, mentre quelle trovate nelle stazioni intermedie (MG4, MG8, MG11, MG14) è pari a 141.

Analogamente al numero di specie, anche l'abbondanza totale media delle stazioni esibisce il minimo (100,75) in I21 MG9 e il massimo (377,5) in I21 MG6, ossia presso l'FSRU. Nel complesso, N, esibisce una elevata variabilità tra stazioni, oscillando intorno al valore medio di 203,2±73,5. Presso il Terminale (MG6, MG7, MG12, MG13) si osserva una elevata variabilità tra stazioni due delle quali presentano un'abbondanza superiore alla media generale e 2, al contrario, inferiore.

Fra le restanti stazioni solo I21 MG4 e I21 MG1, I21 MG10 hanno una abbondanza totale maggiore rispetto alla media.

La diversità di Shannon-Weaver mostra il suo minimo in I21 MG4 (3,83) ed il massimo in I21 MG8 (4,98) con una media complessiva di 4,28±0,41). Mediamente non ci sono differenze tra le stazioni poste presso il Terminale (MG6, MG7, MG12, MG13), quelle intermedie (MG4, MG8, MG11, MG14) e quelle più lontane (MG1, MG2, MG9, MG10).

Anche la ricchezza specifica di Margalef mostra un picco presso il Terminale I21 MG13 (10,63) ed un minimo in I21 MG2 (7,37) ed ha media complessiva pari a 9,28±1,14. In tutte le stazioni prossime al terminale (MG6, MG7, MG12, MG13) i valori sono superiori a tale media. Fra le restanti stazioni, solo I21 MG8 ha una ricchezza specifica maggiore di tale media.



Infine l'equitabilità oscilla tra 0,88 (I21 MG8) e 0,65 (I21 MG6) con un valore medio di 0,76±0,08). Mediamente non ci sono differenze tra le stazioni poste presso il Terminale (MG6, MG7, MG12, MG13), quelle intermedie (MG4, MG8, MG11, MG14) e quelle più lontane (MG1, MG2, MG9, MG10).

Nessun dato indica che presso il Terminale ci siano condizioni che comportano impoverimento del popolamento.

Tabella 61 - specifica di S											S), Nu	mero di i	ndividui (	N), Di	iversità
Stazioni		S			N			d		ŀ	d'(log2	2)		J	
I21 MG1	52,25	±	1,50	270,00	±	9,63	9,15	±	0,23	3,91	±	0,13	0,68	±	0,02
I21 MG2	38,50	±	3,87	162,25	±	9,71	7,37	±	0,74	4,19	±	0,12	0,80	±	0,01
I21 MG4	52,25	±	3,30	249,50	±	16,13	9,29	±	0,56	3,83	±	0,12	0,67	±	0,01
I21 MG6	63,75	±	3,30	377,50	±	5,80	10,58	±	0,53	3,87	±	0,13	0,65	±	0,02
I21 MG7	56,25	±	3,30	197,75	±	14,73	10,45	±	0,50	4,27	±	0,15	0,73	±	0,02
I21 MG8	50,50	±	1,91	118,75	±	6,02	10,36	±	0,32	4,98	±	0,08	0,88	±	0,01
I21 MG9	35,75	±	3,86	100,75	±	13,15	7,53	±	0,64	4,37	±	0,18	0,85	±	0,02
I21 MG10	50,00	±	2,16	216,50	±	14,48	9,11	±	0,29	4,02	±	0,10	0,71	±	0,01
I21 MG11	47,00	±	1,83	157,75	±	10,44	9,09	±	0,32	4,52	±	0,07	0,81	±	0,01
I21 MG12	51,00	±	0,82	177,50	±	20,62	9,67	±	0,24	4,58	±	0,05	0,81	±	0,01
I21 MG13	58,25	±	0,96	218,25	±	16,07	10,63	±	0,15	4,96	±	0,04	0,85	±	0,01
I21 MG14	43,75	±	3,30	192,25	±	14,13	8,14	±	0,66	3,85	±	0,06	0,71	±	0,01

#### 4.2.2 Meiobenthos

#### Dati delle singole stazioni

La stazione  $12\overline{1}$  MG1 è caratterizzata da un sedimento sabbioso misto a silt con detrito vegetale. Le analisi faunistiche hanno consentito di rilevare una comunità meiobentonica costituita da nove gruppi tassonomici, con una densità complessiva di  $179.4 \pm 95.3$  ind./ $10 \text{ cm}^2$ . Nematodi sono il taxon dominante, raggiungendo l'80.8% della meiofauna totale ( $144.9 \pm 78.9$  ind./ $10 \text{ cm}^2$ ). Seguono Copepodi ( $16.8 \pm 11.3$  ind./ $10 \text{ cm}^2$ ; 9.4%), Policheti ( $13.1 \pm 10.3$  ind./ $10 \text{ cm}^2$ ; 7.3%) e Nauplii ( $1.3 \pm 0.8$  ind./ $10 \text{ cm}^2$ ; 9.7%). I rimanenti cinque taxa, raggruppati nella categoria "Altri", costituiscono nel complesso l'1.9% della biocenosi ( $3.4 \pm 2.4$  ind./ $10 \text{ cm}^2$ ); nessuno di questi raggiunge l'1% del popolamento complessivo (**Tabella 62**; **Figura 37**). In questo sito i valori degli indici strutturali risultano inferiori alla media calcolata per l'area (**Tabella 64**).

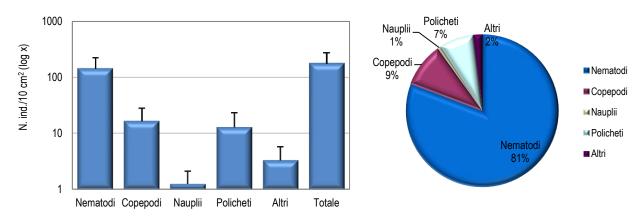


Figura 37 - Stazione I21 MG1. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).



Tabella 62 - Struttura della comunità meiobentonica nelle stazioni I21 MG1, I21 MG2, I21 MG4, I21 MG6, I21 MG7, I21 MG8. Densità media (±DS) (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. L'abbondanza relativa (%) dei singoli taxa è stata calcolata in relazione alla densità totale.

uerisita tutale.												
	I21 MG1		121 MG2		I21 MG4		I21 MG6		I21 MG7		I21 MG8	
	Media±DS	%	Media±DS	%	Media±DS	%	Media±DS	%	Media±DS	%	Media±DS	%
Nematodi	144,9±78,9	80,8	56,0±21,6	71,5	58,1±42,5	66,7	328,1±145,4	76,8	421,1±189,1	75,0	212,2±90,7	69,6
Copepodi	16,8±11,3	9,4	6,3±11,5	8,1	13,1±19,9	15,0	50,5±25,9	11,8	42,1±30,0	7,5	28,6±16,1	9,4
Nauplii	1,3±0,8	0,7	2,9±4,8	3,8	4,2±4,2	4,8	8,4±5,0	2,0	40,4±38,2	7,2	27,4±22,3	9,0
Policheti	13,1±10,3	7,3	10,5±12,0	13,4	10,1±5,7	11,6	31,6±19,2	7,4	43,8±21,6	7,8	27,0±6,0	8,8
Chinorinchi	-	-	0,8±1,7	1,1	$0,4\pm0,8$	0,5	1,7±1,4	0,4	3,4±3,1	0,6	1,7±1,4	0,6
Turbellari	-	-		-	-	-	-	-	3,4±1,4	0,6	3,4±4,1	1,1
Ostracodi	$0.4 \pm 0.8$	0,2	$0,4\pm0,8$	0,5	-	-	2,5±1,7	0,6	1,7±2,4	0,3	0,8±1,7	0,3
Anfipodi	-	-		-	-	-	$0,4\pm0,8$	0,1	0,8±1,7	0,1	-	-
Idrozoi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3±1,6	0,4
Isopodi	-	-	$0,4\pm0,8$	0,5	-	-	$0.4 \pm 0.8$	0,1	0,8±1,7	0,1	$0,4\pm0,8$	0,1
Bivalvi	-	-	$0,4\pm0,8$	0,5	-	-	$0.4 \pm 0.8$	0,1	$0,4\pm0,8$	0,1	-	-
Caudofoveati	$0.4 \pm 0.8$	0,2	-	-	$0.4 \pm 0.8$	0,5	$0.4 \pm 0.8$	0,1	-	-	-	-
Nemertini	$0.4 \pm 0.8$	0,2	-	-	$0.4 \pm 0.8$	0,5	-	-	3,4±3,1	0,6	1,3±1,6	0,4
Acari	$0.4 \pm 0.8$	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	$0,4\pm0,8$	0,1
Tanaidacei	1,7±1,4	0,9	$0,4\pm0,8$	0,5	$0.4 \pm 0.8$	0,5	2,5±2,9	0,6	-	-	-	-
Cumacei	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oligocheti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$0.4 \pm 0.8$	0,1
Priapulidi	-	-	-	-	-	-	-	-	$0.4 \pm 0.8$	0,1	-	-
Loriciferi	-	-	-	-	-	-	-	-	- '	-	-	-
Ciliati	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altri (ΣChino-Cili)	$3,4\pm2,4$	1,9	2,5±3,2	3,2	1,7±2,4	1,9	8,4±4,3	2,0	14,3±4,5	2,5	9,7±7,6	3,2
Meiofauna totale	179,4±95,3	-	78,3±44,0	-	87,2±72,3	-	427,0±195,7	-	561,8±273,6	-	304,9±114,9	-

Il sedimento della stazione I21 MG2, di tipo sabbioso fine con silt, presenta una comunità meiobentonica costituita da nove taxa principali, per un popolamento complessivo pari a  $78.3 \pm 44.0$  ind./10 cm², la densità più bassa registrata nell'area. Dominano i Nematodi, che raggiungono il 71.5% della biocenosi, con una densità di  $56.0 \pm 21.6$  ind./10 cm². Questi sono seguiti dai Policheti ( $10.5 \pm 12.0$  ind./10 cm²; 13.4%), dai Copepodi ( $6.3 \pm 11.5$  ind./10 cm²; 8.1%) e, infine, dai Nauplii ( $2.9 \pm 4.8$  ind./10 cm²; 3.8%). I cinque taxa meno abbondanti rappresentano il 3.2% della biocenosi ("Altri":  $2.5 \pm 3.2$  ind./10 cm²); di questi solo i Chinorinchi superano l'1% del totale (**Tabella 62**; **Figura 38**). I valori degli indici di ricchezza di Margalef e di diversità di Shannon-Wiener corrispondono alla media calcolata per tutta l'area, mentre l'equitabilità di Pielou risulta superiore (**Tabella 64**).

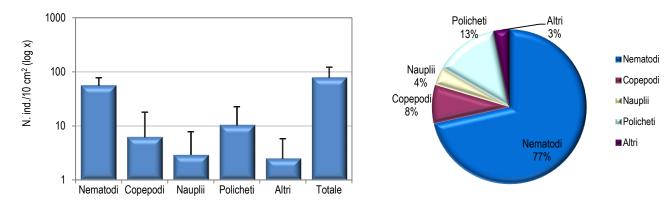
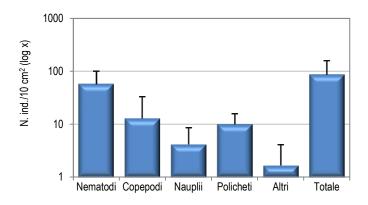


Figura 38 - Stazione I21 MG2. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

La stazione I21 MG4 presenta un sedimento sabbioso fine misto a silt e detrito vegetale, ed ospita otto gruppi meiobentonici, per una densità media complessiva di  $87.2 \pm 72.3$  ind./10 cm² (**Tabella 62**). I Nematodi risultano dominanti, con una densità di  $58.1 \pm 42.5$  ind./10 cm² (66.7% della biocenosi). Seguono Copepodi, taxon subdominante ( $13.1 \pm 19.9$  ind./10 cm²; 15.0%), Policheti ( $10.1 \pm 5.7$  ind./10 cm²; 11.6%) e Nauplii ( $10.1 \pm 1.2$  ind./10 cm²;  $11.2 \pm 1.2$  ind./10 cm²;  $11.2 \pm 1.2$  ind./10 cm², pari all'1,9% del popolamento (**Tabella 62**; **Figura 39**); nessuno di questi supera l'1% della biocenosi. Il valore dell'indice di ricchezza di Margalef risulta inferiore alla media calcolata per l'intera area, mentre la diversità di Shannon-Wiener e l'equitabilità di Pielou sono superiori ai dati dell'area (**Tabella 64**).



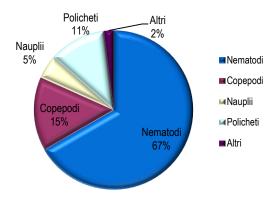
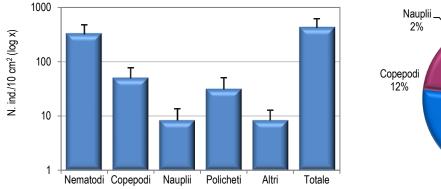


Figura 39 - Stazione I21 MG4. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

La stazione I21 MG6 presenta un sedimento sabbioso fine con silt e detrito vegetale, in cui sono stati rinvenuti i rappresentanti di undici gruppi tassonomici. La densità complessiva della comunità meiobentonica è pari a  $427.0 \pm 195.7$  ind./10 cm² (**Tabella 62**). I Nematodi risultano il taxon dominante, con una densità di  $328.1 \pm 145.4$  ind./10 cm² (76.8% del totale). Seguono i Copepodi ( $50.5 \pm 25.9$  ind./10 cm²; 11.8%), i Policheti ( $31.6 \pm 19.2$  ind./10 cm²; 7.4%) e i Nauplii ( $8.4 \pm 5.0$  ind./10 cm²; 2.0%). I restanti sette taxa, raggruppati nella categoria "Altri", raggiungono il 2.0% del totale ( $8.4 \pm 4.3$  ind./10 cm²); nessuno di questi supera l'1% del popolamento (**Tabella 62**; **Figura 40**). I valori degli indici strutturali risultano inferiori alla media calcolata per l'area di studio (**Tabella 64**).



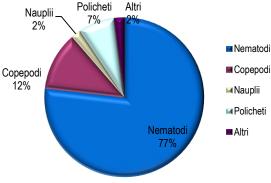


Figura 40 - Stazione I21 MG6. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

Il sedimento della stazione I21 MG7, caratterizzato da sabbia fine con silt e detrito vegetale, ospita dodici major taxa meiobentonici, con una densità media totale di 561,8 ± 273,6 ind./10 cm². I Nematodi sono il taxon dominante, con una densità media di 421,1 ± 189,1 ind./10 cm², corrispondente al 75,0% del popolamento. Seguono i Policheti (43,8 ± 21,6 ind./10 cm²; 7,8%), i Copepodi (42,1 ± 30,0 ind./10 cm²; 7,5%) e i Nauplii (40,4 ± 38,2 ind./10 cm²; 7,2%). I restanti otto taxa, raggruppati nella categoria "Altri", costituiscono il 2,5% della meiofauna totale (14,3 ± 4,5 ind./10 cm²); nessuno di questi supera l'1% della biocenosi (**Tabella 62**; **Figura 41**). Si rimarca il rinvenimento in questa stazione di larve del raro phylum Priapulida. I valori degli indici di ricchezza di Margalef e diversità di Shannon-Wiener risultano inferiori alla media calcolata per l'area oggetto di studio, mentre l'equitabilità di Pielou mostra valori simili a quelli calcolati per l'intera area (**Tabella 64**).

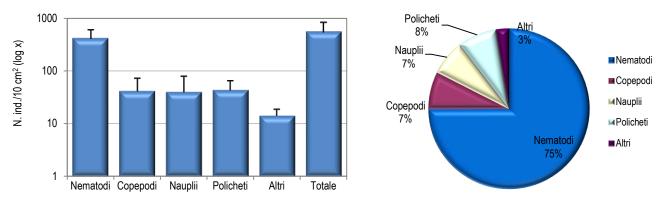


Figura 41 - Stazione I21 MG7. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

La stazione I21 MG8 è caratterizzata da un sedimento sabbioso fine con silt e abbondante detrito vegetale. In questo sito la comunità meiobentonica è costituita da dodici gruppi tassonomici, con una densità complessiva pari a 304,9 ± 114,9 ind./10 cm² (**Tabella 62, Tabella 64**). Sebbene relativamente meno abbondanti rispetto ad altre stazioni, i Nematodi sono il taxon dominante, costituendo il 69,6% del popolamento (densità: 212,2 ± 90,7 ind./10 cm²). Seguono i Copepodi (28,6 ± 16,1 ind./10 cm²; 9,4%), i Nauplii (27,4 ± 22,3 ind./10 cm²; 9,0%) e, infine, i Policheti (27,0 ± 6,0 ind./10 cm²; 8,8%). I restanti otto taxa rappresentano il 3,2% del totale (7,6 ± 6,5 ind./10 cm²); di questi solo i Chinorinchi superano l'1% del popolamento (**Tabella 62; Figura 42**). In questo sito i valori degli indici di ricchezza di Margalef e di diversità di Shannon-Wiener risultano superiori alla media calcolata per l'area, mentre l'equitabilità di Pielou corrisponde ad essa (**Tabella 64**).

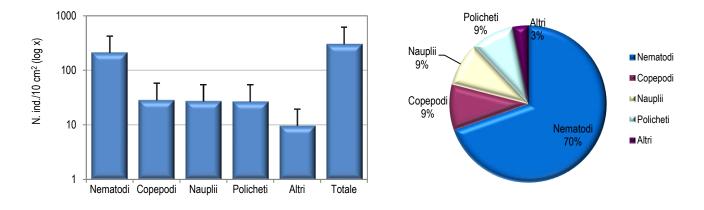


Figura 42 - Stazione I21 MG8. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

Il sito I21 MG9 presenta un sedimento caratterizzato da sabbia fine mista a silt. La biocenosi meiobentonica rilevata in questo sito è costituita da ben quattordici gruppi tassonomici, con una densità media totale pari a 350,0 ±2 49,8 ind./10 cm² (**Tabella 63**, **Tabella 64**). Dominano i Nematodi, sebben risultino meno abbondanti rispetto ad altre stazioni, costituendo il 69,2% della meiofauna totale (densità: 242,1 ± 144,8 ind./10 cm²). Seguono Copepodi, taxon subdominante (38,3 ± 35,4 ind./10 cm²; 11,0%), Nauplii (34,5 ± 40,6 ind./10 cm²; 9,9%) e Policheti (20,6 ± 20,1 ind./10 cm²; 5,9%). I restanti dieci taxa rappresentano il 4,1% del popolamento (14,3 ± 15,6 ind./10 cm²; Tabella 63; **Figura 43**); tra questi solo Turbellari e Ostracodi superano l'1% del totale. I valori degli indici di ricchezza di Margalef e di diversità di Shannon-Wiener risultano superiori alla media riscontrata per l'intera area, mentre l'equitabilità di Pielou è sostanzialmente pari ad essa (**Tabella 64**).

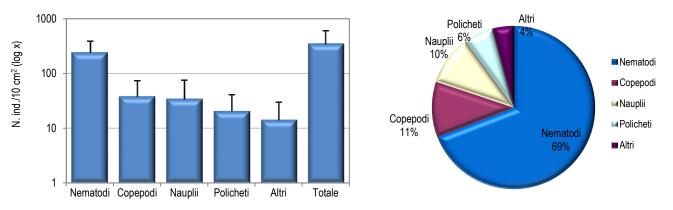


Figura 43 - Stazione I21 MG9. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

	I21 MG9		I21 MG10		I21 MG11		I21 MG12		I21 MG13		I21 MG14	
	Media±DS	%	Media±DS	%	Media±DS	%	Media±DS	%	Media±DS	%	Media±DS	%
Nematodi	242.1±144.8	69,2	393.3±310.9	70.3	160,4±38,5	79,2	155.8±83.7	78,6	176.5±125.8	59.5	185.3±63.2	65,5
Copepodi	38.3±35.4	11,0	52.6±43.5	9,4	9,3±5,2	4,6	15,2±11,3	7,6	62.7±72.4	21,2	46.3±41.0	16,4
Nauplii	34,5±40,6	9,9	60.2±44.1	10,8	5,1±2,4	2,5	6,7±5,7	3,4	19,8±16,5	6,7	13,5±18,5	4,8
Policheti	20.6±20.1	5,9	32.8±18.9	5,9	19,4±9,2	9,6	16.4±7.1	8,3	28,2±14,7	9,5	26,5±22,0	9,4
Chinorinchi	2,5±3,2	0,7	6,3±5,0	1,1	1,3±1,6	0,6	0,4±0,8	0,2	2,9±4,0	1,0	5,9±6,4	2,1
Turbellari	3,8±3,5	1,1	3,8±3,5	0,7	1,7±1,4	0,8	-	-,-	-,,-	-	-	-,.
Ostracodi	5,1±8,0	1,4	4,6±3,7	0,8	1,3±0,8	0,6	1,3±2,5	0,6	1,7±2,4	0,6	2,5±2,9	0,9
Anfipodi	0,4±0,8	0,1	0,8±1,7	0,2	-	-	-	-	-	-	-,,-	-,-
Idrozoi	-	-	-	-	0,8±1,0	0.4	-	-	-	-	-	-
Isopodi	0,4±0,8	0.1	$0.4 \pm 0.8$	0,1	-	-	-	-	0,8±1,0	0,3	-	-
Bivalvi	0,4±0,8	0,1	0,4±0,8	0.1	0.8±1.0	0.4	-	-	0.8±1.0	0,3	$0.4 \pm 0.8$	0,1
Caudofoveati	-	-	1,3±0,8	0,2	$0.4 \pm 0.8$	0,2	0,8±1,7	0.4	0,8±1,0	0,3	$0.4 \pm 0.8$	0,1
Nemertini	0,4±0,8	0.1	0,4±0,8	0.1	0,4±0,8	0,2	-	-	-	-	0,4±0,8	0,1
Acari	0,4±0,8	0,1	0,8±1,0	0,2	-	-	-	-	-	-	-, -,-	-
Tanaidacei	0,4±0,8	0,1	1,7±2,4	0,3	$0.4 \pm 0.8$	0,2	1,7±2,4	8,0	2,1±3,2	0,7	1,3±2,5	0,4
Cumacei	0,4±0,8	0,1	· - ·	-	· - ·	-		-	- '	-	· - ·	-
Oligocheti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Priapulidi	-	-	-	-	$0.8 \pm 1.7$	0,4	-	-	-	-	-	-
Loriciferi	-	-	-	-	0,4±0,8	0,2	-	-	-	-	-	-
Ciliati	-	-	-	-		-	-	-	-	-	$0,4\pm0,8$	0,1
Altri (ΣChino-Cili)	14,3±15,6	4,1	20,6±14,3	3,7	8,4±3,6	4,2	4,2±4,5	2,1	9,3±10,0	3,1	11,4±9,1	4,0
Meiofauna totale	350,0±249,8	-	559,7±397,5	-	202,6±32,6	-	198,3±98,5	-	296,5±233,1	-	283,0±151,3	-

La stazione I21 MG10 è caratterizzata da un sedimento sabbioso fine misto a silt e con abbondante detrito vegetale. La biocenosi meiobentonica è costituita da ben quattordici major taxa, con una densità media totale pari a 559,7 ± 397,5 ind./10 cm², la più elevata riscontrata nell'area di studio (**Tabella 63, Tabella 64**). Dominano i Nematodi, con una densità di 393,3 ± 310,9 ind./10 cm², pari al 70,3% del popolamento. Seguono Nauplii (60,2 ± 44,1 ind./10 cm²; 10,8%), Copepodi (52,6 ± 43,5 ind./10 cm²; 9,4%) e Policheti (32,8 ± 18,9 ind./10 cm²; 5,9%) (**Tabella 63; Figura 44**). I restanti dieci taxa, raggruppati nella categoria "Altri", rappresentano il 3,7% della biocenosi (20,6 ± 14,3 ind./10 cm²); di questi solo i Chinorinchi superano l'1% del totale (**Tabella 63**). In questa stazione i valori degli indici di ricchezza di Margalef e di diversità di Shannon-Wiener risultano superiori alla media calcolata per l'area, mentre l'equitabilità di Pielou corrisponde ad essa (**Tabella 64**).

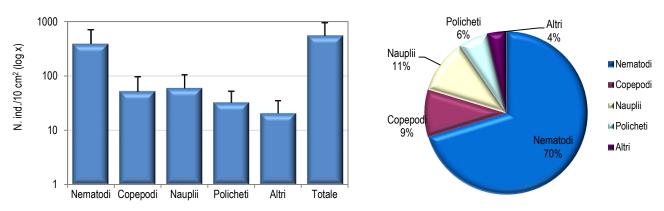


Figura 44 - Stazione I21 MG10. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

Il sedimento della stazione I21 MG11, caratterizzato da sabbia fine con silt e abbondante detrito grossolano, presenta una biocenosi meiobentonica costituita da ben quattordici gruppi meiobentonici, per una densità media complessiva pari a  $202,6 \pm 32,6$  ind./10 cm². In modo analogo ad altri siti, i Nematodi sono il taxon dominante, raggiungendo il 79,2% del popolamento, con una densità media di  $160,4 \pm 38,5$  ind./10 cm² (**Tabella 63**). Seguono Policheti ( $19,4 \pm 9,2$  ind./10 cm²; 9,6%), Copepodi ( $9,3 \pm 5,2$  ind./10 cm²; 4,6%) e Nauplii ( $5,1 \pm 2,4$  ind./10 cm²; 2,5%). I restanti dieci taxa costituiscono il 4,2% della comunità ("Altri":  $8,4 \pm 3,6$  ind./10 cm²); nessuno di questi supera l'1% del totale (**Tabella 63**; **Figura 45**). Si segnala il rinvenimento, in questo sito, di esemplari dei rari taxa Loricifera e Priapulida. In questa stazione il valore dell'indice di ricchezza di Margalef è superiore alla media calcolata per l'area oggetto di indagine, mentre la diversità di Shannon-Wiener e l'equitabilità di Pielou risultano inferiori ai dati medi della zona (**Tabella 64**).

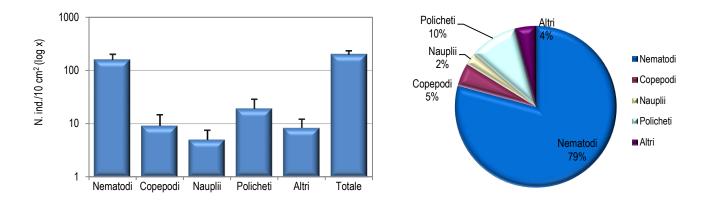


Figura 45 - Stazione I21 MG11. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

La stazione I21 MG12, caratterizzata da un sedimento costituito da sabbia fine con silt e abbondante detrito grossolano, presenta otto taxa meiobentonici maggiori, per un'abbondanza media complessiva di  $198.3 \pm 98.5$  ind./10 cm². I Nematodi sono il taxon dominante, esibendo una densità di  $155.8 \pm 83.7$  ind./10 cm², pari al 78.6% del popolamento complessivo. Seguono Policheti ( $16.4 \pm 7.1$  ind./10 cm²; 8.3%), Copepodi ( $15.2 \pm 11.3$  ind./10 cm²; 7.6%) e Nauplii ( $6.7 \pm 5.7$  ind./10 cm²; 3.4%). I restanti quattro taxa rappresentano il 2.1% della biocenosi meiobentonica ("Altri", densità:  $4.2 \pm 4.5$  ind./10 cm²; **Tabella 63; Figura 46**). Il valore dell'indice di ricchezza di Margalef risulta inferiore alla media calcolata per l'area d'indagine, mentre la diversità di Shannon-Wiener e l'equitabilità di Pielou sono superiori (**Tabella 64**).

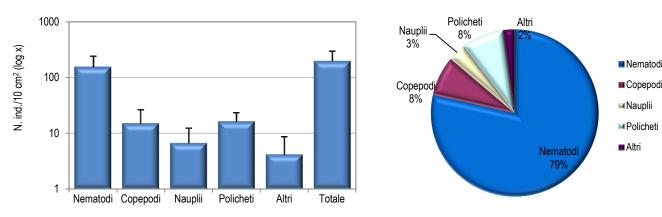


Figura 46 - Stazione I21 MG12. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

Il sedimento della stazione I21 MG13, caratterizzato da sabbia fine mista a silt e con detrito vegetale, ospita rappresentanti di dieci taxa meiobentonici principali, per una densità complessiva pari a  $296.5 \pm 233.1$  ind./10 cm² (**Tabella 65**). Sebbene nettamente meno abbondanti rispetto ad altre stazioni, i Nematodi risultano il taxon dominante, con una densità di  $176.5 \pm 125.8$  ind./10 cm², pari al 59.5% del popolamento. I Copepodi sono il taxon subdominante, raggiungendo il 21.2% del totale  $(62.7 \pm 72.4$  ind./10 cm²). Seguono i Policheti  $(28.2 \pm 14.7 \text{ ind./10 cm}^2; 9.5\%)$  e, infine, i Nauplii  $(19.8 \pm 16.5 \text{ ind./10 cm}^2; 6.7\%)$ . I restanti sei taxa costituiscono nel complesso il 3.1% della biocenosi ("Altri", densità:  $9.3 \pm 10.0$  ind./10 cm²); di questi, solo i Chinorinchi superano l'1% del totale. (**Tabella 65**; **Figura 47**). In questa stazione i valori degli indici di ricchezza di Margalef e di diversità di Shannon-Wiener risultano inferiori alla media calcolata per l'area, mentre l'equitabilità di Pielou corrisponde ad essa (**Tabella 64**).

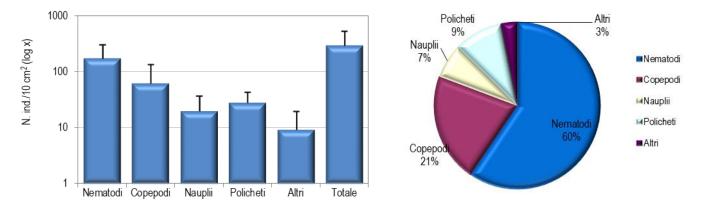
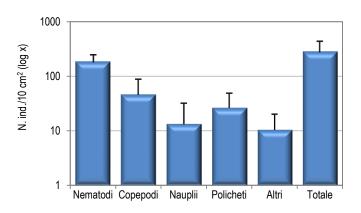


Figura 47 - Stazione I21 MG13. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

La stazione I21 MG14 è caratterizzata da un sedimento sabbioso fine con silt e detrito vegetale. La comunità meiobentonica è costituita da undici taxa meiobentonici (densità:  $283.0 \pm 151.3$  ind./10 cm²; **Tabella 65**). Pur risultando meno abbondanti che altrove, i Nematodi restano il taxon dominante, raggiungendo il 65,5% del popolamento (densità:  $185.3 \pm 63.2$  ind./10 cm²). I Copepodi sono il taxon subdominante ( $46.3 \pm 41.0$  ind./10 cm²; 16.4%), seguiti dai Policheti ( $26.5 \pm 22.0$  ind./10 cm²; 9.4%) e dai Nauplii ( $13.5 \pm 18.5$  ind./10 cm²; 4.8%). I restanti sette taxa raggiungono il 4.0% della biocenosi complessiva ("Altri":  $11.4 \pm 9.1$  ind./10 cm²); di questi solo i Chinorinchi superano l'1% del totale, raggiungendo il 2.1% del popolamento (**Tabella 65**; **Figura 48**). Il valore dell'indice di ricchezza di Margalef è pari alla media calcolata per l'area, mentre la diversità di Shannon-Wiener e l'equitabilità di Pielou risultano superiori ad essa (**Tabella 64**).



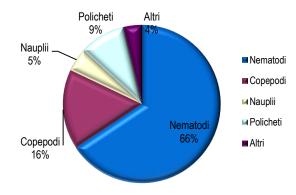


Figura 48 - Stazione I21 MG14. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm²) dei taxa principali e del popolamento complessivo. Valori in scala logaritmica (sx). Apporto percentuale dei diversi taxa al popolamento meiobentonico complessivo (dx).

#### Dati complessivi

Nell'area indagata sono stati rinvenuti complessivamente organismi appartenenti a venti gruppi tassonomici. Nematodi, Copepodi, Nauplii e Policheti sono risultati presenti in tutte e 12 le stazioni investigate, mentre Chinorinchi e Ostracodi sono risultati assenti ciascuno in un singolo sito (I21 MG1 e I21 MG4, rispettivamente). Dei rimanenti taxa, Acari, Anfipodi, Tanaidacei, Isopodi, Bivalvi, Caudofoveati, Nemertini e Turbellari risultano presenti in quattro-dieci stazioni, mentre Cumacei, Priapulidi, Loriciferi, Oligocheti, Idrozoi e Ciliati sono stati rinvenuti soltanto in uno-due siti. I popolamenti di questi taxa sono generalmente costituiti da pochi individui. Cinque dei taxa minori giungono a rappresentare oltre l'1% dell'intera biocenosi, complessivamente in sei stazioni. Nello specifico: i Chinorinchi nei siti I21 MG2, I21 MG10, I21 MG13 e I21 MG14, i Turbellari in I21 MG8 e I21 MG9, e, infine, gli Ostracodi in I21 MG9.

La densità media totale della comunità meiobentonica nell'area investigata è pari a 294,0  $\pm$  230,0 ind./10 cm². Dominano i Nematodi, con una densità media di 211,2  $\pm$  164,0 ind./10 cm², pari al 71,8% della biocenosi complessiva. Seguono Copepodi (31,8  $\pm$  34,1 ind./10 cm²; 10,8%), Policheti (23,3  $\pm$  16,5 ind./10 cm²; 7,9%) e Nauplii (18,7  $\pm$  26,8 ind./10 cm²; 6,4%). I sedici taxa meno abbondanti ("Altri") rappresentano il 3% della comunità (8,9  $\pm$  8,9 ind./10 cm²); nessuno di essi supera l'1% dell'intero popolamento (**Tabella 65**).

L'analisi della varianza (ANOVA) condotta per verificare la significatività delle eventuali differenze nei valori medi delle abbondanze riscontrate nelle 12 stazioni ha evidenziato alcune differenze statisticamente significative. Queste sono imputabili principalmente alle basse densità dei siti I21 MG1, I21 MG2 e I21 MG4, e, per contro, alla ricchezza faunistica rilevata in particolare in I21 MG6, I21 MG7 e I21 MG10. Nello specifico, i Nematodi e la meiofauna totale hanno presentato densità inferiori nelle stazioni I21 MG2 e I21 MG4 rispetto a I21 MG6, I21 MG7 e I21 MG10. I Copepodi sono risultati numericamente inferiori in I21 MG2 rispetto a I21 MG6 e I21 MG13. I Nauplii hanno esibito densità inferiori in I21 MG1 e I21 MG2 rispetto a I21 MG7. Infine, i gruppi tassonomici meno abbondanti ("Altri") sono risultati numericamente inferiori nella stazione I21 MG4 rispetto a I21 MG10.

sui valori me (N), Ricchez	<b>Tabella 64</b> - Indici strutturali relativi al popolamento meiobentonico calcolati sui valori medi di abbondanza. Numero di taxa (S), Numero medio di individui (N), Ricchezza di Margalef (d), Diversità di Shannon-Wiener (H'), Equitabilità di Pielou (J').									
	S	N	d	H'	J'					
I21 MG1	9	179,4	1,5	0,7	0,3					
121 MG2	9	78,3	1,8	1,0	0,5					
121 MG4	8	87,2	1,6	1,1	0,5					
121 MG6	11	427,0	1,7	0,8	0,3					
121 MG7	12	561,8	1,7	0,9	0,4					
121 MG8	12	304,9	1,9	1,1	0,4					
I21 MG9	14	350,0	2,2	1,1	0,4					
I21 MG10	14	559,7	2,1	1,1	0,4					
I21 MG11	14	202,6	2,4	0,9	0,3					
I21 MG12	10	296,5	1,6	1,2	0,5					
I21 MG13	8	198,3	1,3	0,8	0,4					
I21 MG14	11	283,0	1,8	1,1	0,5					
Media	11	294,1	1,8	1,0	0,4					

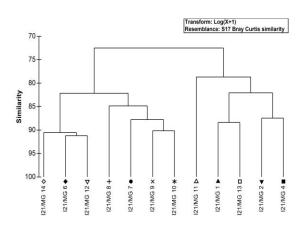
I parametri strutturali calcolati per ciascuna stazione sono riportati in **Tabella 64.** Numero di gruppi tassonomici (S) e densità media (N) variano nelle stazioni investigate, da 8 a 14 gruppi il primo, e da 78 a 561 ind./10 cm2 la seconda. I siti I21 MG4 e I21 MG13 presentano il numero più basso di taxa, mentre I21 MG9, I21 MG10 e I21 MG11 esibiscono il valore più elevato. Le densità minime si riscontrano



nelle stazioni I21 MG2, seguita da I21 MG4, mentre le più elevate si osservano in I21 MG7, seguita a breve distanza da I21 MG10. Anche gli indici di ricchezza di Margalef (d), diversità di Shannon-Wiener (H') ed equitabilità di Pielou (J') variano nei siti indagati. La ricchezza di Margalef (d) varia da un minimo di 1,3 nella stazione I21 MG13 a un massimo di 2,4 in I21 MG11 (Tabella 64). La diversità di Shannon-Wiener (H') esibisce un valore minimo in I21 MG1 (0,7) e massimo I21 MG12 (1,2). Infine, l'indice di equitabilità di Pielou (J') varia da un minimo di 0,3 nei siti I21 MG1, I21 MG6 e I21 MG11 a un massimo di 0,5 in I21 MG2, I21 MG4, I21 MG12, I21 MG14 (Tabella 64). Considerando la distanza reciproca tra queste stazioni e la loro distanza relativa rispetto al rigassificatore, non si rilevano relazioni evidenti tra le differenze registrate e la loro collocazione geografica, in particolare rispetto al terminale.

Le analisi multivariate hanno evidenziato una similarità faunistica abbastanza elevata tra le stazioni investigate. Il dendrogramma derivante dalla Cluster Analysis, tecnica di classificazione che raggruppa i campioni in gruppi gerarchici sulla base della matrice di similarità, evidenzia una prima dicotomia a un valore di similarità faunistica tra i siti pari a quasi 73% (Figura 49). In corrispondenza di questo valore, cinque stazioni, I21 MG1, I21 MG2, I21 MG4, I21 MG11 e I21 MG13, risultano separate dalle restanti sette. La diversità tassonomica e/o le densità rilevate in questi siti risultano più basse rispetto a quelle registrate altrove. Tra le restanti sette stazioni, quattro di queste, I21 MG7, I21 MG8, I21 MG9 e I21 MG10 sono ben separate dalle altre tre. Le densità faunistiche e la diversità tassonomica che caratterizzano questi siti risultano più elevate rispetto a quelle rilevate altrove.

Quanto appena indicato è riflesso anche nel piano di ordinamento bidimensionale ottenuto dall'analisi nMDS, riportato in Figura 49. Analogamente a quanto rilevato mediante la Cluster Analysis, l'ordinamento dei punti-stazione nel piano prescinde dalla loro collocazione geografica e dalla distanza relativa rispetto al rigassificatore. Nel piano di ordinamento del nMDS i siti I21 MG1, I21 MG2, I21 MG4 e I21 MG13 risultano separati dagli altri nella parte sinistra del grafico, mentre le stazioni I21 MG7, I21 MG8, I21 MG9 e I21 MG10 sono posizionate alla destra del piano. Pertanto, le analisi multivariate non evidenziano alcuna chiara relazione tra raggruppamento e posizione geografica delle stazioni rispetto al terminale rigassificatore. Complessivamente, dall'indagine non emergono quindi effetti del rigassificatore sulla meiofauna dell'area.



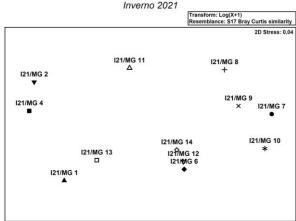


Figura 49 - A sinistra: dendrogramma per il raggruppamento gerarchico delle stazioni basato sul valore delle abbondanze medie dei taxa principali e similarità di Bray-Curtis, previa trasformazione logaritmica dei dati. A destra: piano di ordinamento ottenuto dal non-metric Multi Dimensional Scaling (nMDS), basato sul valore delle abbondanze medie dei taxa principali e similarità di Bray-Curtis, previa trasformazione logaritmica dei dati.

**Tabella 65** - Struttura della comunità meiobentonica dell'area interessata dal posizionamento del terminale rigassificatore, incluse le stazioni di controllo. Densità media ± deviazione standard (ind./10 cm2) dei taxa principali e del popolamento complessivo rinvenuto. L'abbondanza relativa (%) dei singoli taxa è stata calcolata in relazione alla densità totale.

Taxon	Media±DS	%	Taxon	Media±DS	%
Nematodi	211,2±164,0	71,8	Bivalvi	0,4±0,7	0,1
Copepodi	31,8±34,1	10,8	Caudofoveati	0,4±0,8	0,1
Nauplii	18,7±26,8	6,4	Nemertini	0,6±1,4	0,2
Policheti	23,3±16,5	7,9	Acari	0,2±0,5	0,1
Chinorinchi	2,2±3,3	0,8	Tanaidacei	1,1±1,8	0,4
Turbellari	1,3±2,4	0,5	Cumacei	0,1±0,2	<0,1
Ostracodi	1,9±3,1	0,6	Oligocheti	0,1±0,2	<0,1
Anfipodi	0,2±0,7	0,1	Priapulidi	0,1±0,5	<0,1
Idrozoi	0,2±0,6	0,1	Loriciferi	0,1±0,2	<0,1
Isopodi	$0.3 \pm 0.7$	0,1	Ciliati	0,1±0,2	<0,1
Altri (SChino-Cili)	8,9±8,9	3			
Meiofauna totale	294,0±230,0				



## 4.2.3 Bioaccumulo

#### Metalli

I risultati della ricerca dei metalli in *Mytilus galloprovincialis* sono riportati nella **Tabella 66**. Durante la fase di recupero la stazione E, bianco Gorgona, non è stata ritrovata, perciò non possono essere fatti confronti. Nella maggior parte dei metalli analizzati nei mitili lungo il Terminale le concentrazioni sono inferiori o comunque confrontabili con il Tempo 0.

Tabella 66 - Concentrazione dei metalli nei mitili. Dati relativi alla campagna l21 espressi in mg/kg. Sono riportati i dati riferiti sia alla sostanza secca (s.s.) sia al peso fresco (p.f.) in accordo alla prescrizione 13 delle Determine 2990 DVA R.D.R 0000100.04-04-2017 e 3337 DVA R.D.R 0000277.28-09-2017.

			Stazio	one A	Stazio	one B	Stazio	one C	Stazio	ne D	Stazi	one E
	Tempo	o zero	Pos	Pos. 1		s. 2	Pos	s. 3	Pos	s. 4	(Bianco Gorgona)	
	S.S.	p.f.	S.S.	p.f.	S.S.	p.f.	S.S.	p.f.	S.S.	p.f.	S.S.	p.f.
Arsenico	8,44	1,69	11,04	2,21	9,55	1,91	10,35	2,07	9,08	1,82	-	-
Bario	2,66	0,53	1,75	0,35	1,89	0,38	1,80	0,36	1,17	0,23	-	-
Cadmio	0,49	0,10	0,68	0,14	0,63	0,13	0,71	0,14	0,64	0,13	-	-
Cromo totale	2,75	0,55	1,13	0,23	1,15	0,23	1,23	0,25	1,87	0,37	-	-
Ferro	390,80	78,16	143,48	28,70	151,06	30,21	165,03	33,01	217,61	43,52	-	-
Manganese	11,27	2,25	< 5,0		< 5,0		5,62	1,12	6,04	1,21	-	-
Mercurio	0,088	0,018	0,066	0,013	0,056	0,011	0,075	0,015	0,074	0,015	-	-
Nichel	2,62	0,52	1,52	0,30	1,44	0,29	5,09	1,02	2,82	0,56	-	-
Piombo	2,99	0,60	1,76	0,35	1,78	0,36	2,16	0,43	2,36	0,47	-	-
Rame	7,73	1,55	4,42	0,88	4,05	0,81	4,56	0,91	4,47	0,89	-	-
Vanadio	3,27	0,65	1,69	0,34	1,58	0,32	1,60	0,32	1,79	0,36	-	-
Zinco	191,73	38,35	114,83	22,97	107,54	21,51	170,72	34,14	162,39	32,48	-	-

## Idrocarburi totali

Nella **Tabella 67** sono riportati i risultati ottenuti dalla ricerca degli idrocarburi (C<10 e C10-C40).

Gli idrocarbiri C<10 sono risultati inferiori al limite di rilevabilità del metodo.

Gli idrocarburi C10-C40 sono presenti nei mitili trapiantati con concentrazioni basse e confrontabili tra loro. Non possono essere fatti confronti con la stazione di bianco perché purtroppo non è stata ritrovata durante la fase di recupero.

Tabella 67 - Concentrazione degli idrocarburi totali presenti nei campioni di mitili. Dati relativi alla campagna l21.								
	Tempo zero	Stazione A Pos. 1	Stazione B Pos. 2	Stazione C Pos. 3	Stazione D Pos. 4	Stazione E (Bianco Gorgona)		
Idrocarburi C<10 (mg/kg)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	-		
Idrocarburi C10-C40 (mg/kg)	19,06	11,96	10,73	17,69	15,1	-		

#### IPA ed composti organo stannici

Dalla **Tabella 68** si osserva che la concentrazione di IPA e composti organostannici risulta bassa o nella maggior parte dei casi inferiore al limite di quantificazione

	Tempo zero	Stazione A	Stazione B	Stazione C	Stazione D	Stazione E
	rempo zero	Pos. 1	Pos. 2	Pos. 3	Pos. 4	(Bianco Gorgona)
Acenaftene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-
Acenaftilene	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-
Antracene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-
Benzo (a) antracene	0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-
Benzo (a) pirene	< 0,001	0,002	0,009	0,007	0,010	-
Benzo (b) fluorantene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-
Benzo (g,h,i) perilene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-
Benzo (k) fluorantene	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-
Crisene	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
Dibenzo (a,h) antracene	< 0.001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-
Fenantrene	0,002	0.001	0,002	0.003	0,002	-
Fluorantene	0,002	< 0.001	< 0.001	0,003	0,001	-



	Tempo zero	Stazione A Pos. 1	Stazione B Pos. 2	Stazione C Pos. 3	Stazione D Pos. 4	Stazione E (Bianco Gorgona)
Fluorene	0,003	< 0,001	0,002	0,010	0,001	-
Indeno (1,2,3 - c,d) pirene	< 0.001	< 0,001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
Naftalene	0,004	0.003	0.004	0.008	0,006	-
Pirene	0,001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-
Dibutilstagno	< 0.001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0.001	-
Monobutilstagno	< 0.001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0.001	-
Tributilstagno	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-

## Cloroderivati

I risultati della ricerca dei cloroderivati sono riportati nella Tabella 69. Questi composti risultano al di sotto del limite di quantificazione.

Tabella 69 - Concentrazione degli cloroderivati presenti nei campioni di mitili. I dati relativi alla campagna I21 sono espressi in µg/kg. Per il calcolo delle medie, nel caso di valori al di sotto del limite di quantificazione, è stato usata una concentrazione pari alla metà di quest'ultimo.

	Tempo zero	Stazione A Pos. 1	Stazione B Pos. 2	Stazione C Pos. 3	Stazione D Pos. 4	Stazione E (Bianco Gorgona)
Acidi Aloacetici						
Dalapon	<2	<2	<2	<2	<2	-
Acido Dibromoacetico	<1	<1	<1	<1	<1	-
Acido Tribromoacetico	<10	<10	<10	<10	<10	-
Acido Monobromoacetico	<2	<2	<2	<2	<2	-
Acido Bromodicloroacetico	<5	<5	<5	<5	<5	-
Acido Bromocloroacetico	<2	<2	<2	<2	<2	-
Acido Dicloroacetico	<3	<3	<3	<3	<3	-
Acido Tricloroacetico	<2	<2	<2	<2	<2	-
Acido Monocloroacetico	<3	<3	<3	<3	<3	-
Acido Clorodibromoacetico Fenoli	<5	<5	<5	<5	<5	-
2,4,6-tricloro fenolo	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	_
2,4-dicloro fenolo	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	-
4-cloro-3-metl fenolo	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	-
pentacloro fenolo	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	-
v.o.c.						
1,1,1-Tricloro Etano	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-
1,1,2-Tricloro Etano	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-
Bromo Dicloro Metano	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-
Bromoformio	< 0.5	< 0,5	< 0,5	< 0.5	< 0.5	-
Carbonio Tetracloruro	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,35	< 0,2	-
Cloroformio	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,44	0,74	-
Dibromo Cloro Metano	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-
Tetracloro Etilene	< 0.15	< 0,15	< 0,15	0,88	0,32	-
Tricloro Etilene	< 0.25	< 0,25	< 0,25	0,78	< 0.25	-
1,2,3-Tricloro propano	< 0,5	< 0,6	< 0,6	< 0,5	< 0,5	-
1,2-Dibromo Etano	< 0.25	< 0,25	< 0,25	< 0.25	< 0.25	-
Dibromoacetonitrile	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	-
Tricloroacetonitrile	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	-

## Analisi microbiologiche

Dall'analisi microbiologica emerge l'assenza di contaminazione fecale nell'intorno dell'FSRU (Tabella 70).

Tabella 70 - Risultati delle analisi microbiologiche effettuate sui campioni di mitili. I dati relativi alla campagna I21 sono espressi in ufc/g.									
	Tempo	Stazione A	Stazione B	Stazione C	Stazione D	Stazione E			
	zero	Pos. 1	Pos. 2	Pos. 3	Pos. 4	(Bianco Gorgona)			
Coliformi fecali	<10	<10	<10	<10	<10	-			
Streptococchi fecali (enterococchi)	<10	<10	<10	<10	<10	-			
Coliformi totali	<10	<10	<10	<10	<10	-			



### 4.2.4 Biomarkers

In mancanza del campione di controllo posizionato presso l'Isola di Gorgona, a causa delle condizioni metereologiche, l'analisi statistica è stata rapportata ai mitili provenienti dall'acquacoltura del Tempo Zero.

## **Neutral Red Retention Time (NRRT)**

L'analisi del Neutral Red Retention Time non ha evidenziato differenze significative tra i mitili di controllo provenienti dall' acquacoltura (Tempo Zero) e quelli posizionati presso le stazioni di monitoraggio del Terminale FSRU. Il tempo di ritenzione del colorante indica il livello di stabilità lisosomale ed è risultato sempre superiore a 90 minuti (**Figura 50**).

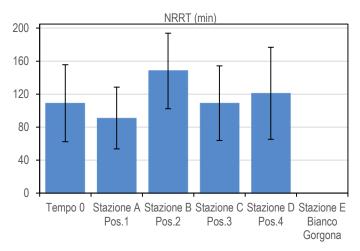


Figura 50- Valutazione del danno cellulare mediante la misura del tempo di ritenzione del colorante vitale Rosso Neutro (NRRT) nei lisosomi degli emociti di mitilo. Valori alti del tempo di ritenzione corrispondono ad una maggiore integrità.

### **Comet Assay**

La valutazione del grado di integrità della molecola di DNA nelle cellule branchiali di mitilo ha mostrato una, seppur moderata, diminuzione significativa rispetto ai valori del controllo (Tempo Zero), in due delle quattro stazioni di monitoraggio (Stazione B e Stazione D), suggerendo la presenza di un lieve impatto, in termini di danno genetico, da parte delle attività del Terminale FSRU (**Figura 51**).

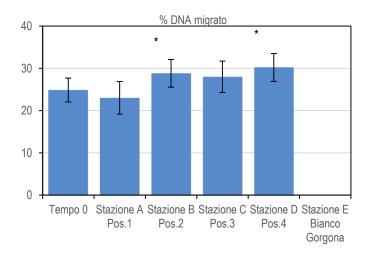


Figura 51- Valutazione del grado di integrità del DNA mediante Comet assay. Valori elevati della percentuale di DNA migrato corrispondono ad una maggiore entità del danno.

## Analisi istologia del tessuto branchiale

L'analisi istologica dell'epitelio branchiale dei mitili traslocati presso il Terminale FSRU nelle quattro stazioni indagate ha mostrato una morfologia comparabile a quella dei campioni del controllo (**Tabella 71**, **Figura 52**). Non sono infatti state rilevate differenze statisticamente



significative tra le stazioni monitorate presso il terminale e quella di controllo (Tempo Zero). Le condizioni dell'epitelio branchiale hanno rilevato inoltre condizioni paragonabili a quelle dei mitili del Tempo zero.

Tabella 71 - Analisi istologica. Lo score indica lo stato dell'epitelio branchiale secondo la seguente scala 1, normale morfologia epitelio branchiale; 2, lieve riduzione dello spessore dell'epitelio branchiale e dello sviluppo delle ciglia; 3, marcata riduzione dello spessore dell'epitelio e delle ciglia; 4, erosione dell'epitelio branchiale e dello sviluppo ciliare; 5, destrutturazione dei filamenti con estesa erosione dell'epitelio branchiale ed assenza delle ciglia.

Stazione	1	II	III	IV	V
Mitili tempo zero	3	2	2	1	1
Stazione A (Pos. 1)	1	1	2	2	1
Stazione B (Pos. 2)	1	1	1	2	2
Stazione C (Pos. 3	2	2	2	2	3
Stazione D (Pos. 4)	2	1	1	1	2
Stazione E (Bianco Gorgona)	-	-	-	-	-

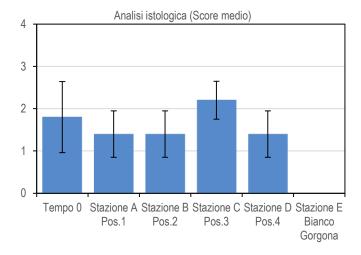


Figura 52- Analisi istologica delle branchie di mitilo. Il parametro rappresentato nel grafico è il punteggio medio (score) per ciascuna delle stazioni indagate. La scala va da 1 a 5; il punteggio 1 indica una condizione di integrità mentre il punteggio 5 indica una forte compromissione della struttura dei filamenti branchiali.

La campagna invernale 2021 (I-21), relativamente ai risultati complessivi dei biomarker selezionati, non ha mostrato sostanziali alterazioni a carico dei mitili trapiantati lungo il Terminale FSRU rispetto a quelli del Tempo zero. Gli unici valori che si sono discostati sono relativi al Comet Assay, il quale ha evidenziato una diminuzione dell'integrità delle molecole di DNA delle cellule brachiali a carico degli organismi trapiantati nei siti B e D (Pos.2 e 4). Tali moderate alterazioni non sembrano essere attribuibili all'attività del rigassificatore in quanto non sono state corroborate dai risultati degli altri due test effettuati sui mitili; anche lievi alterazioni climatiche e/o del moto ondoso potrebbero aver indotto tali alterazioni, trattandosi di un test molto sensibile. Pertanto, relativamente ai biomarker indagati (stabilità lisosomiale, integrità del DNA e valutazione istologica), è possibile dedurre una sostanziale assenza di impatto da parte del Terminale FSRU nel periodo di riferimento.

## 4.2.5 Fauna ittica bentonectonica

Nella **Tabella 72** sono indicate le specie catturate durante i campionamenti effettuati con la rete a strascico e con le reti da posta in prossimità del terminale (per lo strascico: stazioni S1, S2, S3, e S4; per le reti da posta: stazioni P1, P2, P3 e P4) e nelle due stazioni scelte come controllo (SC per la rete a strascico; PC per le reti da posta) nel corso della campagna Inverno 2021 (di seguito I21). In totale sono state catturate 56 specie.

Nel corso del campionamento effettuato con la rete a strascico sono state catturate 29 specie di Osteitti, 4 di Condroitti, 2 di Crostacei Decapodi e 8 di Molluschi Cefalopodi.



Nel campionamento condotto con le reti da posta sono state catturate in totale 7 specie di Osteitti e 3 di Condroitti. Non sono state invece catturate specie appartenenti ai gruppi tassonomici dei Crostacei Decapodi e dei Molluschi Cefalopodi.

**Tabella 72** - Lista delle specie catturate con la rete a strascico e le reti da posta. Strascico: I21 S1-S4 = stazioni campionate in prossimità del terminale; I21 SC = stazione di controllo. Reti da posta: I21 P1-P4 = stazioni campionate in prossimità del terminale: I21 PC = stazione di controllo.

Stazione di controllo. Neti da posta. 1211	ne di controllo. Reti da posta: I21 P1-P4 = stazioni campionate in prossimità del terminale; I21 PC = stazione di contro  Strascico Reti da posta					Strascico		Reti da posta	
Osteitti	121 S1-S4	121 SC	121 P1-P4	121 PC	Condroitti	121 \$1-\$4	121 SC	121 P1-P4	121 PC
Argentina sphyraena Linnaeus, 1758	*	12130	121 F1-F4	121 FC	Scyliorhinus canicula (Linnaeus, 1758)	*	*	*	121 FC *
	*	*			Crostacei Decapodi				
Boops boops (Linnaeus, 1758)	*						*		
Capros aper (Linnaeus, 1758)					Palinurus elephas (Fabricius, 1787)				
Chelidonichthys lucerna (Linnaeus,					Parapenaeus longirostris (H. Lucas,	*	*		
1758)		*			1846)	"			
Citharus linguatula (Linnaeus, 1758)				*	Molluschi Cefalopodi	*			
Lepidorhombus boscii (Risso,1810)	*	*	*	*	Eledone cirrhosa (Lamarck, 1798)	*			
Lepidorhombus whiffiagonis (Walbaum,					Illex coindetii (Vérany, 1839)				
1792)	*					*	*		
Lepidotrigla cavillone (Lacépéde, 1801)	*	*			Loligo (Alloteuthis) sp.	*	*		
Lepidotrigla dieuzeidei Blanc &Hureau,					Loligo vulgaris Lamarck, 1798				
1973			*			*	*		
Lophius budegassa Spinola, 1807	*		*	*	Octopus vulgaris Cuvier, 1797	*	*		
Macroramphosus scolopax (Linnaeus,					Rossia macrosoma (Delle Chiaje, 1830)				
1758)	*	*				*			
Merluccius merluccius (Linnaeus, 1758)	*	*			Sepia elegans Blainville, 1827	*			
Mullus barbatus Linnaeus, 1758	*	*			Sepietta oweniana (d'Orbigny, 1841)	*			
Pagellus bogaraveo (Brünnich, 1768)	*	*	*		Todaropsis eblanae (Ball, 1841)	*			
Pagellus erythrinus (Linnaeus, 1758)	*	*	*		Altro				
Peristedion cataphractum (Linnaeus,					Alcyonium palmatum Pallas, 1766				
1758)	*					*		*	
Phycis blennoides (Brünnich, 1768)	*				Ascidiacea indet.			*	
Scorpaena notata Rafinesque, 1810	*				Botryllus schlosseri (Pallas, 1776)	*			
Scorpaena scrofa Linnaeus, 1758	*				Cidars cidaris (Linnaeus, 1758)			*	
Serranus hepatus (Linnaeus, 1758)	*	*			Echinus acutus Lamarck, 1816	*			
Spicara flexuosa Rafinesque, 1810					Funiculina quadrangularis (Pallas,				
oprodia nondoca i talinico que, i e i e	*	*			1776)	*			
Spicara smaris (Linnaeus, 1758)					Leptometra phalangium (J. Müller,				
		*			1841)	*			
Synchiropus phaeton (Günther, 1861)	*				Luidia ciliaris (Philippi, 1837)			*	
Trachinus draco Linnaeus, 1758	*				Nudibranchia indet.	*			
Trachurus m. mediterraneus					Olothuroidea indet.				
(Steindachner, 1868)	*	*			Ciotifal olded indet.	*			
Trachurus trachurus (Linnaeus, 1758)	*	*			Ophiuroidea indet.	*			
Trigla lyra Linnaeus, 1758	*				Ostrea sp.			*	
Trisopterus capelanus (Linnaeus, 1758)	*	*		*	Pennatula rubra (Ellis, 1764)	*			
Uranoscopus scaber Linnaeus, 1758	*				Pilumnus spp.			*	
Zeus faber Linnaeus, 1758	*				Porifera indet.	*			
Condroitti	1	1			Sabella pavonina Savigny, 1820	*			
Galeus melastomus Rafinesque, 1810	*				Sabella pavorima Savigny, 1620   Sabella sp.		*		
				*		*			
Raja asterias Delaroche, 1809		*	*	*	Salpa spp.	**	*	*	
Raja clavata Linnaeus, 1758	*				Squilla mantis (Linnaeus, 1758)	*		*	
Torpedo marmorata Risso, 1810					Stichopus regalis (Cuvier, 1817)			-	



## Indici di densità e biomassa per gruppi tassonomici

Nella **Figura 53** è rappresentata la composizione percentuale delle catture, espressa con indici di densità e biomassa, dei principali gruppi tassonomici campionati con le reti da posta.

I Condroitti costituiscono il gruppo con gli indici di densità e biomassa più elevati. Questo gruppo risulta essere il più abbondante sia nelle stazioni prossime al terminale (I21 P1-P4), con valori in densità media dell'86% e in biomassa media dell'84%, che nella stazione di controllo (I21 PC), dove la densità media e la biomassa media rappresentano, rispettivamente, il 95% ed il 98% della cattura.

Il gruppo degli Osteitti presenta un indice di densità pari al 14% nelle stazioni l21 P1-P4 e del 5% nella stazione l21 PC, mentre l'indice di biomassa si attesta sul 16% per le stazioni in prossimità del terminale e al 2% per la stazione di controllo

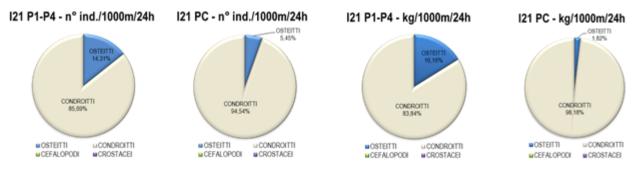


Figura 53 - Reti da posta: composizione percentuale delle catture, espressa come n° individui/1000m/24h e kg/1000m/24h, dei principali gruppi tassonomici campionati nelle stazioni I21 P1-P4 e I21 PC.

Nella **Figura 54** è riportata la composizione in percentuale delle catture dei principali gruppi tassonomici campionati con la rete a strascico. Il gruppo degli Osteitti è risultato il più abbondante, sia nelle stazioni I21 S1-S4, con un contributo in densità dell'82% ed in biomassa del 73%, che nella stazione I21 SC (indice di densità pari al 95%, indice di biomassa pari al 93%).

I Condroitti mostrano un indice di densità pari al 3% per le stazioni I21 S1-S4 e allo 0,6% per la stazione I21 SC. l'indice di biomassa di questo gruppo rappresenta il 19% nelle stazioni in prossimità del terminale ed il 4% nella stazione di controllo.

Il gruppo dei Molluschi Cefalopodi costituisce il 6% della densità media nelle stazioni I21 S1-S4 e circa I'1% nella stazione I21 SC. Il contributo percentuale dell'indice di biomassa medio per questo gruppo è pari al 6% per stazioni in prossimità del terminale (I21 S1-S4) ed allo 0,7% per la stazione di controllo (I21 SC).

L'indice di densità media dei Crostacei Decapodi è pari al 9% nelle stazioni I21 S1-S4 e al 3% nella stazione I21 SC. Analizzando l'indice di biomassa medio le percentuali risultano molto basse sia nelle stazioni in prossimità del terminale (1,7%) che nella stazione di controllo (2,9%).

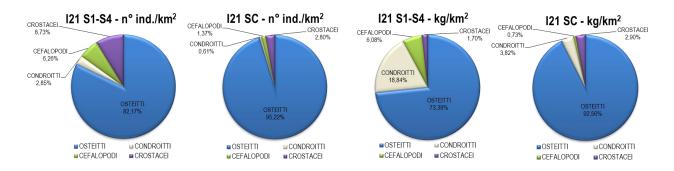


Figura 54 - Rete a strascico: composizione percentuale delle catture, espressa come nº individui/km² e kg/km², dei principali gruppi tassonomici campionati nelle stazioni I21 S1-S4 e I21 SC.

#### Reti da posta - Indici di densità e biomassa per specie

Nella **Tabella 73** sono riportati gli indici di densità in n° individui/1000m/24h (di seguito n° ind./1000m/24h) e di biomassa in kg/1000m/24h per le specie catturate con le reti da posta. Alcune specie (es. *Ostrea* spp.) sono presenti in agglomerati e i singoli individui non sono numerabili e la loro stima avviene, pertanto, unicamente come biomassa.

Il gattuccio, *Scyliorhinus canicula*, è risultata la specie più abbondante in assoluto, con valori in densità di 43 ind./1000m/24h nel gruppo di stazioni poste in prossimità del terminale (I21 P1-P4) e di 72 ind./1000m/24h nella stazione di controllo (I21 PC). L'indice di biomassa di questa specie è pari a 8,3 kg/1000m/24h per il gruppo di stazioni I21 P1-P4 e a 14,8 kg/1000m/24h per la stazione I21 PC. Le specie appartenenti al gruppo degli Osteitti hanno mostrato indici di densità e biomassa molto bassi. Le specie con gli indici più elevati sono la rana pescatrice, *Lophius budegassa* (indici di densità e biomassa pari a 2 ind./1000m/24h e 2,8 kg/1000m/24h nel gruppo di stazioni I21 P1-P4



e di 2 ind./1000m/24h e 0,5 kg/1000m/24h nella stazione I21 PC) e il rombo quattrocchi, *Lepidorhombus boscii*, campionato solamente nelle stazioni in prossimità del terminale (indice di densità pari a 2 ind./1000m/24h, indice di biomassa pari a 0,23 kg/1000m/24h).

	I21 P1-I		oi vuoti indicano che la specie non è stata campionata.  I21 PC		
	n° ind./1000m/24h	kg/1000m/24h	n° ind./1000m/24h	kg/1000m/24h	
OSTEITTI					
Citharus linguatula	1,2±2,7	0,10±0,2	1,6	0,11	
Lepidorhombus boscii	2,2±5,9	0,23±0,6			
Lepidotrigla dieuzeidei	0,4±1,2	0,01*			
Lophius budegassa	2,3±2,9	2,80±3,2	1,6	0,47	
Pagellus bogaraveo	1,1±2,5	0,05±0,1		·	
Pagellus erythrinus	0,8±2,7	0,08±0,3			
Trisopterus capelanus			1,6	0,05	
CONDROITTI					
Raja asterias			4,7	3,80	
Raja clavata	4,4±8,1	8,63±16,1	4,7	15,48	
Scyliorhinus canicula	43,3±45,1	8,32±7,3	72,2	14,78	
ALTRO					
Alcyonium palmatum	1,1±1,3	0,03±0,1			
Ascidia spp.	1,1±4,0	0,05±0,2			
Cidaris cidaris	1,5±3,6	0,05±0,1			
Luidia ciliaris	0,4±1,3	0,05±0,2			
Ostrea spp.		0,46±1,6			
Pilumnus spp.	0,4±1,3	<0,01*			
Squilla mantis	0,4±1,3	0,02±0,1			
Sticopus regalis	1,6±3,2	0,51±1,1			

### Reti a strascico - Indici di densità e biomassa per specie

Nella **Tabella 74** sono riportati gli indici di densità in n° individui/km² (di seguito n° ind./km²) e di biomassa in kg/km² per le specie catturate con la rete a strascico. Alcune specie sono presenti in agglomerati (es. *Leptometra phalangium*) e i singoli individui non sono numerabili e la loro stima avviene, pertanto, unicamente come biomassa.

Tra gli Osteitti campionati nelle stazioni in prossimità del terminale (I21 S1-S4) la specie più abbondante è la triglia di fango, *Mullus barbatus*, con un indice di densità di 5841 ind./km² ed un indice in biomassa di 148,4 kg/km². Sempre nel gruppo dei pesci Ossei, altre specie che mostrano indici elevati sono il sugarello, *Trachurus trachurus*, con un indice di densità pari a 4085 ind./km² e un indice in biomassa di 67,8 kg/km², il nasello, *Merluccius merluccius*, con indici di densità e biomassa di 1787 ind./km² e 57,4 kg/km² rispettivamente, il merluzzetto, *Trisopterus capelanus*, (716 ind./km² e 12,9 kg/km²), la boga, *Boops boops*, (571 ind./km² e 24,1 kg/km²) ed il suro, *Trachurus mediterraneus mediterraneus*, con un indice di densità di 513 ind./km² ed un indice di biomassa di 10,7 kg/km². Nel gruppo dei Condroitti il gattuccio, *S. canicula*, è la specie più abbondante con indici di densità pari a 510 ind./km² e di biomassa pari a 75 kg/km². Il gruppo dei Crostacei Decapodi è rappresentato solamente dal gambero bianco, *Parapenaues longirostris*, con indici di densità e biomassa pari a 1648 ind./km² e 9,7 kg/km² rispettivamente. Tra i Molluschi Cefalopodi la specie con gli indici di densità e biomassa più elevati e il totano, *Illex coindetii*, con valori di 649 ind./km² e 13,4 kg/km² rispettivamente, seguito dal calamaro, *Loligo vulgaris*, con un indice di densità di 58 ind./km² e un indice di biomassa di 4,7 kg/km² e dal moscardino, *Eledone cirrhosa*, (49 ind./km² e 3,6 kg/km²). Nel gruppo indicato come "Altro" la specie più abbondante è lo cnidario *Alcyonium palmatum* con un indice di densità pari a 82 ind./km² e un indice di biomassa pari a 1,4 kg/km², seguito dall'echinoderma *Stichopus regalis*, con indici di densità e biomassa pari a 75 ind./km² e 19 kg/km² rispettivamente.

Nella stazione di controllo I21 SC, la specie più abbondante in assoluto è il sugarello, *T. trachurus*, con un indice di densità di 48664 ind./km² e un indice in biomassa di 822,7 kg/km². Tra gli Osteitti altre specie particolarmente abbondanti sono il suro, *T. m. mediterraneus*, con indici di densità e biomassa pari a 7744 ind./km² e 212 kg/km² rispettivamente, la boga, *B. boops*, con una densità di 6058 ind./km² e una biomassa di 236,3 kg/km², e la triglia di fango, *M. barbatus* (5167 ind./km² e 167 kg/km²). Nella stazione I21 SC la specie più abbondante del gruppo dei Condroitti è il gattuccio, *S. canicula*, con un indice di densità di 423 ind./km² e un indice di biomassa di 56,6 kg/km². Passando al gruppo dei Crostacei Decapodi la specie più abbondante è rappresentata dal gambero bianco, *P. longirostris*, con un indice in densità di 2027 ind./km² e un indice in biomassa di 17,3 kg/km². Nel gruppo dei Molluschi Cefalopodi campionati nella stazione di controllo le specie più abbondanti sono il totano *I. coindetii*, con indici di densità e biomassa pari 512 ind./km² e di 7,1 kg/km², e il calamaro, *L. vulgaris* (245 ind./km² e 1,2 kg/km²). Il gruppo indicato come "Altro" è rappresentato solamente da un'unica specie, la cicala di mare, *Squilla mantis*, con un indice di densità di 22 ind./km² e un indice di biomassa di 0,7 kg/km².

<b>Tabella 74</b> - Rete a strascico: indici di densità e biomas: 121 S1-S4 e nella stazione di controllo I21 SC. * = DS<0				e nelle stazioni
	121 S1-S4 121 SC			
	n° ind./km²	kg/km²	n° ind./km²	kg/km²
OSTEITTI				
Argentina sphyraena	37,9±78,1	0,39±1,0	22,3	0,09



**Tabella 74** - Rete a strascico: indici di densità e biomassa (± DS), espressi in n° individui/km² e kg/km², stimati per le specie catturate nelle stazioni

121 S1-S4 e nella stazione di controllo 121 SC. ^ = DS<	DS<0,05. I campi vuoti indicano che la specie non è stata campionata.  I21 S1-S4  I21 SC						
	n° ind./km²	n° ind./km² kg/km²					
Boops boops	570,8±1107,3	kg/km² 24,13±1,0	6057,9	236,35			
Chelydonicthys lucerna	11,0±21,9	3,30±6,9	,	,			
Citharus linguatula	5,4±18,6	0,19±0,7	22,3	0,24			
Capros aper	55,3±143,0	0,42±1,0	,-	,			
Lepidorhombus boscii	197,7±265	5,76±3,5	11,4	3,47			
Lepidorhombus whiffiagonis	5,6±19,3	0,02±0,1	,.	0,			
Lepidotrigla cavillone	378,6±257,8	4,78±2,5	89,1	1,11			
Lophius budegassa	21,9±43,8	17,23±35,1	00,1	,,			
Macroramphosus scolopax	451,0±997,2	2,81±6,0	22,3	0,11			
Merluccius merluccius	1787,1±2338,9	57,36±28,8	668,2	74,19			
Mullus barbatus	5841,1±7010,5	148,42±124,8	5167,1	167,04			
Pagellus bogaraveo	5,6±19,3	0,33±1,1	22,3	0,60			
Pagellus erythrinus	369,1±454,6	18,37±24,0	334,1	17,48			
			334,1	17,40			
Peristedion cataphractum	5,6±19,3	0,08±0,3					
Phycis blennoides	22,3±54,6	0,89±2,4					
Scorpaena notata	5,2±18,0	0,05±0,2					
Scorpaena scrofa	5,6±19,3	1,33±4,6	0.45.0				
Serranus hepatus	298,4±179,6	3,15±1,4	245,0	2,69			
Spicara flexuosa	26,0±90,2	0,70±2,4	89,1	1,43			
Spicara smaris			22,3	0,47			
Synchiropus phaeton	27,7±48,6	0,19±0,3					
Trachinus draco	5,2±18,0	0,55±1,9					
Trachurus mediterraneus	512,9±1015,7	10,70±20,1	7743,9	212,00			
Trachurus trachurus	4085,4±7173,4	67,79±86,9	48663,8	822,67			
Trygla lyra	5,6±19,3	0,38±1,3	, .	, ,			
Trisopterus capelanus	715,7±909,9	12,96±12,6	356,3	9,04			
Uranoscopus scaber	5,4±18,6	2,36±8,2	000,0	,,,,,			
Zeus faber	55,7±146,0	35,11±88,9					
CONDROITTI	00,1 = 1 10,0	00,11200,0	<u> </u>	ı			
Galeus melastomus	5,6±19,3	0,03±0,1					
Raja clavata	11,1±38,6	32,43±112,4	22,3	7,28			
Scyliorhinus canicula	510,2±202,0	74,98±12,8	423,2	56,64			
Torpedo marmorata	5,4±18,6	0,28±1,0	423,2	30,04			
CROSTACEI DECAPODI	J,4±10,0	0,20±1,0					
Palinurus elephas			22,3	31,18			
	1647,5±1807,0	9,71±9,8	22,3 2026,7	17,28			
Parapenaeus longirostris  MOLLUSCHI CEFALOPODI	1041,5±1001,0	9,71±3,0	2020,1	17,20			
	40.7.4C.F	3,56±5,0	I	1			
Eledone cirrhosa	48,7±46,5		540.0	7.00			
Illex coindetii	648,5±647,8	13,43±22,6	512,3	7,08			
Loligo (Alloteuthis) spp.	321,4±172,4	2,338±1,6	222,7	1,45			
Loligo vulgaris	58,2±117,0	4,65±9,3	245,0	1,16			
Octopus vulgaris	21,6±43,2	9,48±19,8	22,3	2,52			
Rossia macrosoma	22,3±54,6	0,46±1,1					
Sepia elegans	5,4±18,6	0,03±0,1					
Sepietta oweniana	27,8±57,9	0,17±0,3					
Todaropsis eblanae	27,8±73,0	0,66±1,6					
ALTRO							
Alcyonium palmatum	81,5±36,3	1,41±0,3					
Botryllus schlosseri	5,6±19,3	0,45±1,5					
Echinus acutus	5,6±19,3	2,78±9,6					
Funiculina quadrangularis	, ,	0,06±0,2					
Holoturoidea indet.	5,6±19,3	0,84±2,9					
Leptometra phalangium	-,,-	11,14±38,6					
Nudibranchia indet.	26,0±90,2	0,42±1,4					
Ophiuroidea indet.	16,1±55,9	0,06±0,2					
Pennatula rubra	5,4±18,6	0,00±0,2 0,06±0,2					
Perinatura rubra Poriphera indet.	5,4±10,6 5,4±18,6	1,08±3,7					
Sabella pavonina	16,1±55,9	0,10±0,3	20.2	0.40			
Sabella sp.	EE 7:400 0	0.70.00	22,3	0,18			
Salpida indet.	55,7±192,9	2,78±9,6	00.0	0.00			
Squilla mantis			22,3	0,62			
Stichopus regalis	75,3±130,2	19,01±38,2					



# Indici di densità e biomassa delle specie più rappresentative

Nella fase di bianco, sia per le reti da posta che per la rete a strascico, sono state scelte alcune specie più rappresentative delle catture totali, da analizzare dal punto di vista degli indici di densità e biomassa e delle distribuzioni di taglia frequenza durante tutti i campionamenti successivi. Alle specie indagate già a partire dalla fase di bianco sono state aggiunte, per le reti da posta, la razza chiodata, *Raja clavata*, e per la rete a strascico il sugarello, *T. trachurus*, ed il rombo quattrocchi, *L. boscii*, vista la loro particolare abbondanza nelle catture.

#### Reti da posta

Nella **Figura 55** sono riportati gli indici di densità e biomassa per le specie rappresentative catturate con le reti da posta. I grafici mostrano i valori medi e la deviazione standard degli indici, sia per specie, sia per sito (I21 P1-P4: stazioni in prossimità del terminale; I21 PC: stazione di controllo).

Gli indici di densità e biomassa del gattuccio, *S.canicula*, e della razza chiodata, *R. clavata*, sono più elevati nella stazione I21 PC rispetto a quanto osservato nel gruppo di stazioni I21 P1-P4. La rana pescatrice, *L. budegassa*, mostra indici di densità e biomassa leggermente superiori nel gruppo di stazioni poste in prossimità del terminale (I21 P1-P4). Il rombo quattrocchi, *L. boscii*, è stato campionato solo nel gruppo di stazioni I21 P1-P4, mentre la razza stellata, *Raja asterias*, è stata campionata solo nella stazione I21 PC. Fatta eccezione per il gattuccio, *S.canicula*, gli indici di densità e biomassa delle specie analizzate risultano tutti molto bassi.

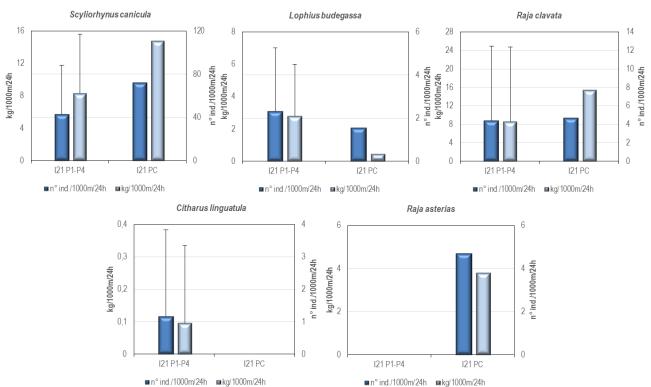


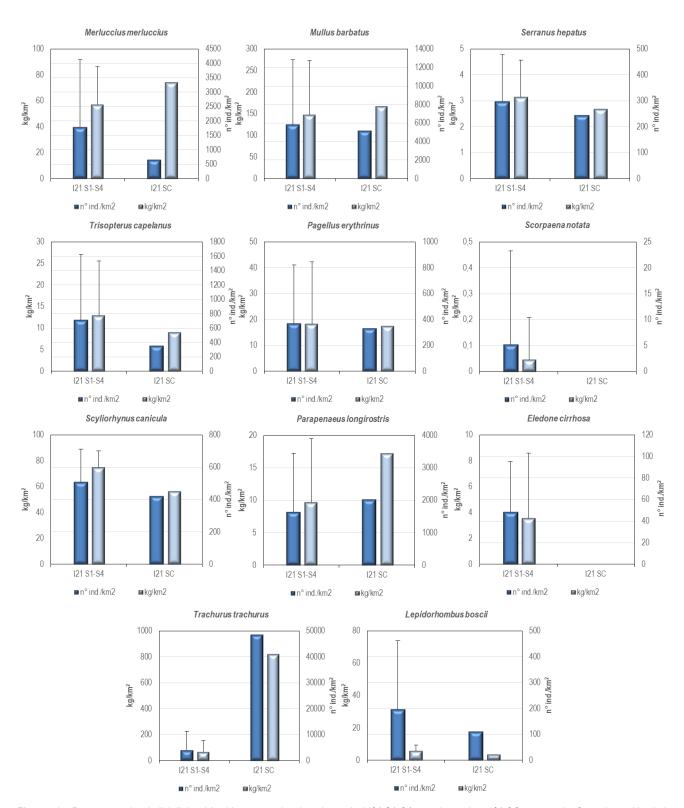
Figura 55 - Reti da posta: indici di densità e biomassa, stimati per le stazioni I21 P1-P4 e per la stazione I21 PC, per specie. Sono riportati i valori medi + la deviazione standard. In blu n° individui/1000m/24h, in azzurro kg/1000m/24h.

#### Rete a strascico

Nella **Figura 56** sono riportati gli indici di densità e biomassa per le specie caratteristiche catturate con la rete a strascico. I grafici mostrano i valori medi e la deviazione standard degli indici, sia per specie, sia per sito (I21 S1-S4: stazioni in prossimità del terminale; I21 SC: stazione di controllo).

Gli indici di densità e biomassa della triglia di fango, *M. barbatus*, del sacchetto, *Serranus hepatus*, e del pagello fragolino, *Pagellus erythrinus*, sono simili sia nelle stazioni in prossimità del terminale che nella stazione di controllo. Il merluzzetto, *T. capelanus*, il gattuccio, *S. canicula* ed il rombo quattrocchi, *L. boscii*, mostrano indici di densità e biomassa più elevati nel gruppo di stazioni I21 S1-S4, mentre il gambero bianco, *P. longirostris*, e il sugarello, *T. trachurus*, mostrano indici di densità e biomassa più elevati nella stazione I21 SC. Il moscardino, *E. cirrhosa*, e lo scorfanotto, *Scorpaena notata*, sono stati campionati solamente nelle stazioni in prossimità del terminale, mostrando degli indici molto bassi. Nel caso del nasello, *M. merluccius*, campionato nella stazione I21 SC, si può evidenziare una notevole differenza tra l'indice di biomassa e l'indice di densità rispetto a quanto osservato nelle stazioni in prossimità del terminale (I21 S1-S4). Questo è dovuto al fatto che gli animali catturati, pur essendo in numero ridotto, avevano dimensioni maggiori.





**Figura 56** – Rete a strascico: indici di densità e biomassa, stimati per le stazioni l21 S1-S4 e per la stazione l21 SC, per specie. Sono riportati i valori medi + la deviazione standard. In blu n° individui/km², in azzurro chiaro kg/km².



### Distribuzioni taglia-frequenza per specie

#### Reti da posta

Nella **Figura 57** è illustrata la distribuzione di taglia-frequenza del gattuccio *S. canicula* catturato con le reti da posta. Nel gruppo di stazioni l21 P1-P4 sono stati campionati 112 individui con taglia tra 29 e 47 cm LT, mentre nella stazione di controllo l21 PC gli esemplari catturati sono stati 46, con taglia compresa tra 31 e 45 cm LT. La distribuzione di taglia-frequenza degli animali campionati nelle stazioni in prossimità del terminale (l21 P1-P4) mostra una moda a 39 cm LT. Nella distribuzione di taglia-frequenza degli esemplari campionati nella stazione di controllo (l21 PC) si può osservare una moda a 40 cm LT.

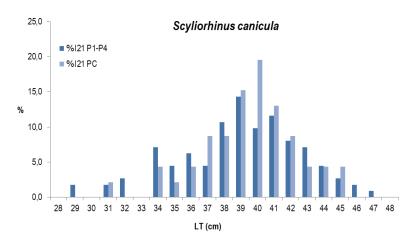


Figura 57 - Rete da posta: distribuzione taglia-freguenza del gattuccio (Scyliorhinus canicula). Nº individui: 112 (I21 S1-S4), 46 (I21 SC).

Visto lo scarso numero di individui campionati non vengono presentate le distribuzioni taglia-frequenza delle altre specie indicatrici scelte per le reti da posta. In dettaglio, sono stati campionati 6 esemplari di rana pescatrice, *L. budegassa*: 5, con taglia compresa tra 34 e 54 cm LT, nel gruppo di stazioni in prossimità del terminale (I21 P1-P4) e 1 esemplare di 30 cm LT nella stazione di controllo (I21 PC). La razza chiodata, *R. clavata*, è stata campionata sia nelle stazioni in prossimità del terminale (12 esemplari, con taglia compresa tra 63 e 75 cm LT) che nella stazione di controllo (3 esemplari con taglia compresa tra 75 e 78 cm LT). La linguattola, *Citharus linguatula*, è stata campionata esclusivamente nel gruppo di stazioni I21 P1-P4; sono stati catturati 3 esemplari con taglia di 35, 53 e 55 cm LT.

#### Rete a strascico

Nel gruppo degli Osteitti la specie con la maggiore cattura in numero assoluto è il sugarello, *T. trachurus*. Nel gruppo di stazioni I21 S1-S4 sono stati campionati 763 esemplari con taglia compresa tra 8,5 e 26 cm LT, mentre nella stazione I21 SC gli individui catturati sono stati 2185, con taglia tra 9,5 e 18 cm LT (**Figura 58**). Nelle due distribuzioni di taglia-frequenza sono presenti due mode; in quella degli esemplari catturati nelle stazioni in prossimità del terminale le mode sono a 11,5 e 15,5 cm LT, mentre nella distribuzione di taglia-frequenza degli animali provenienti dalla stazione di controllo le due mode sono a 12 e 14,5 cm LT. Si può osservare come nel caso di entrambe le distribuzioni la maggior parte degli individui sia concentrata nell'intervallo di taglia compreso tra 10 e 13 cm LT.

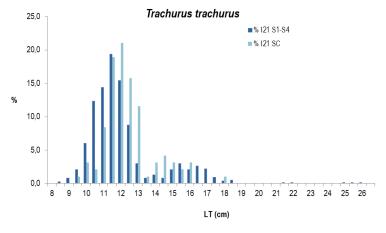


Figura 58 - Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza del sugarello (Trachurus trachurus). Nº individui: 763 (121 S1-S4), 2185 (121 SC).



Passando alla triglia di fango, *M. barbatus*, nel gruppo di stazioni in prossimità del terminale (I21 S1-S4) sono stati campionati 1081 esemplari con taglia compresa tra 8,5 e 22,5 cm LT, mentre nella stazione di controllo (I21 SC) sono stati catturati 232 esemplari, con un intervallo di taglia tra 8,5 e 23 cm LT (**Figura 59**). La distribuzione taglia-frequenza degli individui catturati nel gruppo di stazioni I21 S1-S4 mostra una moda a 11 cm LT, mentre quella degli individui catturati nella stazione I21 SC ha una moda a 12 cm LT. La quasi totalità degli individui; in entrambe le distribuzioni di taglia, si trova concentrata tra 10,5 e 14,5 cm LT.

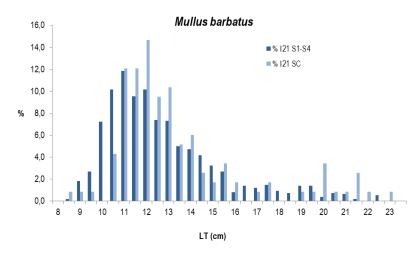


Figura 59 - Reti a strascico: distribuzione taglia-freguenza della triglia di fango (Mullus barbatus). N° individui: 1081 (121 S1-S4), 232 (121 SC).

Per il nasello, *M. merluccius*, il merluzzetto, *T.capelanus* il pagello fragolino, *P. erythrinus* ed il sacchetto, *S. hepatus*, vengono presentate solo le distribuzioni di taglia-frequenza degli esemplari campionati nel gruppo di stazioni in prossimità del terminale (I21 S1-S4), visto il numero basso di animali catturati nella stazione di controllo (I21 SC).

Nelle stazioni in prossimità del terminale (I21 S1-S4), sono stati campionati 324 esemplari di nasello, *M. merluccius*, con taglia compresa tra 5 e 33 cm LT (**Figura 60**). La distribuzione taglia-frequenza ha un andamento polimodale, con mode a 10, 16 e 22 cm LT. Nella stazione di controllo (I21 SC) sono stati catturati 30 individui, con un intervallo di taglia compreso tra 12 e 35 cm LT.

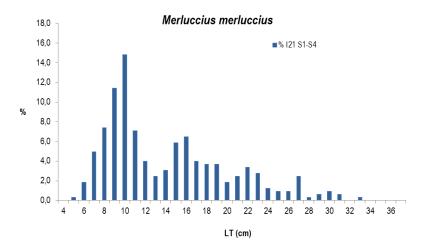


Figura 60 - Reti a strascico: distribuzione taglia-frequenza del nasello (Merluccius merluccius). Nº individui: 324 (121 S1-S4).

Per quanto riguarda il merluzzetto, *T. capelanus*, nel gruppo di stazioni I21 S1-S4 sono stati campionati 130 esemplari, con taglia compresa tra 8,5 e 19,5 cm LT (**Figura 61**). Nella distribuzione di taglia-frequenza si può individuare una moda a 11 cm LT. Nella stazione di controllo I21 SC sono stati catturati 16 individui, con taglia tra 11 e 19 cm LT.

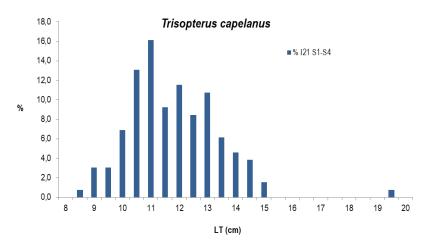


Figura 61 - Reti a strascico: distribuzione taglia-frequenza del merluzzetto (Trisopterus capelanus). N° individui: 130 (I21 S1-S4).

Passando al pagello fragolino, *P. erythrinus*, sono stati campionati 69 esemplari, con intervallo di taglia compreso tra 7,5 e 23 cm LT (**Figura 62**). La distribuzione di taglia-frequenza non è ben definita, ma possiamo supporre una moda a 15 cm LT. Nella stazione di controllo sono stati catturati 15 esemplari, con traglia compresa tra 13,5 e 19,5 cm LT.

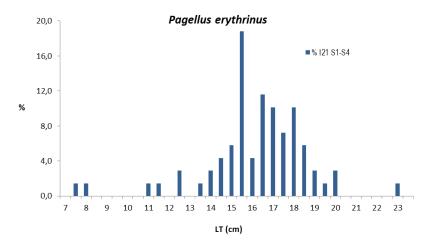


Figura 62 - Reti a strascico: distribuzione taglia-frequenza del pagello fragolino (Pagellus erythrinus). Nº individui: 69 (I21 S1-S4).

Nel gruppo di stazioni I21 S1-S4 sono stati campionati 55 esemplari di sacchetto, *S. hepatus*, con taglia compresa tra 6,5 e 13 cm LT (**Figura 63**). In questo caso la moda della distribuzione taglia-frequenza si attesta su 9 cm LT. Nella stazione di controllo I21 SC sono stati campioniati 11 individui con un intervallo di taglia tra 6 e 10,5 cm LT.

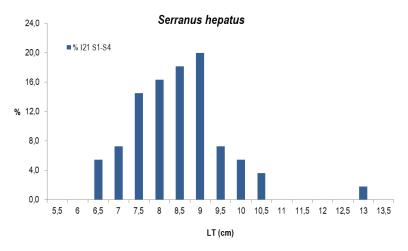


Figura 63 - Reti a strascico: distribuzione taglia-frequenza del sacchetto (Serranus hepatus). Nº individui: 55 (I21 S1-S4).



Per il rombo quattrocchi, *L. boscii*, e lo scorfanotto, *S. notata*, visto il basso numero di esemplari campionati, non vengono fornite le distribuzioni taglia-frequenza. Sono stati catturati, in totale, 41 esemplari di rombo quattrocchi, *L. boscii*, 36 esemplari, con taglia tra 8,5 e 26 cm LT, sono stati campionati nel gruppo di stazioni l21 S1-S4, mentre nella stazione l21 SC sono stati campionati 5 esemplari, con taglia compresa tra 11 e 17,5 cm LT. Lo scorfanotto, *S. notata*, è rappresentato da un unico esemplare di 7,5 cm LT campionato in una delle stazioni poste in prossimità del terminale.

Anche nel caso del gattuccio, S. canicula, viene presentata solo la distribuzione taglia-frequenza degli animali campionati nel gruppo di stazioni l21 S1-S4. In queste stazioni sono stati catturati 94 esemplari, con taglia compresa tra 20 e 56 cm LT (**Figura 64**). La distribuzione taglia-frequenza non è molto strutturata, non è quindi possibile individuare delle mode. Nella stazione l21 SC sono stati campionati 19 esemplari la cui taglia è compresa tra 27 e 44 cm LT.

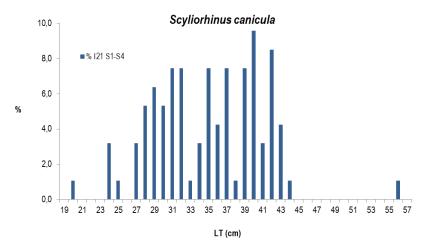


Figura 64 - Reti a strascico: distribuzione taglia-frequenza del gattuccio (Scyliorhinus canicula). Nº individui: 94 (I21 S1-S4).

Passando al gambero bianco, *P. longirostris*, in totale sono stati campionati 392 esemplari, 301 nel gruppo di stazioni l21 S1-S4 (intervallo di taglia: 14 – 32 mm LC) e 91 esemplari nella stazione l21 SC (intervallo di taglia: 16 – 32 mm LC) (**Figura 65**). Nella distribuzione taglia-frequenza degli esemplari campionati nelle stazioni in prossimità del terminale (l21 S1-S4) sono presenti due mode, una a 18 e una a 28 mm LC. Nella distribuzione taglia-frequenza degli individui catturati nella stazione di controllo (l21 SC) è evidente una moda a 29 mm LC, mentre si può suppore la presenza di un'altra moda a 19 mm LC.

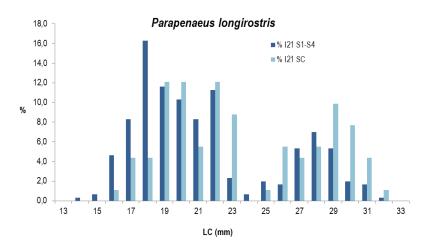


Figura 65 - Rete a strascico: distribuzione taglia-frequenza del gambero bianco (Parapenaeus longirostris). Nº individui: 301 (I21 S1-S4), 91 (I21 SC).

Il moscardino, *E. cirrhosa*, è stato campionato solamente nelle stazioni in prossimità del terminale (I21 S1-S4). Sono stati catturati 9 individui aventi taglia compresa tra 4,5 e 8 cm LM.



# 4.2.6 Cetacei e tartarughe marine

Per questa indagine sono stati effettuati i seguenti percorsi: 65 km per il cerchio alla distanza di 6 nm dal Terminale per un totale di 420 min di avvistamento; 33 km per il cerchio alla distanza di 3nm dal Terminale per un totale di 240 min di avvistamento; 5,5 km per il cerchio alla distanza di 1 nm dal Terminale per un totale di 90 min di avvistamento. In totale per il solo avvistamento di cetacei è stato effettuato uno sforzo pari a 102,5 km per un tempo totale di 780 min.

In Figura 66 sono riportate le rotte percorse per il monitoraggio visivo condotto nell'inverno 2021 (I21).

Sono stati effettuati due avvistamenti entrambi in data 23 marzo: il 1° in posizione Latitudine 43° 44' 20" N e Longitudine 010° 05' 44" E, in totale 8 delfini appartenenti alla specie tursiope (*Tursiops truncatus*) a 7 nm in posizione NE di cui 2 giovani ed 1 piccolo; il 2° in posizione Latitudine 43° 42' 45" N e Longitudine 010° 04' 44" E a 5,4 nm in posizione NE dal Terminale (**Foto 1 e Foto 2**). Nessun avvistamento di tartarughe.

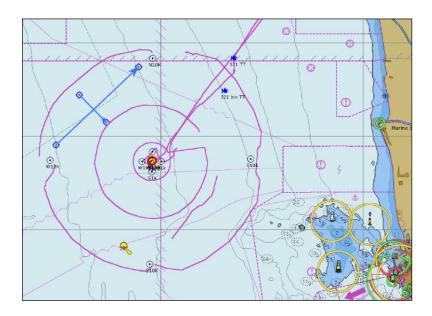


Figura 66 - Rotte effettuate per il monitoraggio visivo, acustico e bioacustico condotto in Inverno 2021 (I21).



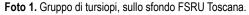




Foto 2. Tursiopi adulto + giovane.



### 4.3 Indagini generali

#### 4.3.1 Bioacustica

I transetti di bioacustica sono stati effettuati in data 2 aprile. Seguendo tali transetti, su rotte prefissate, è stato effettuato l'ascolto in continuum dell'ambiente marino attraverso specifico idrofono dedicato. Tale strumento è stato trainato ad una distanza di 30m secondo una delle due modalità da effettuare: a motore al minimo di velocità (2-3knt) in quanto in assenza di vento (la seconda modalità prevede la traina dell'idrofono ma a vela, sempre ad una velocità di 2-3knt ed in presenza di vento con direzione idonea ad effettuare i transetti). Questo al fine di rendere l'ascolto il più possibile non inquinato dai rumori dell'imbarcazione e ascoltare prevalentemente il rumore ambientale.

La fase di ascolto è stata effettuata da biologi marini esperti in bioacustica che si sono alternati alla postazione del computer e all'osservazione con binocolo. L'operatore al computer è rimasto in ascolto tramite cuffie per tutto il tempo delle misure ed ha osservato contemporaneamente il video dove, tramite un software dedicato, viene visualizzato il risultato dell'ascolto/registrazione dei suoni ambientali. L'ascolto è stato effettuato ad una sampling rate di 48.000 Hz e visualizzazione di 24.000 Hz che rappresenta l'intervallo ottimale di vocalizzazione e comunicazione dei tursiopi (i cetacei residenti in questa area Santuario Pelagos). Il protocollo di ascolto in presenza prevede che in caso di percezione diretta (il suono biologico, fischio o clik, viene distintamente udito) e/o contemporanea osservazione visiva sullo spettrogramma di "segni marcati"; anche in assenza di suono udito, l'operatore deve far partire la registrazione per tutto il tempo della durata del suono biologico.

I transetti per la campagna del 2 aprile, della lunghezza totale di circa 16 km, sono stati percorsi in circa 210 min che rappresentano il tempo totale di ascolto.

Durante questo intervallo di tempo nessun suono biologico è stato rilevato.

Di seguito riportiamo un frame di spettro che rappresenta quanto osservato/ascoltato durante i transetti dove si può osservare l'assenza di segni marcati (

Figura 67).

In

**Figura** 67 un estratto rappresentativo di 5 sec del periodo di ascolto del 2 aprile, sono presenti rumori ambientali non identificabili nel sonogramma e nella parte bassa dello spettro fino a 6kHz, mentre durante tutta la fase di osservazione/ascolto del 2 aprile non sono stati osservati/ascoltati suoni biologici.

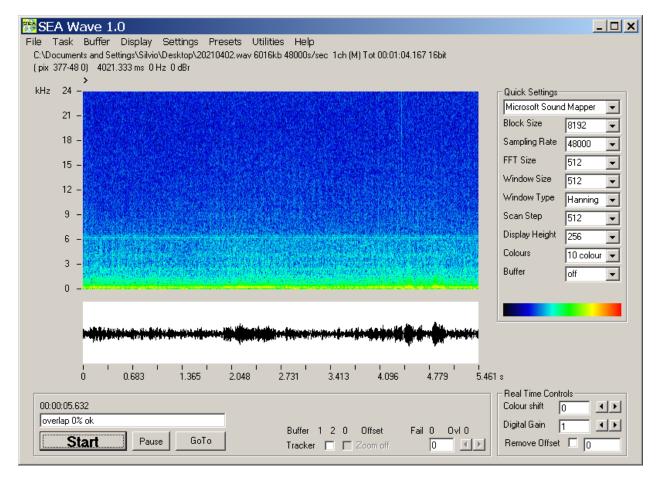


Figura 67 - Frame di registrazione del 02.04.2021.