



Attuazione della Strategia Marina in Toscana

Attività 2013-14

Attuazione della Strategia Marina in Toscana

Attività 2013-14

Attuazione della Strategia Marina in Toscana -Attività 2013-14

A cura di:

Fabrizio Serena
Resp. UO RIBM

Autori:

Antonio Melley – Settore Indirizzo Tecnico delle Attività
Romano T. Baino, Enrico Cecchi, Michela Ria, Daniela Verniani – Settore Mare
Maria Cristina Fossi – Dip. Scienze Fisiche, Terra e Ambiente dell'Università di Siena

Collaboratori:

Alvaro J. Abella, Cecilia Mancusi, Alessandro Voliani, Riccardo Biancalana, Francesco Lavista– Settore Mare
Monica Casotti – Dip. Massa Carrara
Paolo Bagnoli, Chiara Rustighi – Settore Versilia-Massaciuccoli,
Enzo Bafaro, Andrea Calafà, Roberto Gambini – Dip. Pisa
Andrea Bernini, Maria Rosaria Pisano, Stefano Zocco Pisana – Dip. Livorno
Patrizia La Malfa, Massimiliano Londi, Eleonora Masseti – Dip. Piombino-Elba
Marco Cruscanti, Ettore Lorenzoni, Alberto Nicolaci, Andrea Valentini – Dip. Grosseto
Matteo Baini, Ilaria Caliani, Tommaso Campani, Daniele Coppola, Matteo Giannetti,
Cristina Guerranti, Roberta Minutoli, Cristina Panti – Dip. Scienze Fisiche, Terra e Ambiente dell'Università di Siena

Si ringrazia:

Guido Spinelli - Resp. Laboratorio AVC
Marcello Ceccanti - Resp. Settore Mare

© ARPAT 2014



Regione Toscana

INDICE

SINTESI	6
1 INTRODUZIONE.....	10
2 BIODIVERSITA' - habitat PELAGICO (sottoProgramma 1.1).....	11
2.1 <i>Il piano di campionamento</i>	11
2.2 <i>Nutrienti</i>	13
2.3 <i>Clorofilla a, biomassa fitoplanctonica e TRIX</i>	13
2.3.1 <i>Fiume Morto</i>	14
2.3.2 <i>Donoratico</i>	16
2.3.3 <i>Carbonifera</i>	18
2.3.4 <i>Collelungo</i>	20
2.3.5 <i>Conclusioni</i>	21
2.4 <i>Zooplankton</i>	22
2.4.1 <i>Campagna invernale</i>	22
2.4.2 <i>Campagna primaverile</i>	22
3 BIODIVERSITA' - habitat DEL FONDO MARINO (sottoProgramma 1.2).....	25
3.1 <i>Le biocenosi a Coralligeno</i>	25
3.1.1 <i>Area di studio</i>	25
3.1.2 <i>Materiali e metodi</i>	25
3.1.3 <i>Analisi dei dati</i>	27
3.1.4 <i>Confronti con altri campionamenti</i>	30
3.1.5 <i>Criticità</i>	34
3.2 <i>Le biocenosi a Corallo rosso</i>	34
3.2.1 <i>Area di studio</i>	34
3.2.2 <i>Materiali e metodi</i>	35
3.2.3 <i>Analisi dei dati</i>	35
3.2.4 <i>Criticità</i>	36
3.3 <i>Le biocenosi a Corallo bianco</i>	36
3.3.1 <i>Materiali e metodi</i>	37
3.3.2 <i>Analisi dei dati</i>	38
3.3.3 <i>Criticità</i>	38
3.4 <i>Le biocenosi a Rodoliti</i>	38
3.4.1 <i>Area di studio</i>	38
3.4.2 <i>Materiali e metodi</i>	40
3.4.3 <i>Analisi dei dati</i>	42
3.4.4 <i>Criticità</i>	43
4 RIFIUTI MARINI – marine litter DEPOSITATO SUI FONDALI (SottoProgramma 10.1).....	45
4.1 <i>Il piano di campionamento</i>	45
4.2 <i>I rifiuti rilevati nelle campagne MEDITS 2013</i>	46
5 RIFIUTI MARINI – MARINE LITTER LUNGO LA COSTA (SOTTOPROGRAMMA 10.2).....	51
5.1 <i>Il piano di campionamento</i>	51
5.2 <i>La campagna primaverile del 2013</i>	52

5.3	<i>La campagna autunnale del 2013</i>	57
5.4	<i>Confronto tra le due campagne del 2013</i>	62
5.5	<i>La campagna primaverile 2014</i>	64
5.6	<i>Confronto tra la campagna autunno 2013 e primavera 2014</i>	68
6	RIFIUTI MARINI – MICRO-marine litter (SottoProgramma 10.3)	71
6.1	<i>Il piano di campionamento</i>	71
6.2	<i>La campagna invernale</i>	72
6.3	<i>La campagna primaverile</i>	75
6.4	<i>Confronto tra le stagioni</i>	82
6.5	<i>Analisi complessiva della tipologia delle microplastiche</i>	84
7	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	86
8	ALLEGATO 1: FOTOGRAFIE	87

SINTESI

Nell'ambito dell'attuazione della *Marine Strategy Framework Directive* (2008/56 EC), e in relazione ai protocolli d'Intesa MATTM-Regioni per l'esecuzione di attività d'indagine integrative ai fini dell'attuazione della strategia marina di cui al D.Lgs.190/2010, nel 2013 sono state svolte in Toscana varie attività di campionamento sia della biodiversità, sia dei rifiuti marini.

La biodiversità in ambiente pelagico è stata indagata relativamente al fitoplancton, allo zooplancton ed ai nutrienti per supporto, mentre sul fondo marino sono state oggetto di studio le biocenosi a coralligeno, a corallo rosso, corallo bianco ed a rodoliti.

I rifiuti marini sono stati quantificati sia a livello dei litorali, sia a livello dei fondali marini, sia nell'ambiente pelagico per quanto riguarda le microplastiche e il contenuto di ftalati.

In sintesi, ricalcando lo schema della *Marine Strategy Framework Directive* (MSFD), oggetto di tale relazione sono i seguenti cinque punti:

- BIODIVERSITA' – habitat PELAGICO (SottoProgramma 1.1)
- – habitat DEL FONDO MARINO (SottoProgramma 1.2)
- RIFIUTI MARINI – marine litter DEPOSITATO SUI FONDALI (SottoProgramma 10.1)
- – marine litter LUNGO LA COSTA (SottoProgramma 10.2)
- – MICRO-marine litter (SottoProgramma 10.3)

Più in particolare il Protocollo d'Intesa del 18/12/2012 ha definito il Piano di Attività delle Regioni della Sottoregione Mediterraneo Occidentale che prevede i seguenti target (tra parentesi il capitolo in cui sono trattati nella presente relazione):

- Distribuzione ed estensione degli habitat bentonici – Coralligeno (cap.3)
- Abbondanza relativa e/o biomassa - habitat pelagici (cap.2)
- Rifiuti antropici spiaggiati (cap.5)
- Microplastiche in superficie e nella colonna d'acqua (cap.6)
- Rifiuti antropici sul fondo marino (cap.4)

Habitat pelagico

Il campionamento delle diverse componenti degli habitat pelagici, fitoplancton, zooplancton e caratteristiche chimiche delle acque, è stato effettuato in corrispondenza di 4 transetti estesi per una lunghezza di 20 km, di cui due localizzati nell'area compresa tra Mar Ligure Meridionale e Isola d'Elba e due 2 tra l'Isola d'Elba e il promontorio dell'Argentario.

In ogni transetto sono state individuate 4 stazioni di campionamento e sono state effettuate due campagne di prelievo, la prima in inverno tra dicembre 2013 e febbraio 2014 e la seconda in primavera (aprile-maggio 2014).

In generale le concentrazioni dei nutrienti inorganici sono scarse nelle acque superficiali, mentre i maggiori arricchimenti sono evidenti nella zona costiera. I fosfati hanno valori maggiori soprattutto nella zone costiere influenzate dallo sbocco dei fiumi come fiume Morto e, in minor misura, il fiume Ombrone. I nitrati presentano valori bassi in tutte le stazioni tranne che per fiume Morto, in particolare nella stazione sottocosta. Anche

L'ammoniaca ha in genere valori bassi fatta eccezione per il campionamento a Carbonifera. I silicati sono abbondanti sia nella distribuzione verticale sia in quella orizzontale.

In generale i valori di clorofilla a non sono strettamente correlati con quelli di densità fitoplanctonica soprattutto nelle stazioni profonde, dove in alcuni casi, si sospetta un'interferenza da parte delle particelle di sedimento; nella maggior parte dei casi è lecito pensare invece che la mancata corrispondenza sia dovuta al fatto che la semplice conta degli individui non fornisce informazioni effettive sulla biomassa: in altre parole una corrispondenza vera propria si potrebbe avere solo utilizzando i biovolumi cellulari.

I dati raccolti indicano una generale situazione di oligotrofia dalla quale si discosta solo l'area del fiume Morto. I dati della biomassa fitoplanctonica sono insufficienti per determinare una variazione spazio temporale dei vari parametri, problema che sarebbe facilmente risolvibile programmando campagne di rilevamento con cadenza stagionale.

Tra lo zooplancton i copepodi risultano il gruppo più abbondante in tutte le stazioni di campionamento invernale nei transetti Fiume Morto e Carbonifera. In primavera a Fiume Morto risulta invece maggiore l'abbondanza dei Cladoceri, dato che lo sviluppo di questo ordine di crostacei è tipico della stagione tardo-primaverile. A Donoratico, i copepodi sono il gruppo più rappresentato in tutte le stazioni con valori di abbondanza simili, ad eccezione della stazione più costiera dove il totale degli organismi zooplanctonici risulta esiguo. Lungo tutte le stazioni del transetto di Carbonifera i Copepodi sono la componente principale dello zooplancton come si verifica anche per il transetto di Collelungo, con le maggiori abbondanze nelle stazioni intermedie.

Habitat del fondo marino

L'indagine ha richiesto l'impiego di operatori subacquei muniti di fotocamera subacquea, draga Van Veen, Multi-Beam-Echo-Sounder (MBES), Side-Scan-Sonar (SSS) e Remotely-Operated-Vehicle (ROV). Grazie alla collaborazione con i pescatori professionisti di corallo rosso che operano o operavano nell'area toscana è stato possibile cartografare la presenza dei principali banchi di corallo rosso, sia profondi, sia costieri.

Le biocenosi a coralligeno lungo le coste della Toscana sono state identificate in 6 zone: Secche della Meloria (Livorno), Secche di Vada (Rosignano), costa di Piombino, Porto Santo Stefano, isole di Montecristo, Giglio e Pianosa. L'analisi dei risultati ottenuti, anche messi in rapporto ai campionamenti degli anni precedenti evidenziano un'ottima precisione dell'indice ESCA e come i popolamenti del coralligeno algale siano superiori sulle isole dell'Arcipelago toscano, rispetto a quelli rilevati lungo la costa, dove gli impatti antropici e gli apporti fluviali sono superiori.

Sulla base delle conoscenze acquisite dai pescatori professionisti, è stato possibile individuare le aree di indagine dove raccogliere le informazioni sul corallo rosso con MBES e SSS. Queste aree sono a Livorno, nella zona del Romito in 5 km lineari di falesia su un battente medio di 30 metri, e nei pressi delle Secche della Meloria, il Banco Miglioranza, 5 km² su un battente medio di 60 metri, e la Secca della Ciabatta.

Le formazioni di corallo bianco si distribuiscono su un fondale fangoso della scarpata superiore localizzato al largo delle isole di Gorgona e Capraia. Tali formazioni coralline hanno una distribuzione irregolare e sono rilevabili acusticamente; risultano ampie diverse decine di metri, con un'altezza anche di 3-4 m. I campionamenti con la draga hanno fornito l'evidenza che queste formazioni di corallo sono parzialmente coperte da uno strato sottilissimo di fango, ma hanno anche documentato che i coralli ancora impiantati nel fango del fondale sono bianchi e in buone condizioni, mentre quelli depositi sul fondale sono profondamente bioerosi, patinati di ferro-manganese e cosparsi da numerosi organismi perforanti.

Tutti i rilevamenti delle aree a maerl (rhodolity) sono stati realizzati con l'ausilio del battello Oceanografico dell'ARPAT Poseidon. Nella zona di S. Andrea, i campioni profondi risultano costituiti solamente da sabbia organogena e fango, mentre a profondità minori il maerl aumenta di quantità anche in relazione alla vicinanza della prateria di posidonia. Anche nell'area di Cavo, la zona dove è stato trovato maggiormente il maerl è stata quella più vicina alla prateria di posidonia. Nella zona delle Secche della Ciabatta il maerl è sempre in piccole quantità e il resto del materiale risultava tutto frantumato. Riteniamo che la frantumazione sia dovuta principalmente alla intensa attività di pesca a strascico che su questo tipo di fondali impiega attrezzi specifici, modificati per operare su fondi duri.

Marine litter depositato sui fondali

Il campionamento dei rifiuti sul fondo marino è stato realizzato nell'estate 2013 con una rete a strascico, nell'ambito del Programma di raccolta dati MEDITS (MEDiterranean Trawl Survey), un programma europeo per la raccolta delle informazioni sulle risorse ittiche demersali. Tale raccolta è effettuata attraverso campagne di ricerca scientifica mediante un peschereccio commerciale. Tutto il catturato di ogni pescata (cala) viene suddiviso tra le varie specie ittiche e i rifiuti. Questi vengono a loro volta catalogati e quantificati ottenendo stime di abbondanza in peso degli stessi. La campagna condotta nella zona che va dalla Liguria al Lazio ha permesso di evidenziare una predominanza di rifiuti di natura non antropica, in particolare legno e foglie. Per quanto riguarda invece i rifiuti antropici la categoria maggiormente presente risulta essere la plastica, seguita da oggetti metallici (bidoni e altro). Lo studio e la quantificazione dei rifiuti presenti sul fondo marino assume una importanza notevole soprattutto in previsione di attività che possono in futuro consentire l'eventuale smaltimento degli stessi secondo metodologie predefinite.

Marine litter lungo la costa

La raccolta dei rifiuti sulla costa consente di acquisire informazioni preliminari ai fini dello studio del fenomeno dello spiaggiamento dei rifiuti marini. Queste informazioni possono essere utilizzate al fine di minimizzare la quantità di rifiuti immessi nell'ambiente marino. Sono state condotte due campagne: una in tarda primavera-inizio estate 2013 e una durante l'autunno in 5 punti individuati secondo precise caratteristiche. Per ogni punto la metodologia ha richiesto il censimento dei rifiuti in due distinti tratti da 100 m ciascuno e, qualora la zona individuata lo consentisse, anche il censimento in un tratto di 1 km. I rifiuti sono stati catalogati secondo le linee guida OSPAR. È stato possibile così definire per ogni zona l'abbondanza in numero delle diverse tipologie andando poi a raggruppare le stesse in categorie principali quali plastica, legno, vetro, metallo, ceramica, tessuti, sanitari, gomma, carta. Per quanto riguarda la maggior parte delle zone campionate, in entrambe le stagioni, il rifiuto predominante è rappresentato dalla plastica, in varie tipologie. Unica eccezione è Marina di Vecchiano (Pisa) in cui, nella stagione primaverile predomina la carta, rappresentata principalmente da filtri di sigarette. In generale comunque durante il campionamento primaverile è stato registrato un numero di rifiuti superiore rispetto a quello registrato in autunno anche se in linea di massima non si hanno importanti variazioni nella composizione e nelle tipologie.

Micro-marine litter

Per la definizione delle aree di indagine delle microplastiche è stato utilizzato lo schema già descritto per gli habitat pelagici. I campionamenti superficiali sono stati effettuati mantenendo il retino manta a livello sub-superficiale; quelli verticali sono stati realizzati

con un retino conico standard WP2. Per l'analisi degli ftalati, un'aliquota è stata filtrata e congelata in azoto liquido per le successive analisi ecotossicologiche.

La campagna invernale si è svolta tra il mese di dicembre 2013 e febbraio 2014 nei transetti di Fiume Morto e Carbonifera. Nel periodo invernale la stazione Fiume Morto a 20 km è quella con la maggiore presenza di microplastiche e un gradiente decrescente con l'avvicinarsi alla costa; i colori predominanti delle particelle sono bianco e trasparente, la forma più ricorrente è il frammento con dimensioni tra 1 e 2,5 mm. Anche a Carbonifera la stazione a 20 km è quella con la maggiore presenza di microplastiche e un gradiente decrescente verso la costa; i colori predominanti sono bianco e trasparente, la forma più ricorrente è il frammento e la classe dimensionale quella compresa tra 2,5 mm e 5 mm. Nelle retinate verticali nella colonna d'acqua non è stata individuata alcuna microplastica.

La campagna primaverile si è svolta tra il mese di aprile e maggio 2014 in tutti i 4 transetti: Fiume Morto, Donoratico, Carbonifera e Collelungo.

Superficiali

Complessivamente nei campionamenti superficiali i colori più abbondanti nelle microplastiche campionate sono il bianco (41%) e trasparente (33%), mentre il colore meno rappresentato è il rosso (1%). La forma più abbondante è la forma a frammento (80%), mentre la forma meno frequente è il filamento. La maggior parte delle microplastiche si colloca nell'intervallo dimensionale 1-2,5 mm (47%), mentre nelle classi dimensionali 0,5-1 mm e 2,5-5 mm si collocano un numero comparabile di particelle (26% e 23%). Le particelle con dimensioni inferiori a 0,5 mm rappresentano la porzione minore del totale delle microplastiche.

Le microplastiche nella colonna d'acqua, rilevate con i campionamenti verticali, sono risultate estremamente scarse. I colori più abbondanti campionati sono il blu e nero, mentre il rosso non è mai presente; la forma più abbondante è il frammento, mentre la forma a sfera non è stata mai ritrovata. Considerando la dimensione, le microplastiche analizzate si distribuiscono in maniera piuttosto uniforme nelle quattro classi dimensionali.

Parole chiave: acqua, fascia costiera, inquinamento, plancton, coralligeno, rifiuti, plastica

1 INTRODUZIONE

Habitat pelagici

Il campionamento delle diverse componenti degli habitat pelagici, fitoplancton, zooplancton e caratteristiche chimiche delle acque, è stato effettuato in corrispondenza di 4 transetti estesi per una lunghezza di 20 km, di cui due localizzati nell'area compresa tra Mar Ligure Meridionale ed Isola d'Elba e due 2 tra l'Isola d'Elba ed il promontorio dell'Argentario.

In ogni transetto sono state individuate 4 stazioni di campionamento e sono state effettuate due campagne di prelievo, l'una in inverno tra dicembre 2013 e febbraio 2014 e la seconda in primavera (aprile-maggio 2014).

Habitat fondi duri

Nell'attuazione della MSFD sono stati indagati gli habitat a fondi duri, in particolare le biocenosi a coralligeno e le formazioni a corallo bianco. Nel primo caso è stato previsto l'utilizzo di operatori subacquei muniti di fotocamera subacquea, draga Van Veen, Multi-Beam-Echo-Sounder (MBES), Side-Scan-Sonar (SSS) e Remotely-Operated-Vehicle (ROV). Per quanto riguarda i coralli bianchi. Grazie alla collaborazione con i pescatori professionisti di corallo rosso che operano o operavano nell'area toscana è stato possibile cartografare la presenza dei principali banchi di corallo rosso, sia profondi, sia costieri.

Rifiuti

Nell'ambito della attuazione della Marine Strategy Framework Directive (2008/56 EC) in Toscana nel 2013 sono state effettuate due campagne per il censimento dei rifiuti spiaggiati, una in tarda primavera-inizio estate e una in autunno in accordo con le linee guida OSPAR. E' stata poi effettuata una campagna primaverile nel 2014.

Inoltre durante la stagione estiva del 2013 è stata effettuata una campagna per il rilevamento dei rifiuti presenti sul fondo marino nell'ambito del programma MEDITS per la raccolta dati delle risorse ittiche demersali.

Microplastiche

L'indicatore 10.1.3 della MSFD (2008/56 EC) richiede di reperire informazioni sui "*Trend nella quantità, nella distribuzione e, se possibile, nella composizione di microparticelle* (in particolare microplastiche)". Le attività di campionamento e le analisi di laboratorio del *microlitter* sono finalizzate a valutarne l'abbondanza nell'ambiente marino.

Nell'ambito dell'attuazione della MSFD in Toscana nel periodo 2013-2014 sono state effettuate due campagne per il censimento della distribuzione e composizione delle microplastiche nell'ambiente marino con le seguenti finalità e frequenza:

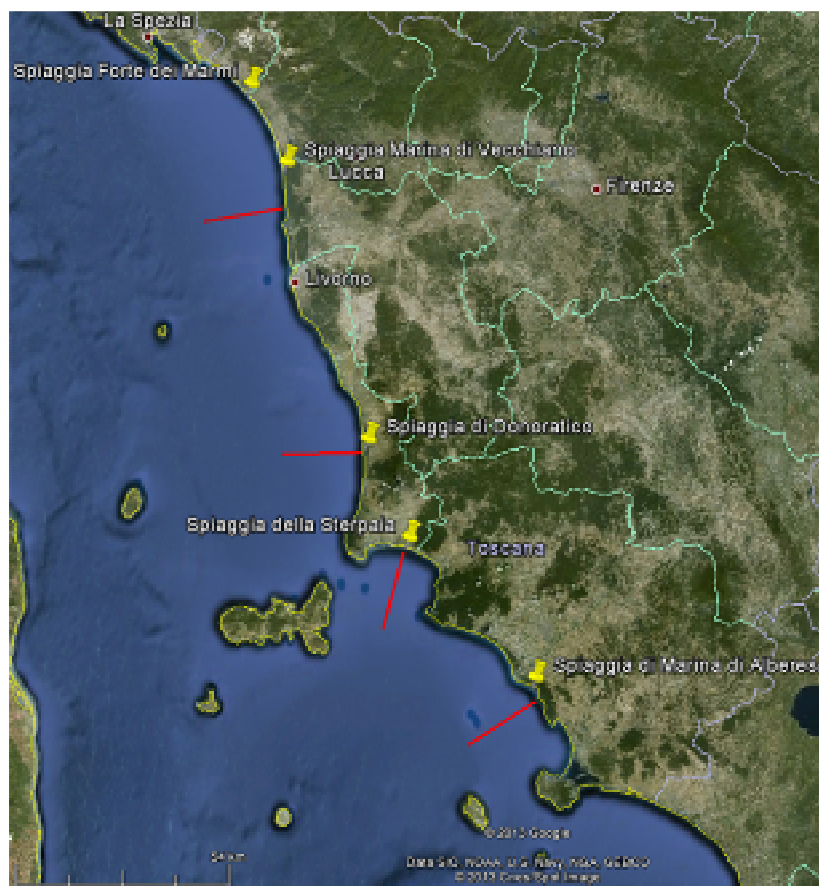
- Finalità dell'attività di indagine: acquisire elementi preliminari ai fini dello studio delle tendenze nella quantità, nella distribuzione e nella composizione delle microplastiche in ambiente marino.
- Frequenza e metodologie di indagine: sono state realizzate due campagne (invernale e primaverile) di rilevazione in concomitanza con i prelievi per l'habitat pelagico.

2 BIODIVERSITA' - HABITAT PELAGICO (SottoProgramma 1.1)

2.1 Il piano di campionamento

In conseguenza delle caratteristiche batimetriche e idrodinamiche della costa della Toscana, il campionamento delle diverse componenti degli habitat pelagici (fitoplancton, zooplancton e caratteristiche chimiche delle acque) è stato effettuato in corrispondenza di 4 transetti estesi per una lunghezza massima di 20 km: 2 localizzati nell'area compresa tra Mar Ligure Meridionale ed Isola d'Elba (all'altezza della foce dell'Arno e davanti alla costa di Donoratico) e 2 tra l'Isola d'Elba e il promontorio dell'Argentario (nel Golfo di Follonica e davanti al Parco della Maremma).

Figura 2.1 - *Transetti di 20 km (in rosso) lungo i quali sono state effettuate le indagini sugli habitat pelagici e spiagge (in giallo) individuate per le indagini sui rifiuti marini*



In ogni transetto, ordinati in numero crescente da 1 a 4 seguendo la direzione Nord-Sud, sono state individuate 4 stazioni di campionamento (Tabella 2.1): all'inizio (0,5 km dalla costa), in due punti intermedi (5 e 10 km) ed alla fine di ogni transetto (20 km).

Sono state effettuate 2 campagne di prelievo, in inverno (tra dicembre 2013 e febbraio 2014) ed a primavera (aprile-maggio 2014), ma i campionamenti invernali nei transetti 2 (Donoratico) e 4 (Collelungo) non sono stati svolti a causa di cattive condizioni meteo-marine.

Tabella 2.1 – Punti di prelievo per la matrice acqua e plancton

Transetto (nr.)	Dist. (km)	Codice stazione	Prof. (m)	Latitudine	Longitudine
Fiume Morto (1)	0,5	SMR_FM05	8	43,73382	10,26957
Fiume Morto (1)	5	SMR_FM50 sup.	15	43,73382	10,26957
Fiume Morto (1)	5	SMR_FM50 prof.	15	43,73382	10,26957
Fiume Morto (1)	10	SMR_FM100 sup.	20	43,73508	10,05192
Fiume Morto (1)	10	SMR_FM100 inter.	20	43,73508	10,05192
Fiume Morto (1)	10	SMR_FM100 prof.	20	43,73508	10,05192
Fiume Morto (1)	20	SMR_FM200 sup.	50	43,73508	10,05192
Fiume Morto (1)	20	SMR_FM200 inter.	50	43,73508	10,05192
Fiume Morto (1)	20	SMR_FM200 prof.	50	43,73508	10,05192
Carbonifera (2)	0,5	SMR_CR05	8	42,94388	10,68055
Carbonifera (2)	5	SMR_CR50 sup.	27	42,90548	10,65962
Carbonifera (2)	5	SMR_CR50 prof.	27	42,90548	10,65962
Carbonifera (2)	10	SMR_CR100 sup.	43	42,86275	10,63751
Carbonifera (2)	10	SMR_CR100 inter.	43	42,86275	10,63751
Carbonifera (2)	10	SMR_CR100 prof.	43	42,86275	10,63751
Carbonifera (2)	20	SMR_CR200 sup.	83	42,78051	10,58383
Carbonifera (2)	20	SMR_CR200 inter.	83	42,78051	10,58383
Carbonifera (2)	20	SMR_CR200 prof.	83	42,78051	10,58383
Donoratico (3)	0,5	SMR_DN05	6	43,16367	10,53251
Donoratico (3)	5	SMR_DN50 sup.	42	43,16367	10,47083
Donoratico (3)	5	SMR_DN50 prof.	42	43,16367	10,47083
Donoratico (3)	10	SMR_DN100 sup.	74	43,16367	10,40867
Donoratico (3)	10	SMR_DN100 inter.	74	43,16367	10,40867
Donoratico (3)	10	SMR_DN100 prof.	74	43,16367	10,40867
Donoratico (3)	20	SMR_DN200 sup.	114	43,16367	10,28533
Donoratico (3)	20	SMR_DN200 inter.	114	43,16367	10,28533
Donoratico (3)	20	SMR_DN200 prof.	114	43,16367	10,28533
Collelungo (4)	0,5	SMR_CL05	5	42,63403	11,06441
Collelungo (4)	5	SMR_CL50 sup.	58	42,60471	11,01895
Collelungo (4)	5	SMR_CL50 prof.	58	42,60471	11,01895
Collelungo (4)	10	SMR_CL100 sup.	90	42,57765	10,97393
Collelungo (4)	10	SMR_CL100 inter.	90	42,57765	10,97393
Collelungo (4)	10	SMR_CL100 prof.	90	42,57765	10,97393
Collelungo (4)	20	SMR_CL200 sup.	124	42,51731	10,88455
Collelungo (4)	20	SMR_CL200 inter.	124	42,51731	10,88455
Collelungo (4)	20	SMR_CL200 prof.	124	42,51731	10,88455

In ogni stazione sono stati effettuati i prelievi nel modo seguente:

- nutrienti (nitriti, nitrati, azoto totale, fosfati, fosforo totale, silicati) e fitoplancton nella stazione più vicina alla costa (0,5 km), solo in superficie, in quella intermedia (3 km), in superficie e in prossimità del fondo, in quelle più lontane (10 e 20 km) in superficie, in uno strato intermedio (in prossimità del massimo di fluorescenza) e in prossimità del fondo o a -50m, per un totale di 9 campioni per ogni transetto.
- zooplancton solo campionamenti superficiali (4 in ogni transetto) effettuati trainando (2-3 nodi di velocità) il retino WP2 (vuoto di maglia da 200 µm; apertura della rete di 57 cm di diametro; con flussimetro per la stima dei m³ di acqua filtrata) per 20 minuti, mantenendolo a livello sub-superficiale a circa 70 m dall'imbarcazione;
- dati fisico chimici rilevati lungo l'intera colonna d'acqua in ogni stazione, tramite utilizzo di sonda multiparametrica (*Idronaut Ocean Seven 316 e fluorimetro Seapoint Chlorophyll Fluorometer – Seapoint Sensors, Inc.*);
- parametri meteo marini rilevati per ogni singolo campionamento superficiale.

2.2 Nutrienti

In generale le concentrazioni dei nutrienti inorganici disciolti sono scarsi nelle acque superficiali, mentre i maggiori arricchimenti sono più evidenti nella zona costiera.

I fosfati hanno valori per lo più inferiore o uguale $0,2 \mu\text{M}$ in tutti i periodi esaminati: valori maggiori tra $0,3$ e $0,5 \mu\text{M}$ si trovano soprattutto nella zone costiere influenzate dallo sbocco dei fiumi come fiume Morto e in minor misura il fiume Ombrone.

I nitrati presentano valori intorno a $1 \mu\text{M}$ in tutte le stazioni tranne che per Fiume Morto dove si registrano valori al di sopra dei $2 \mu\text{M}$ in tutta l'area e in entrambi i campionamenti: in particolare nella stazione sottocosta in inverno raggiungono i $12,5 \mu\text{M}$ mentre i primavera il valore si riduce a $2,8 \mu\text{M}$.

L'ammoniaca ha in genere valori inferiori a $1,4 \mu\text{M}$ fatta eccezione per il campionamento a Carbonifera a dicembre quando su tutta la colonna d'acqua le concentrazioni oscillano tra $2,20$ e $2,60 \mu\text{M}$.

I silicati sono abbondanti con concentrazioni tra a 1 e $2 \mu\text{M}$ sia come distribuzione verticale sia orizzontale: fa eccezione la stazione di Fiume Morto in cui le concentrazioni sono molto più alte soprattutto nel periodo invernale (fino a $21,9 \mu\text{M}$) negli strati più superficiali.

2.3 Clorofilla *a*, biomassa fitoplanctonica e TRIX

La clorofilla *a* è stata registrata mediante l'utilizzo del fluorimetro *Seapoint Chlorophyll Fluorometer – Seapoint Sensors, Inc.*

Il valore massimo registrato è di $2,65 \mu\text{g/L}$ a Donoratico nella stazione profonda posta a 5000 metri dalla costa in corrispondenza di un picco fitoplanctonico.

In generale i valori di clorofilla *a* non sono strettamente correlati con quelli di densità fitoplanctonica soprattutto nelle stazioni profonde, dove in alcuni casi si sospetta un'interferenza da parte delle particelle di sedimento. Nella maggior parte dei casi è lecito pensare invece che la corrispondenza tra clorofilla *a* e densità fitoplanctonica non ci sia perché la semplice conta degli individui non fornisce informazioni effettive sulla biomassa: in altre parole una corrispondenza vera propria si potrebbe avere utilizzando i biovolumi cellulari.

La biomassa fitoplanctonica, la sua composizione, la sua distribuzione nel tempo e nello spazio sono strettamente legate a vari fattori combinati tra di loro come luce, temperatura, nutrienti e competizioni biologiche.

La determinazione quali-quantitativa del fitoplancton prevede le seguenti valutazioni:

- numero di cellule /litro e specie (abbondanza e composizione) di diatomee
- numero di cellule /litro e specie (abbondanza e composizione) di dinoflagellati
- numero di cellule /litro e specie (abbondanza e composizione) di "altro fitoplancton"¹.

L'analisi dei campioni è stata effettuata utilizzando il metodo di Uthermöhl, con volumi di sedimentazione di 25 ml; per la lettura è stato utilizzato un microscopio rovesciato con contrasto di fase Zeiss Axiovert 25 ad ingrandimento 400X.

¹ Per "altro fitoplancton" si intende l'insieme delle altre classi meno rappresentate in ambiente marino ovvero: Chlorophyceae, Chrysophyceae, Cyanophyceae, Cryptophyceae, Dictyophyceae, Eubryidae, Euglenophyceae, Gamophyceae, Prasinophyceae, Prymnesiophyceae, Raphidophyceae, e altro Fitoplancton indeterminato.

2.3.1 Fiume Morto

Questa stazione è stata monitorata a febbraio e a maggio 2014.

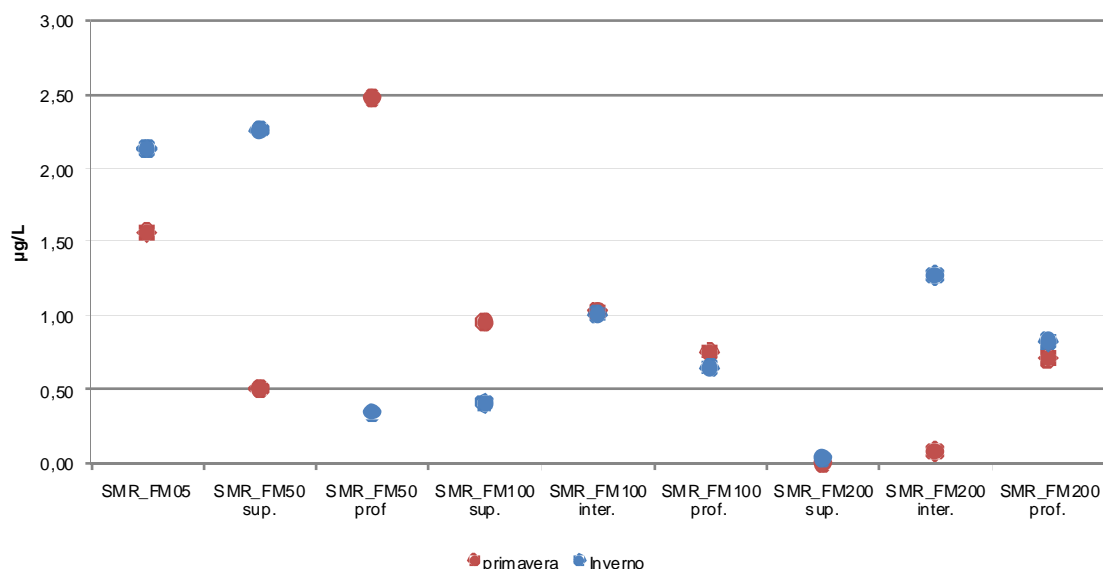
L'analisi dell'indice trofico TRIX nelle aree di campionamento indica una maggiore trofia nelle stazioni fino a 10 Km dalla costa nel periodo primaverile (Tabella 2.2).

Tabella 2.2 – TRIX medio: Fiume Morto

Stazione	Data	TRIX	Data	TRIX
SMR_FM05	24/02/14	4,5	09/05/14	4,9
SMR_FM50	24/02/14	4,3	09/05/14	4,5
SMR_FM100	24/02/14	2,7	09/05/14	4,2
SMR_FM200	24/02/14	3,1	09/05/14	3,1

In entrambi i periodi dell'anno, la clorofilla *a* ha concentrazioni tra 1,6 e 2,50 µg/L nelle stazioni più sottocosta mentre la distribuzione sia verticale che orizzontale è analoga nelle altre stazioni e al di sotto 1,3 µg/L (Figura 2.2).

Figura 1.2 – Concentrazione di clorofilla *a*: Fiume Morto



La stazione Fiume Morto presenta la più alta densità algale tra tutte quelle monitorate raggiungendo in inverno quasi $9,8 \times 10^5$ cell/L e in primavera $3,4 \times 10^6$ cell/L, in entrambi i casi nella stazione sottocosta, maggiormente influenzata dagli apporti fluviali (Tabella 2.3).

Nella stagione invernale, nelle stazioni superficiali fino a 10 km dalla costa, il popolamento è costituito (Figura 2.3) principalmente da dinoflagellati (soprattutto *Prorocentrum gracile*). Diversa è invece la situazione negli strati più profondi, dove è netta la prevalenza delle Bacillariophyceae, in particolare le pennate *Nitzschia* spp. e *Cylindrotheca closterium*.

In primavera la cenosi principale a tutte le profondità è data dalle Bacillariophyceae (Figura 2.4), in particolare da *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros wighamii*, *Pseudonitzschia* spp., e del *Nitzschia delicatissima* complex *Leptocylindrus minimus*.

Molto abbondanti sono anche i dinoflagellati rappresentati soprattutto dal genere *Gymnodinium* e dalla specie *Scrippsiella trochoidea*.

La stazione a terra si differenzia dalle altre per l'abbondante presenza di numerosi elementi fitoplanctonici riconducibile ad acque fluviali e in particolare alla presenza di *Euglena viridis*.

Tabella 2.3 – Densità delle principali classi fitoplanctoniche: Fiume Morto

Stazione	MAR_FM 05	MAR_FM 50 Sup.	MAR_FM 50 prof	MAR_FM 100 sup.	MAR_FM 100 inter.	MAR_FM 100 prof	MAR_FM 200 Sup.	MAR_FM 200 inter	MAR_FM 200 prof.
Data campionamento	24/02/14	24/02/14	24/02/14	24/02/14	24/02/14	24/02/14	24/02/14	24/02/14	24/02/14
Totale fitoplancton	984377	42652	5073	27032	6480	4925	26738	16840	11760
Bacillariophyceae	1040	2114	3333	3037	3480	1777	14518	11160	9800
Dinophyceae	979737	35269	666	18688	920	296	7258	2600	200
Chrysophyceae	360	231	37	0	80	0	0	0	0
Cryptophyceae	400	500	0	346	0	0	185	280	0
Dictyophyceae	0	0	0	0	0	0	185	40	120
Ebriidea	0	0	0	38	120	0	148	40	0
Euglenophyceae	400	154	0	0	0	0	74	0	0
Prasinophyceae	80	0	0	0	0	0	0	0	0
Prymnesiophyceae	2160	4384	1037	4731	1760	2704	4185	2480	1560
Altro fitoplancton indet.	200	0	0	192	120	148	185	240	80
Data campionamento	9/5/214	9/5/214	9/5/214	9/5/214	9/5/214	9/5/214	9/5/214	9/5/214	9/5/214
Totale fitoplancton	3438784	1031359	229800	1403626	911734	70200	13458	11692	7777
Bacillariophyceae	3075132	1014239	209700	1389826	901624	62760	11114	6461	4629
Dinophyceae	272481	6080	7100	3560	2814	1280	882	1077	1074
Chrysophyceae	0	0	2600	0	0	0	0	0	0
Cryptophyceae	680	1160	0	680	0	0	0	0	0
Dictyophyceae	0	0	100	0	0	0	0	0	37
Ebriidea	0	0	100	0	0	0	0	0	37
Euglenophyceae	78091	0	0	0	0	0	0	0	0
Prasinophyceae	760	0	0	120	37	0	0	0	0
Prymnesiophyceae	11400	9760	9500	9320	7074	6040	1308	4000	1889
Altro fitoplancton indet.	240	120	700	120	185	120	154	154	111

Figura 2.2 – Composizione della comunità fitoplanctonica: Fiume Morto febbraio 2014

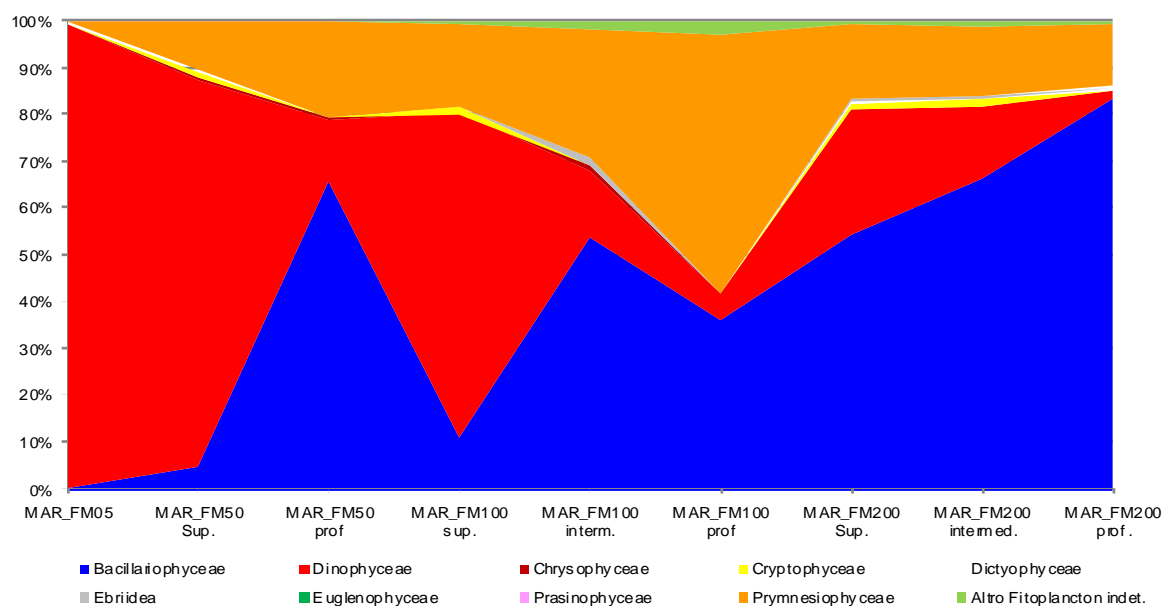
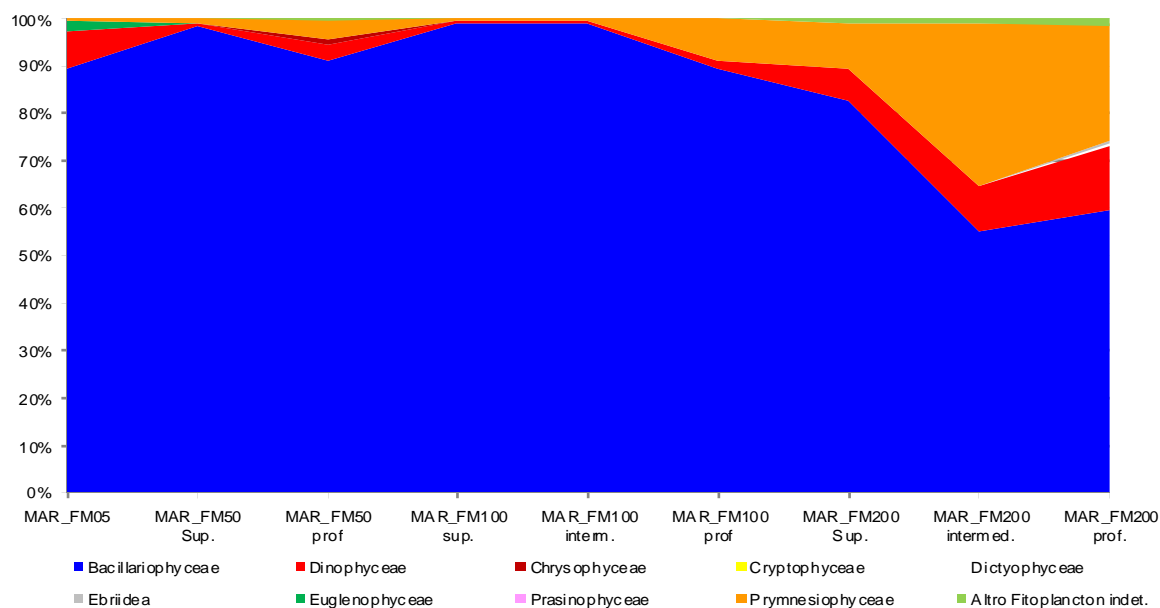


Figura 2.3 – Composizione della comunità fitoplanctonica: Fiume Morto Maggio 2014



2.3.2 Donoratico

Questa stazione è stata campionata nel mese di aprile 2014.

I dati di TRIX indicano valori di trofia del tutto analoghi andando da terra verso largo, con un valore leggermente più alto sottocosta (Tabella 2.4).

Tabella 2.4 – TRIX medio: Donoratico

Stazione	Data	TRIX
SMR_DN05	09/04/14	3,0
SMR_DN50	09/04/14	2,8
SMR_DN100	09/04/14	2,4
SMR_DN200	09/04/14	2,5

La stazione è caratterizzata da bassi valori di clorofilla *a* (Figura 2.5) tutti sotto gli 0,5 µg/L, fatta eccezione per il punto profondo situato a 5000 metri dalla costa in cui è stato registrato il valore di 2,65 µg/L. In questo caso, il picco di clorofilla coincide con il picco di massima densità algale.

Il valore di concentrazione massima è stato registrato nella stazione posta a 5000 metri dalla costa nello strato profondo a circa 40 metri di profondità $2,0 \times 10^4$ cell/L (Tabella 2.5). La stazione è dominata essenzialmente da due gruppi: Bacillariophyceae (*Pseudo-nitzschia* spp. del *Nitzschia delicatissima* complex *Leptocylindrus minimus* e *Thalassionema nitzschioides*) e Prymnesiophyceae (Figura 2.6).

Figura 2.4 – Concentrazione di dorofilla a: Donoratico

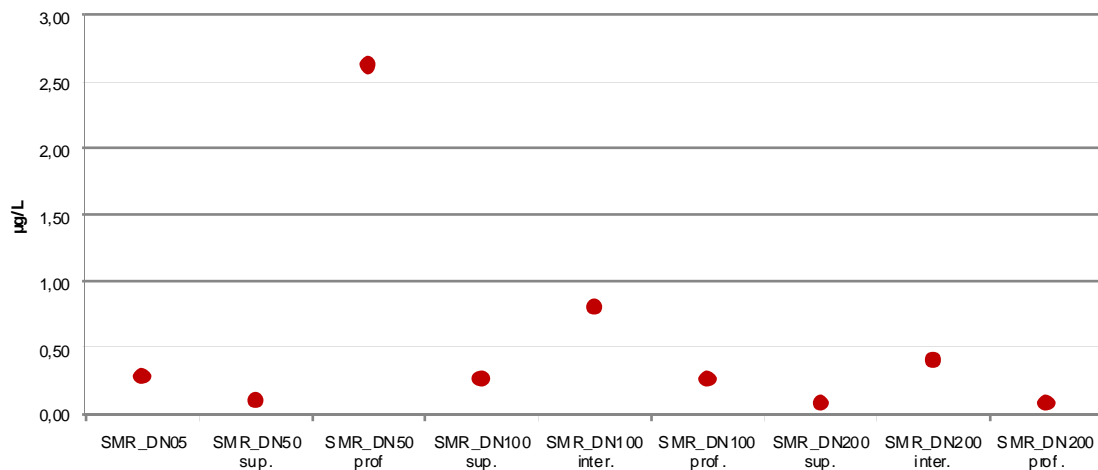
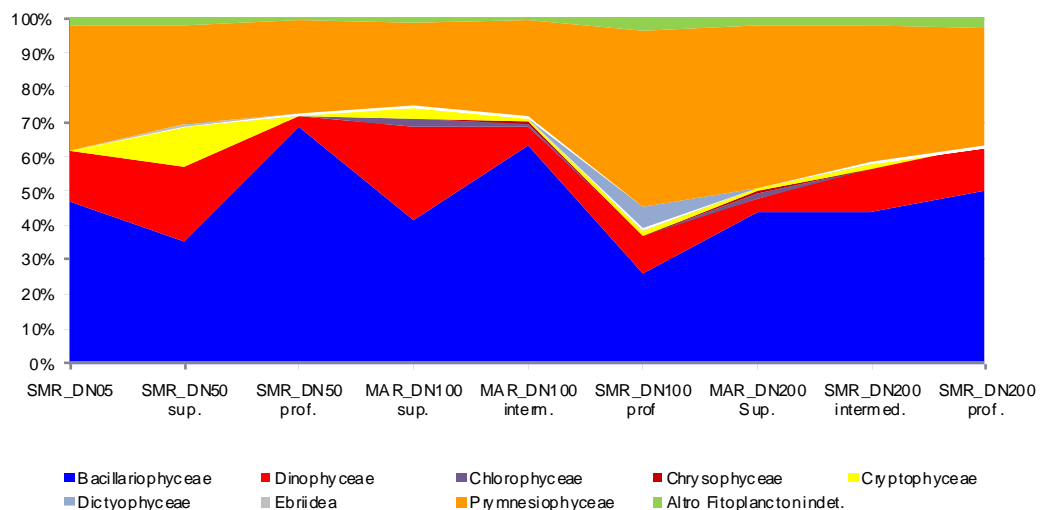


Tabella 2.5 – Densità delle principali classi fitoplanctoniche: Donoratico

Stazione	SMR_D N05	SMR_D N50 sup.	SMR_D N50 prof.	MAR_D N100 sup.	MAR_D N100 inter.	SMR_D N100 prof.	MAR_D N200 Sup.	SMR_D N200 inter.	SMR_D N200 prof.
Data campionamento	09/04/14	09/04/14	09/04/14	09/04/14	09/04/14	09/04/14	09/04/14	09/04/14	09/04/14
Totale fitoplancton	7480	9400	19650	8226	11554	4280	10075	6280	3040
Bacillariophyceae	3520	3320	13536	3422	7333	1120	4422	2760	1520
Dinophyceae	1120	2040	499	2228	592	480	384	800	400
Chlorophyceae	0	0	0	192	111	0	154	0	0
Chrysophyceae	0	0	0	0	74	0	115	0	0
Cryptophyceae	0	1120	154	308	111	80	77	80	0
Dictyophyceae	0	0	77	0	37	280	0	40	0
Ebriidea	0	40	0	0	0	0	0	0	0
Prymnesiophyceae	2680	2680	5269	1961	3222	2160	4731	2480	1040
Altro Fitoplancton indet.	160	200	115	115	74	160	192	120	80

Figura 2.5 – Composizione della comunità fitoplanctonica: Donoratico aprile 2014



2.3.3 Carbonifera

Questa stazione è stata monitorata a dicembre 2013 e ad aprile 2014.

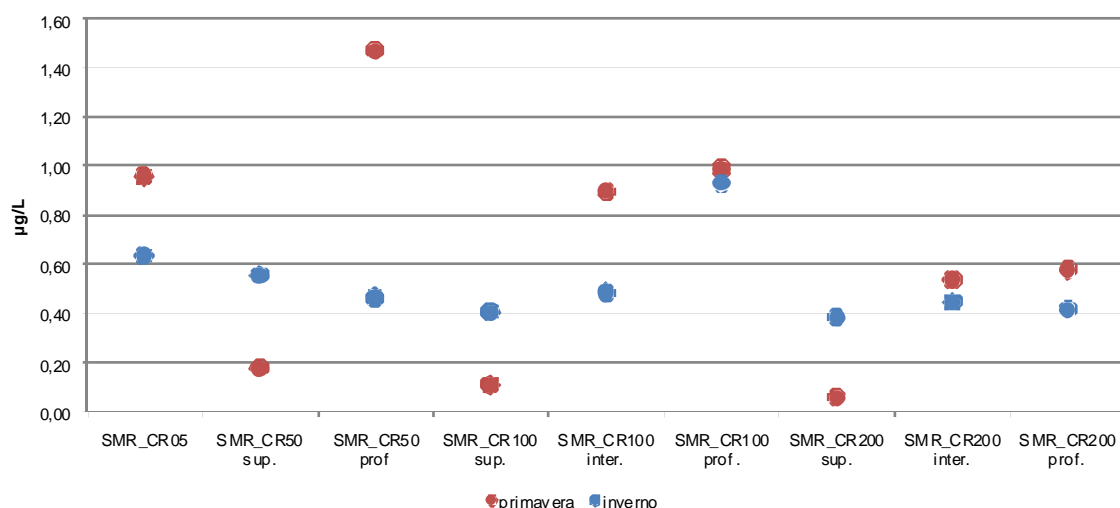
Nel periodo invernale le stazioni presentano valori di TRIX (Tabella 2.6) analoghi, compresi tra 3,6 e 3,7, mentre nel periodo primaverile le stazioni poste a 5 e 10 Km mostrano valori leggermente più alti dovuti essenzialmente a valori di ossigeno più alti negli strati più profondi.

Tabella 2.6 – TRIX medio: Carbonifera

Stazione	Data	TRIX	Data	TRIX
SMR_CR05	12/12/13	3,7	10/04/14	2,6
SMR_CR50	12/12/13	3,6	10/04/14	3,3
SMR_CR100	12/12/13	3,6	10/04/14	3,2
SMR_CR200	12/12/13	3,7	10/04/14	2,7

La concentrazione di clorofilla a (Figura 2.7) in questa stazione è piuttosto bassa con la maggior parte dei valori $< 0,5 \mu\text{g/L}$. Il valore massimo registrato è $1,47 \mu\text{g/L}$ in primavera nella stazione profonda a 5 Km dalla costa, pur non corrispondendo ad un picco fitoplanctonico.

Figura 2.6 – Concentrazione di clorofilla a: Carbonifera



Nella campagna invernale la concentrazione di fitoplancton negli strati superficiali fino a 1000 metri di distanza dalla costa è intorno a 1×10^5 cell/L con il valore massimo proprio in SMR_CR100 superficiale (Tabella 2.7).

La stazione posta a 20 km presenta lungo la colonna d'acqua valori omogenei e di un ordine di grandezza inferiore, con valori compresi tra $5-8 \times 10^4$ cell/L.

In tutti i punti di prelievo predominano (Figura 2.8) Bacillariophyceae, circa 75% dell'intero popolamento (*Cylindrotheca closterium*, *Thalassionema nitzschioides*), seguite dalle Prymnesiophyceae, circa il 20%, rappresentate soprattutto da piccoli elementi cellulari appartenenti probabilmente alla specie *Emiliana huxley*, e da specie come la cosmopolita *Syracosphaera pulchra*, *Acanthoica quattro spina*, *Helicosphaera carteri* e *Anoplosolenia brasiliensis*.

Tabella 2.7 – Densità delle principale classi fitoplanctoniche: Carbonifera

Stazione	SMR_CR05	SMR_CR50 sup.	SMR_CR50 rof.	SMR_CR10 0 sup.	SMR_CR10 0 inter.	SMR_CR10 0 prof.	SMR_CR20 0 Sup.	SMR_CR20 0 interm.	SMR_CR20 0 prof.
Data campionamento	12/12/13	12/12/13	12/12/13	12/12/13	12/12/13	12/12/13	12/12/13	12/12/13	12/12/13
Totale fitoplancton	9480	10680	4680	12640	8080	5680	5080	5800	8520
Bacillariophyceae	7720	9120	2760	9200	5980	4700	2160	4360	6960
Dinophyceae	400	280	240	440	360	80	360	280	120
Dictyophyceae	80	80	0	120	80	20	40	0	40
Prymnesiophyceae	1280	1000	1680	2600	1620	880	2360	1160	1400
Altro Fitoplancton indet.	0	200	0	280	40	0	160	0	0
Data campionamento	10/04/14	10/04/14	10/04/14	10/04/14	10/04/14	10/04/14	10/04/14	10/04/14	10/04/14
Totale fitoplancton	16304	50573	8320	9680	6480	10308	26961	8148	8920
Bacillariophyceae	7421	41306	6120	4720	2560	4655	21629	4460	5600
Dinophyceae	2691	1805	1280	1840	920	845	666	613	760
Cryptophyceae	4500	846	0	160	80	0	0	0	0
Dictyophyceae	0	0	120	0	0	0	0	115	0
Prasinophyceae	0	0	0	0	0	0	0	115	0
Prymnesiophyceae	1577	6462	680	2880	2800	4731	4518	2730	2520
Raphidophyceae	0	0	0	80	0	0	0	0	0
Altro Fitoplancton indet.	115	154	120	0	120	77	148	115	40

In aprile (Figura 2.9) la densità massima si ha nella stazione posta a 5000 metri dalla costa in superficie (5×10^5 cell/L); la stazione sottocosta invece presenta la maggior variabilità con specie appartenenti alla classe delle Bacillariophyceae (46%) da Cryptophyceae, in particolare Plagioselmis (28%) dinoflagellati (17%) e Prymnesiophyceae (10%).

La quantità delle prymnesioficee aumenta notevolmente nelle altre stazioni tanto che complessivamente la percentuale di questo raggruppamento si assesta intorno al 20%, in analogia con quanto registrato in inverno.

Figura 2.7 – Composizione della comunità fitoplanctonica: Carbonifera dicembre 2013

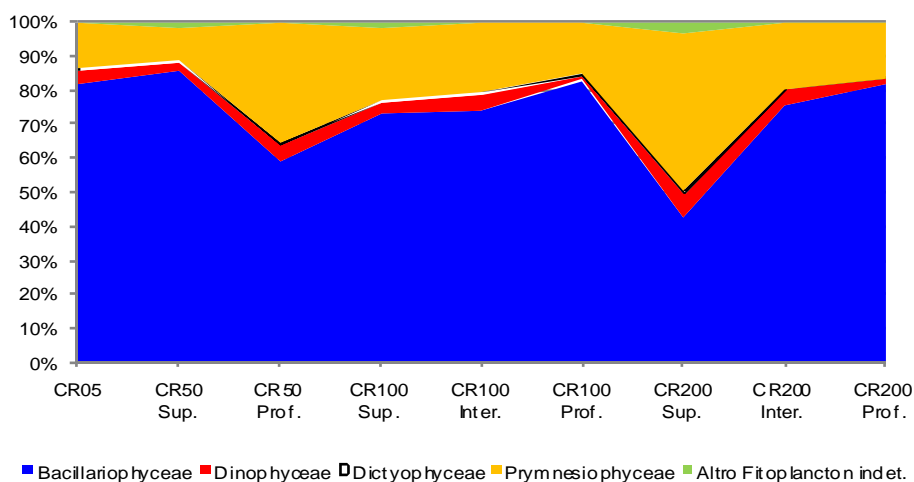
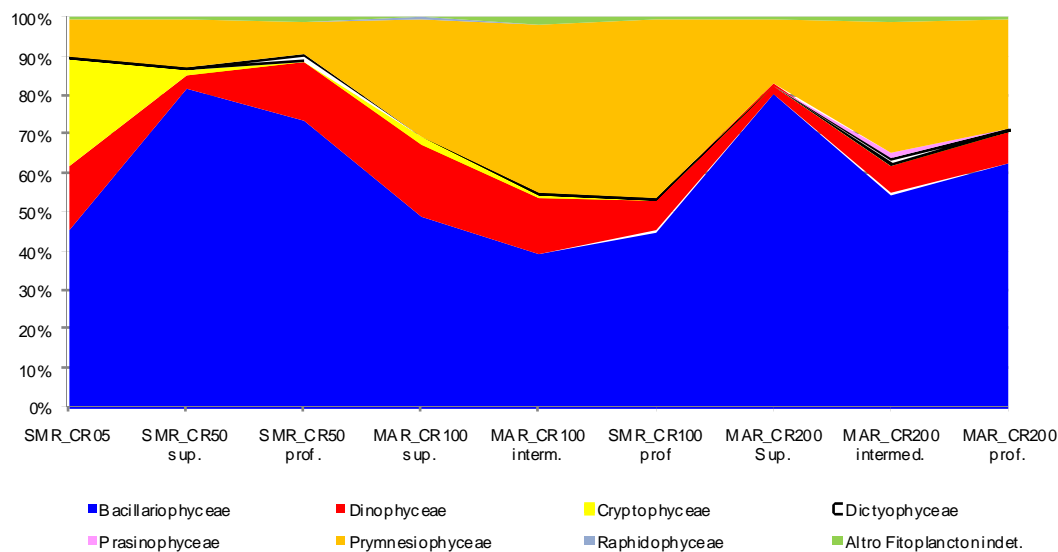


Figura 2.8 – Composizione della comunità fitoplanctonica: Carbonifera aprile 2014



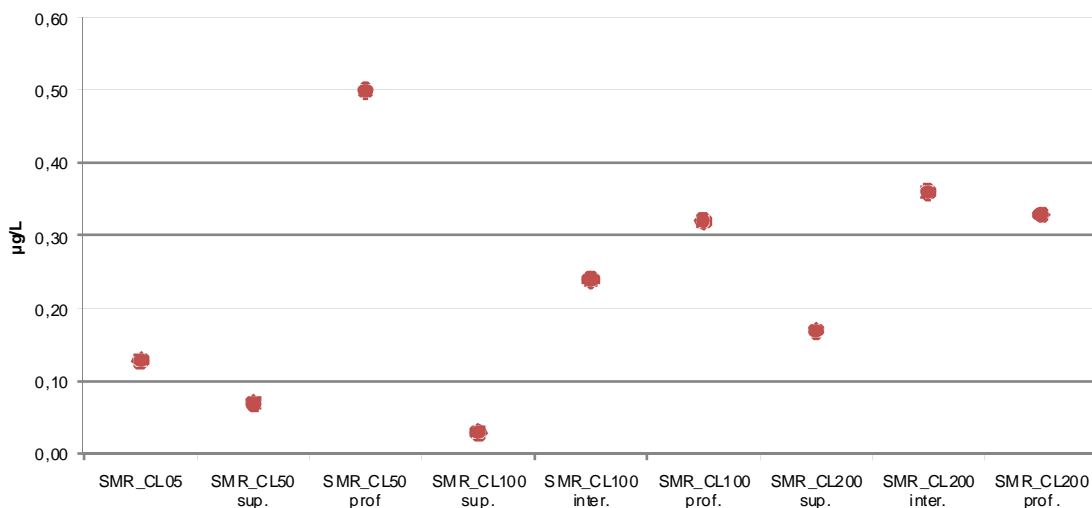
2.3.4 Collelungo

Come la stazione di Donoratico, anche Collelungo è stata campionata solo in primavera 2014.

Questa area di campionamento presenta i valori di *TRIX* più bassi tra tutte le aree monitorate, con valori inferiori a 3 (Tabella 2.8).

Tabella 2.8 – *TRIX* medio: Collelungo

Stazione	Data	<i>TRIX</i>
SMR_CL05	15/04/14	2,7
SMR_CL50	15/04/14	2,1
SMR_CL100	15/04/14	2,8
SMR_CL200	15/04/14	3,0

Figura 2.9 – Concentrazione di clorofilla *a*: Collelungo

Anche la concentrazione di clorofilla *a* rilevata in questa area è la più bassa di tutte quelle rilevate lungo la costa, con tutti i valori < 0,5 µg/L (Figura 2.10).

Il valore di concentrazione massima di fitoplancton per questa stazione è di $7,0 \times 10^4$ cell/L evidenziato nello stato superficiale della stazione a 5 Km dalla costa: allontanandoci dalla

costa i valori di densità diminuiscono di un ordine di grandezza con certa uniformità tra gli strati (Tabella 2.9).

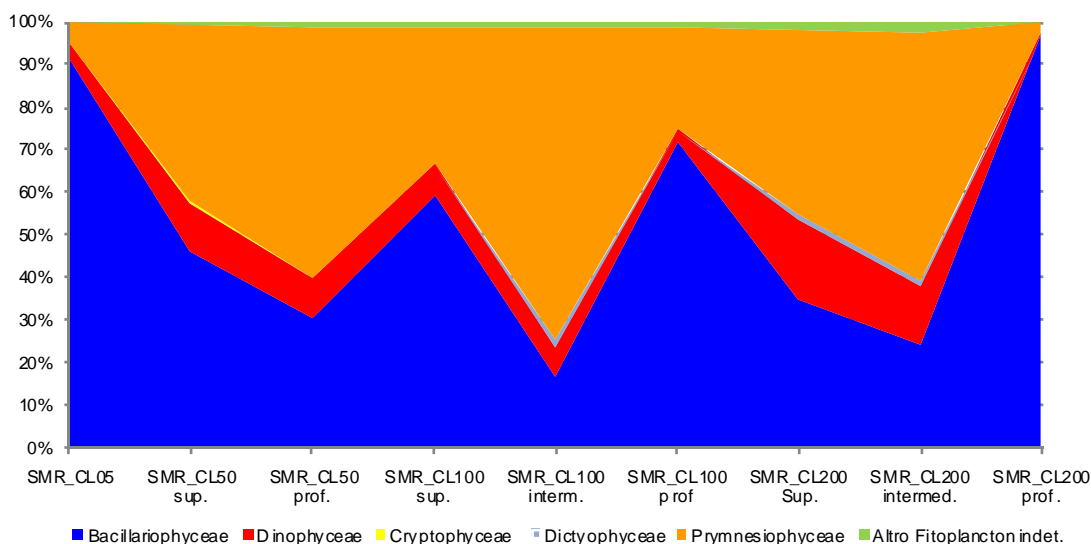
Tabella 2.9 – Densità delle principale classi fitoplanctoniche: Collelungo

Stazione	SMR_CL05	SMR_CL50 sup.	SMR_CL50 prof.	SMR_CL100 sup.	SMR_CL100 inter.	SMR_CL100 prof.	SMR_CL200 Sup.	SMR_CL200 inter.	SMR_CL200 prof.
Data campionamento	16/04/14	16/04/14	16/04/14	15/04/14	15/04/14	15/04/14	15/04/14	15/04/14	15/04/14
Totale fitoplancton	26766	68226	14680	4813	9303	3200	9727	7080	4720
Bacillariophyceae	21307	56692	10000	2073	4036	1040	5460	2320	1520
Dinophyceae	2191	2342	640	481	461	240	1229	880	160
Cryptophyceae	0	192	0	0	0	0	0	0	0
Dictyophyceae	0	0	0	0	115	0	77	80	0
Prymnesiophyceae	3114	8846	3960	2185	4614	1840	2846	3640	2960
Altro Fitoplancton indet.	154	154	80	74	77	80	115	160	80

La stazione è dominata negli strati superficiali dalle Bacillariophyceae (Figura 2.11): sono state trovate molte specie appartenenti alle Rhizosoleniine come *Dactyliosolen fragilissimus*, *D. antarcticus*, *Proboscia alata* *Rhizosolenia styliformis* e *R. pungens*, *Pseudosolenia calcar – avis*.

Negli strati intermedi e profondi invece le diatomee dominano insieme ai coccolitoforidi, che in alcuni casi superano il 50% dell'intero popolamento divenendo il *taxon* predominante.

Figura 2.10 – Composizione della comunità fitoplanctonica: Collelungo aprile 2014



2.3.5 Conclusioni

I dati raccolti indicano una generale situazione di oligotrofia dalla quale si discosta solo l'area del Fiume Morto.

I dati sono insufficienti per determinare una variazione spazio temporale dei vari parametri, compresi quelli fitoplanctonici, problema facilmente risolvibile programmando campagne con cadenza stagionale.

2.4 Zooplancton

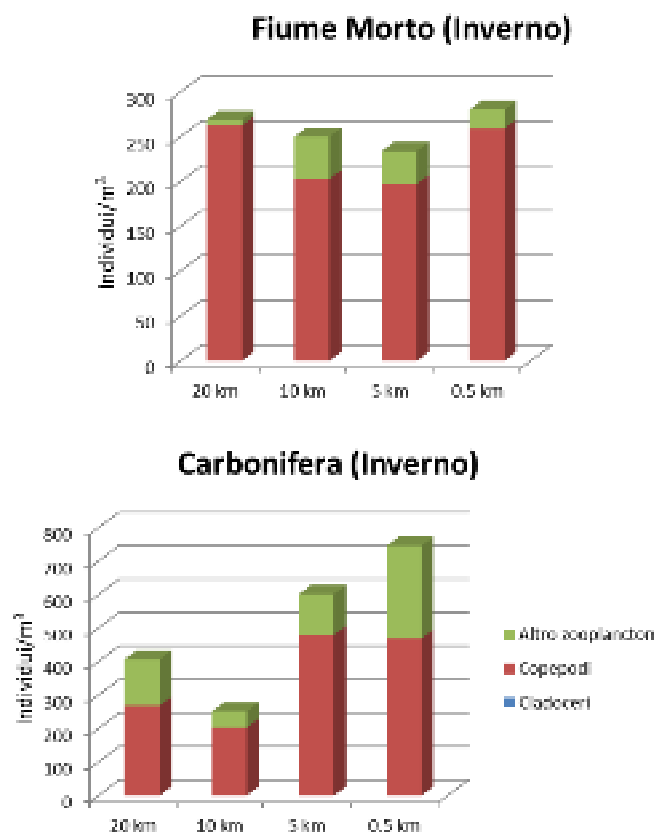
La componente zooplanctonica è stata analizzata allo stereomicroscopio (Leica Wild M10) e sono stati individuati 20 gruppi tassonomici, così raggruppati:

- Cladoceri
- Copepodi
- “Altro Zooplancton” che comprende anfipodi, appendicolarie, chetognati, dolioli, foraminiferi, idromeduse, larve di decapodi, larve di echinodermi, larve di eufausiacei, larve di pesci, larve di policheti, larve di pteropodi, nauplii copepodi, ostracodi, salpe, sifonofori, uova di invertebrati, uova di teleostei, ecc.

2.4.1 Campagna invernale

Sia a Fiume Morto che a Carbonifera, i copepodi risultano il gruppo più abbondante in tutte le stazioni di campionamento (Figura 2.12).

Figura 2.11 - *Composizione ed abbondanza dello zooplancton superficiale nella campagna invernale*



2.4.2 Campagna primaverile

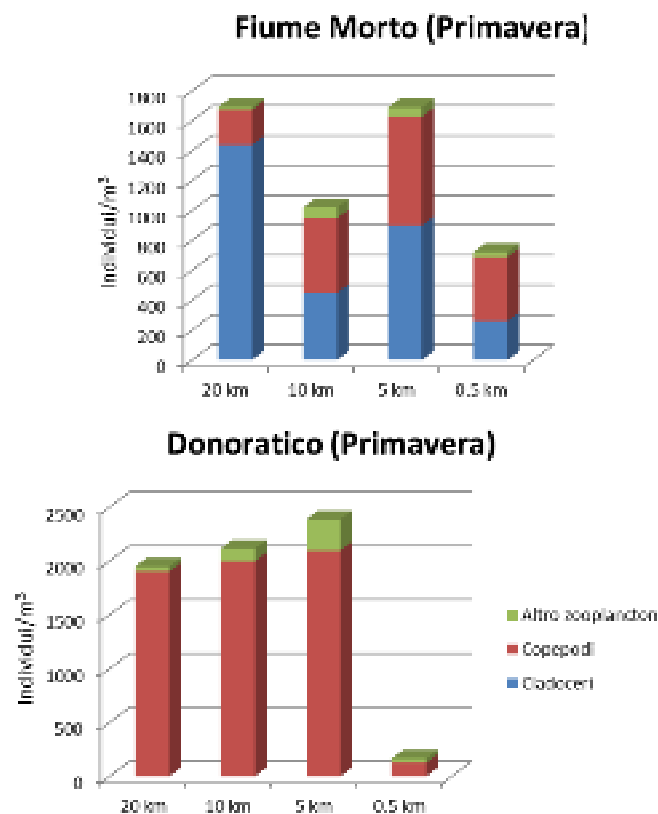
A Fiume Morto risulta importante la presenza e l'abbondanza dei Cladoceri, denotando la caratteristica del periodo di campionamento dato che lo sviluppo di questo ordine di crostacei è tipico della stagione tardo-primaverile.

A Donoratico, i Copepodi sono il gruppo più rappresentato in tutte le stazioni con valori di abbondanza simili, ad eccezione della stazione a 0,5 km dove il totale degli organismi zooplanctonici risulta esiguo.

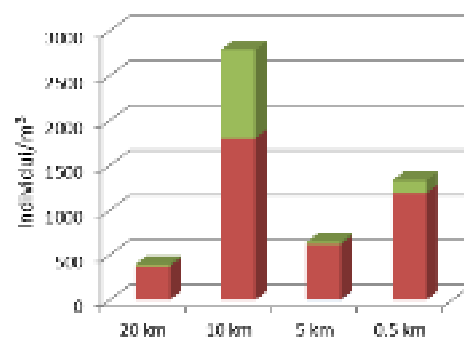
Lungo tutte le stazioni del transetto di Carbonifera i Copepodi sono la componente principale dello zooplancton; differenze al riguardo si registrano a livello della stazione a 10 km che ha un popolamento molto più abbondante, nel quale sono ben rappresentati anche i gruppi facenti parte dell'Altro Zooplancton.

Anche nel transetto di Collelungo le maggiori abbondanze si trovano nelle stazioni intermedie e, in particolare, in quella a 5 km, mentre quella a 20 km ha un popolamento estremamente ridotto. La componente con maggiore abbondanza è quella dei Copepodi, mentre i Cladoceri (componente tipica del periodo) sono presenti in quantità significative solo nella stazione a 10 km.

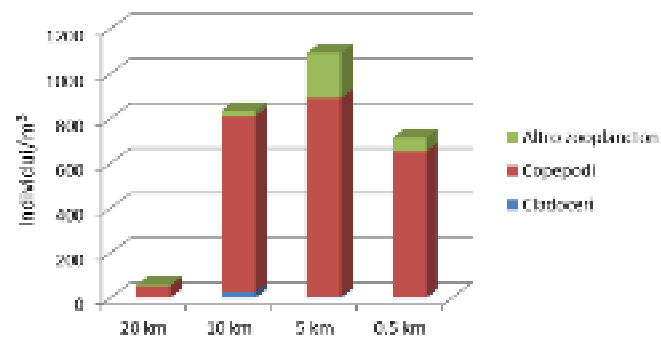
Figura 2.12 - *Composizione ed abbondanza dello zooplancton superficiale nella campagna invernale*



Carbonifera (Primavera)



Collelungo (Primavera)



3 BIODIVERSITA' - HABITAT DEL FONDO MARINO (SottoProgramma 1.2)

3.1 Le biocenosi a Coralligeno

3.1.1 Area di studio

Secondo il disegno di campionamento preliminare di indagine, lungo le coste della Toscana sono state identificate 7 zone da analizzare (Figura 3.1): Secche della Meloria (Livorno), Secche di Vada (Rosignano), costa di Piombino, Porto Santo Stefano, isole di Montecristo, Giglio e Pianosa.

In realtà, dopo i diversi sopralluoghi, sono state selezionate solo 6 zone che non corrispondono esattamente a quelle previste, ma sono risultate le più significative della realtà toscana.

Figura 3.1 –Rappresentazione delle aree di indagine sul coralligeno lungo le coste della Toscana



3.1.2 Materiali e metodi

L'indagine ha richiesto l'impiego di due operatori subacquei di cui uno munito di macchina digitale subacquea, con un frame in grado di fotografare sempre una superficie pari a 1878 cm², e una tavoletta con 30 numeri casuali.

Una volta individuata la parete idonea, il subacqueo ha eseguito 15 fotografie sequenziali, dopodiché, pineggiando per un minuto e realizzando un filmato, l'operatore sub ha effettuato nuovamente 15 fotografie. Le fotografie sono state eseguite su parete verticale o

pseudoverticale e la superficie fotografata affinché risulti valida per la lettura, può avere zone di sedimento, cavità o parti non leggibili non superiore al 25%.

Tabella 3.1 – Aree di indagine sul coralligeno lungo le coste della Toscana

Zona	SAMPLE_ID	LON	LAT
Porto Santo Stefano	13TOS_ARP1_ESCA_1_30	11.08575	42.42060
Romito	13TOS_ARP2_ESCA_1_30	10.32738	43.47183
Isola di Montecristo	13TOS_ARP3_ESCA_1_30	10.29515	42.34765
Isola d'Elba	14TOS_ARP4_ESCA_1_30	10.33135	42.82933
Isola di Capraia	14TOS_ARP5_ESCA_1_30	9.84277	43.02567
Isola del Giglio	13TOS_ARP6_ESCA_1_30	10.90405	42.38503

In queste 6 zone è stato applicato l'indice ESCA, indice messo a punto nel corso degli anni da ARPAT. Si tratta di un indice di valutazione di macroalghe che tiene conto del numero di specie o taxa presenti, della dispersione delle specie o taxa all'interno della zona, quindi dell'eterogeneità delle singole repliche. Tale indice considera anche la sensibilità delle specie o dei taxa, associando alla loro presenza e alla loro abbondanza valori che possono essere negativi per le specie invasive, o positivi per le specie che si sviluppano in ambienti meno degradati, cui corrispondono valori più elevati per quelli più integri.

Il valore di *sensitivity level* è calcolato associando ad ogni gruppo o taxon di alghe un valore da -4 a +6 e valutando sia la presenza che l'abbondanza di ciascun taxon/gruppo. Il valore di *sensitivity level* di ciascun taxon/gruppo è riferito alla copertura media del taxon/gruppo calcolata tra tutti i campioni di quell'area. Il valore di *sensitivity level* di un'area è ottenuto come somma dei valori di *sensitivity level* assegnati a ciascun taxon/gruppo.

La diversità alpha è valutata come il numero medio di taxa/gruppi presenti in ciascun campione e mediata tra tutti i campioni dell'area in esame.

La diversità beta è valutata come eterogeneità dei popolamenti calcolata attraverso il calcolo della PERMDISP (*permutational dispersion analysis*) utilizzando il programma PRIMER 6+PERMANOVA. La PERMDISP valuta la variabilità di composizione in specie tra unità di campionamento, analizzando la dispersione multivariata calcolata come distanza media dei campioni dai centroidi. I cambiamenti nell'eterogeneità dei popolamenti messi in evidenza dall'analisi PERMDISP possono essere interpretati come cambiamenti di diversità beta.

L'EQR' (*Environmental Quality Ratio*) per ciascun descrittore è calcolato come rapporto tra il valore di EQV (*Environmental Quality Values*) ottenuto in quell'area e il valore di EQV di riferimento. I valori di riferimento utilizzati si riferiscono alla media dei valori ottenuti dal monitoraggio effettuato a Montecristo nel 2011, in un'area considerata a impatto pressoché nullo all'interno della stessa bioregione. L'impatto è stato valutato sulla base dei valori di altri indici ecologici utilizzati per il monitoraggio ambientale.

Dato che tale indice ESCA si limita a considerare la sola componente vegetale, è allo studio il suo completamento con la valutazione anche della componente animale, che dovrebbe essere elaborato in collaborazione con l'Università di Genova.

Al fine di ottimizzare lo spazio, nelle schede standard di consegna dei dati rilevati, dove sono riportati i campionamenti e le coperture relative alle differenti specie, sono state inserite solo le medie di ogni stazione, anziché i dati puntuali di ogni singolo rilevamento. Questi ultimi, infatti, sono relativi alle 6 stazioni per 30 fotografie per 32 taxa, ovvero un totale di circa 6700 records. Si è reso necessario aggiungere una colonna per distinguere la "density" propria delle singole specie descritte nel campione, dalla "cover" propria dei raggruppamenti.

3.1.3 Analisi dei dati

L'analisi dei dati, utilizzando l'indice ESCA, si basa sulla media di tre indici che sono:

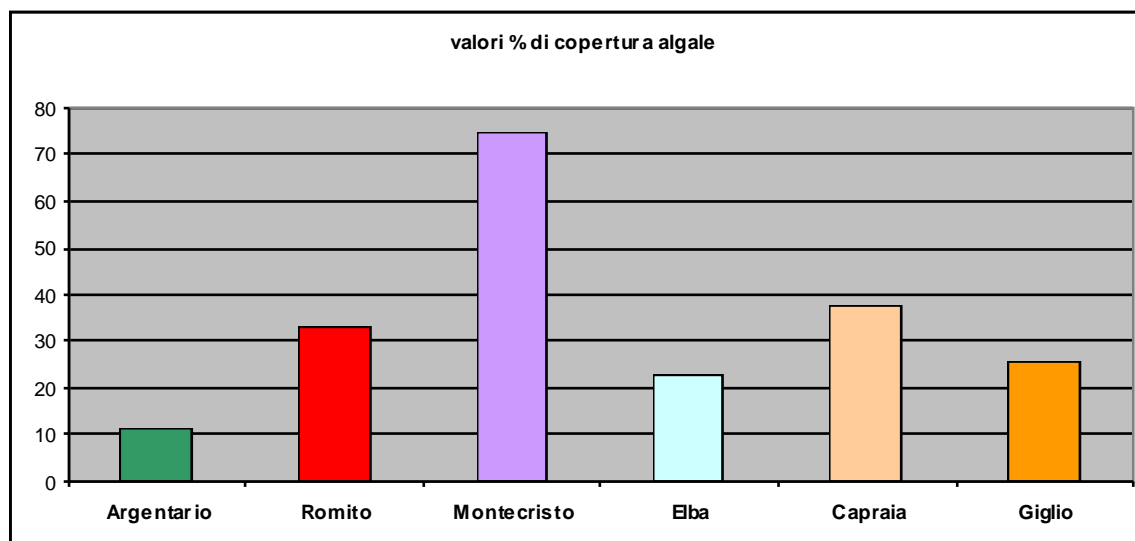
- Presenza assenza delle specie o dei gruppi
- PERMDISP, cioè la dispersione, calcolata dalla media delle 30 fotografie analizzate
- *Sensitivity level*, dove ad ogni gruppo o specie algale è associato un valore che va da -4 a +6.

Tabella 3.2 – Risultati dell'indice ESCA sul coralligeno lungo le coste della Toscana

Corpo idrico	EQV			EQR'			EQR
	Permdisp	Diversity	SL	Permdisp	Diversity	SL	
Santo Stefano	32.59	4.05	11	0.611	0.99	0.52381	0.7
Romito	45.23	2.05	7	0.848	0.50	0.333333	0.6
Montecristo	29.79	5.62	18	0.559	1.37	0.857143	0.9
Elba	41.52	5.92	18	0.779	1.44	0.857143	1.0
Capraia	44.20	5.43	18	0.829	1.33	0.857143	1.0
Giglio	42.45	5.70	19	0.796	1.39	0.904762	1.0

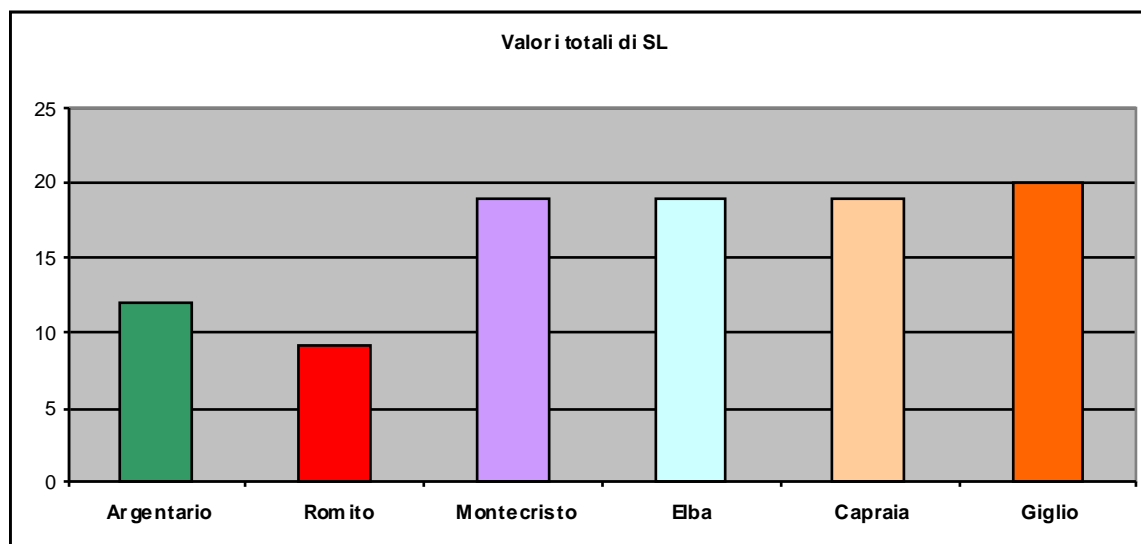
I risultati qui ottenuti sono stati confrontati con i dati ottenuti dal monitoraggio fatto all'isola di Montecristo 2010 che viene considerato come situazione ottimale di riferimento. Si evidenzia come l'indice del coralligeno sia molto alto nelle isole mentre nelle zone costiere Porto Santo Stefano e Romito il valore si abbassa decisamente. Questo molto probabilmente è da attribuire al fatto che nelle zone costiere, l'impatto antropico con il conseguente aumento di sedimentazione, causa una diminuzione delle alghe e una perdita di biodiversità, che influisce in maniera considerevole all'abbassamento del valore dell'indice ESCA.

Figura 3.2 – Percentuale di copertura algale (escluse le corallinacee) nelle aree di indagine lungo le coste della Toscana



Escludendo dall'analisi le corallinacee, come previsto dalla metodologia ESCA, il popolamento di Montecristo ha il valore più alto di copertura algale, poiché stazione di controllo e riferimento. Questa situazione è normale, infatti, una volta tolti gli animali, il sedimento e le cavità, la lettura della foto si limita solo ed esclusivamente a ciò che si vede e le alghe in un ambiente non antropizzato rappresentano la percentuale maggiore.

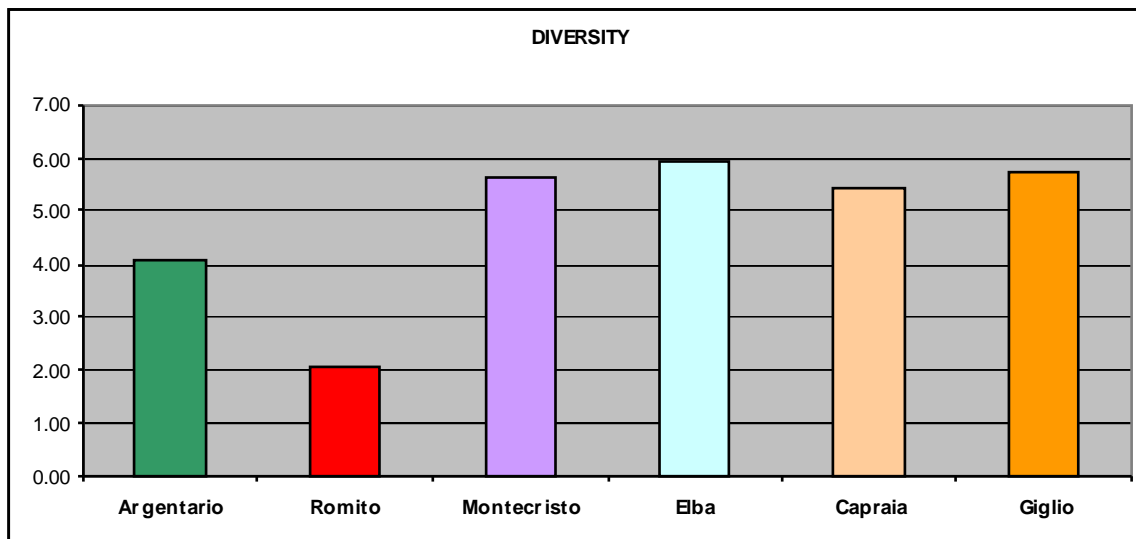
Figura 3.3 – Sensitivity Levels ottenuti nelle aree di indagine lungo le coste della Toscana



In questo caso si rappresenta uno dei tre descrittori cioè i valori di *Sensitivity Level*. I valori delle quattro isole sono i più alti perché lontani dalle coste e quindi dalla presenza di sedimentazione terrigena e, di conseguenza, in una situazione caratterizzata da una minore torbidità delle acque. La torbidità, infatti, comporta una diminuzione del numero di alghe e soprattutto una diminuzione delle specie erette, lasciando lo spazio a quelle che costituiscono il feltro. Quest'ultimo gruppo diminuisce la qualità del coralligeno di parete.

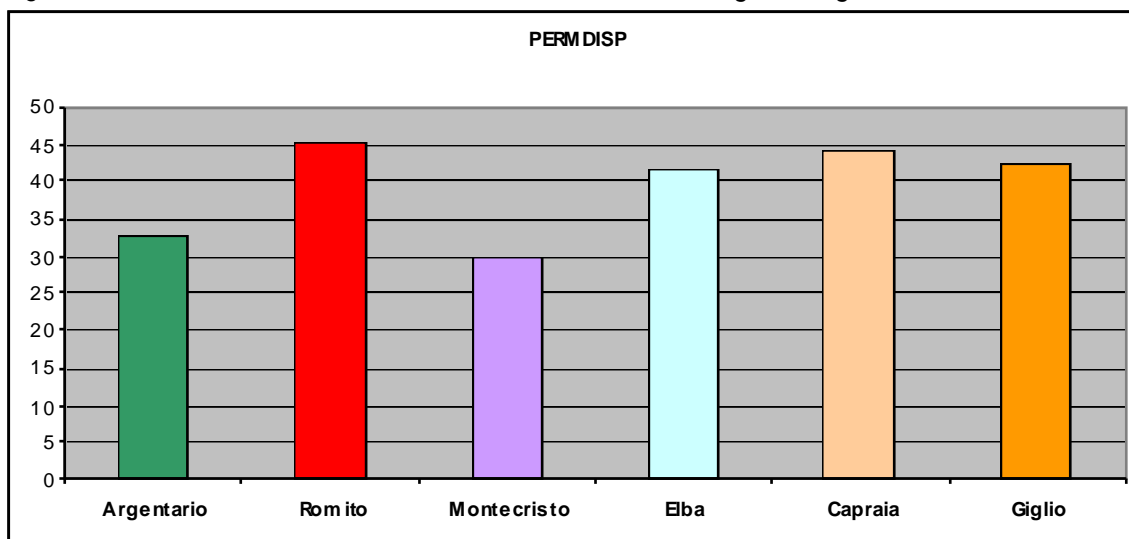
Argentario e Romito sono stazioni lungo la costa; in particolare Romito presenta una situazione maggiormente soggetta ad impatto antropico rispetto a Argentario.

Figura 3.4 – Valori del parametro Diversity (funzione del numero di specie) ottenuti nelle aree di indagine lungo le coste della Toscana



Situazione analoga si osserva per l'altro descrittore diversità, il quale tiene conto della presenza assenza delle specie o taxa vegetali. È normale che in situazioni di basso stress aumenti la biodiversità algale; viceversa se lo stress è più elevato il numero delle specie diminuisce lasciando spazio solo ed esclusivamente a quelle specie che meglio si adattano alle condizioni di stress, nel caso particolare le specie invasive ed il feltro.

Figura 3.5 – Risultati dell'analisi PERMDISP nelle aree di indagine lungo le coste della Toscana



I risultati dell'analisi PERMDISP descrivono la dispersione di ogni singolo rilevamento (fotografia) rispetto al centroide complessivo. In tal modo viene evidenziata la variabilità

interna della stazione campionata: nello specifico le stazioni di Montecristo e dell'Argentario risultano quelle più uniformi.

3.1.4 Confronti con altri campionamenti

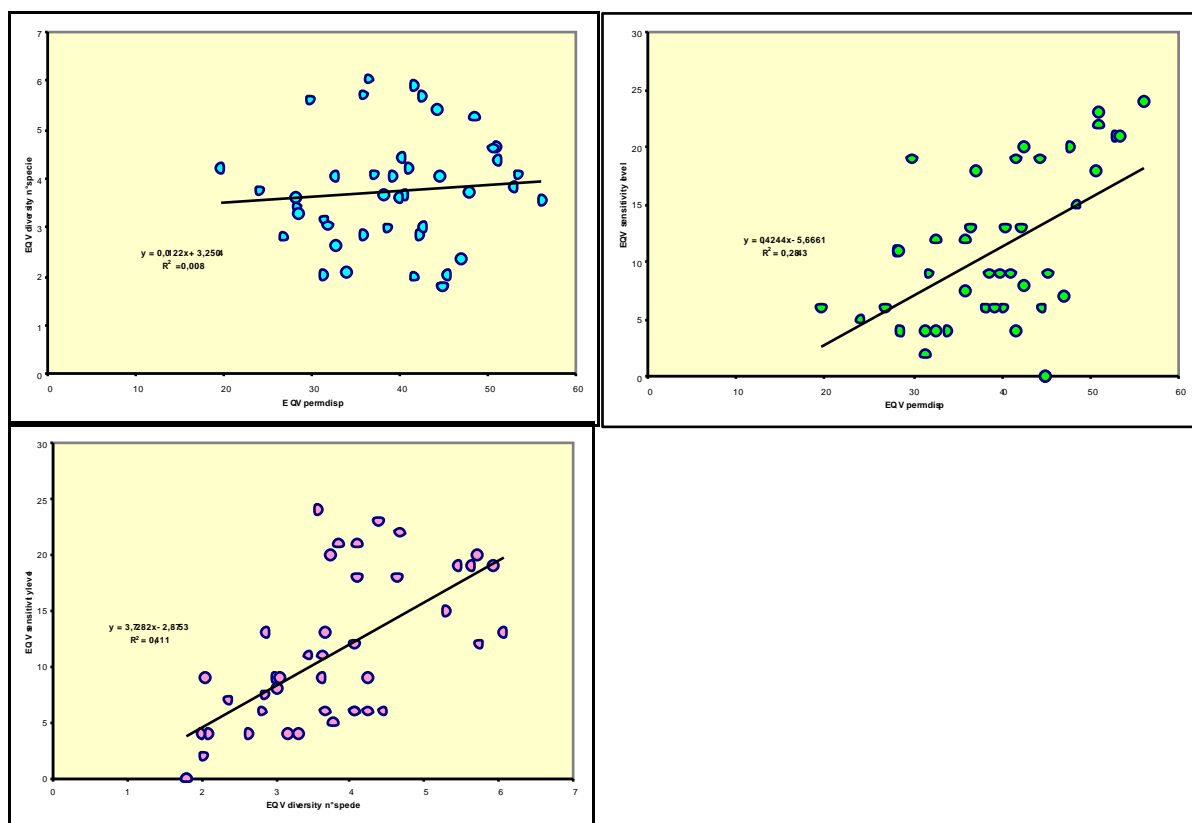
I risultati delle analisi utilizzando l'indice ESCA sono state confrontate con quelli ottenuti o negli anni precedenti o in altre zone, anche al di fuori delle acque toscane. Complessivamente sono state prese in considerazione 43 stazioni.

Tabella 3.3 – Risultati dell'indice ESCA sul coralligeno in 43 stazioni lungo le coste di Toscana, Liguria, Sardegna e Puglia. In giallo è evidenziata la stazione ottimale di riferimento.

anno	zona	EQV permdisp	EQV diversity n°specie	EQV sensitivity level	ratio permdisp	ratio diversity n°specie	ratio sensitivity level	ESCA	note
2012	Argentario-Santo Stefano	32,59	4,05	12	0,61	0,99	0,57	0,7235	
2012	Romito	45,23	2,05	9	0,85	0,50	0,43	0,5923	
2012	Montecristo	29,79	5,62	19	0,56	1,37	0,90	0,9445	
2012	Elba	41,52	5,92	19	0,78	1,44	0,90	1,0422	
2012	Capraia	44,20	5,43	19	0,83	1,33	0,90	1,0196	
2012	Giglio	42,45	5,70	20	0,80	1,39	0,95	1,0462	
2013	SARD-Cavoli	36,38	6,05	13	0,68	1,48	0,62	0,9256	
2013	SARD-Santa Caterina	44,48	4,05	6	0,83	0,99	0,29	0,7026	
2013	SARD-Serpentara	35,82	5,73	12	0,67	1,40	0,57	0,8799	
2011	SARD-Sardegna Sud	28,13	3,63	11	0,53	0,89	0,52	0,6459	
2011	SARD-Sardegna Nord	50,89	4,67	22	0,95	1,14	1,05	1,0468	
2011	Argentario	42,16	2,87	13	0,79	0,70	0,62	0,7030	
2011	Elba	48,37	5,28	15	0,91	1,29	0,71	0,9700	
2011	Salivoli	41,54	2,00	4	0,78	0,49	0,19	0,4858	
2011	Pianosa	37,00	4,10	18	0,69	1,00	0,86	0,8503	
2011	Sardegna S	28,27	3,43	11	0,53	0,84	0,52	0,6305	
2011	Sardegna N	50,97	4,38	23	0,96	1,07	1,10	1,0401	
2011	Giglio	52,84	3,85	21	0,99	0,94	1,00	0,9767	
2010	Argentario-Scolio corallo	40,435	3,67	13	0,76	0,89	0,62	0,7572	solo 30 foto
2010	Argentario-Punta finestra	31,284	2,03	2	0,59	0,50	0,10	0,3926	solo 30 foto
2010	Romito-Calignaia	31,358	3,17	4	0,59	0,77	0,19	0,5170	solo 30 foto
2010	Romito-Boccale	33,858	2,10	4	0,63	0,51	0,19	0,4459	solo 30 foto
2010	Vada-Ciglio di terra	40,144	4,43	6	0,75	1,08	0,29	0,7066	solo 30 foto
2010	Vada-Muraglione	38,094	3,67	6	0,71	0,89	0,29	0,6315	solo 30 foto
2010	Meloria-Meloria N	19,527	4,23	6	0,37	1,03	0,29	0,5615	solo 30 foto
2010	Meloria-Meloria S	28,468	3,30	4	0,53	0,80	0,19	0,5097	solo 30 foto
2010	Montecristo-Cala Corfu	50,571	4,63	18	0,95	1,13	0,86	0,9785	solo 30 foto
2010	Montecristo-Cala mendolina	56,073	3,57	24	1,05	0,87	1,14	1,0215	solo 30 foto
2010	LIG-Portofino-Altare	38,572	3,00	9	0,72	0,73	0,43	0,6279	solo 30 foto
2010	LIG-Portofino-Secca Gonzati	40,989	4,23	9	0,77	1,03	0,43	0,7433	solo 30 foto
2010	PUGLIA-E remita	44,833	1,80	0	0,84	0,44	0,00	0,4266	solo 30 foto
2010	Argentario	35,860	2,85	7,5	0,67	0,70	0,36	0,5749	media
2010	Romito	32,608	2,63	4	0,61	0,64	0,19	0,4814	media
2010	Vada	39,119	4,05	6	0,73	0,99	0,29	0,6691	media
2010	Meloria	23,998	3,77	5	0,45	0,92	0,24	0,5356	media
2010	Montecristo	53,322	4,10	21	1,00	1,00	1,00	1,0000	media
2010	LIG-Portofino	39,781	3,62	9	0,75	0,88	0,43	0,6856	media
2010	PUGLIA	44,833	1,80	0	0,84	0,44	0,00	0,4266	solo 30 foto
2009	Argentario	46,921	2,37	7	0,88	0,58	0,33	0,5968	
2009	Romito	26,749	2,82	6	0,50	0,69	0,29	0,4915	
2009	Vada	42,524	3,02	8	0,80	0,74	0,38	0,6381	
2009	Meloria	31,735	3,05	9	0,60	0,74	0,43	0,5892	
2009	Montecristo	47,730	3,73	20	0,90	0,91	0,95	0,9189	

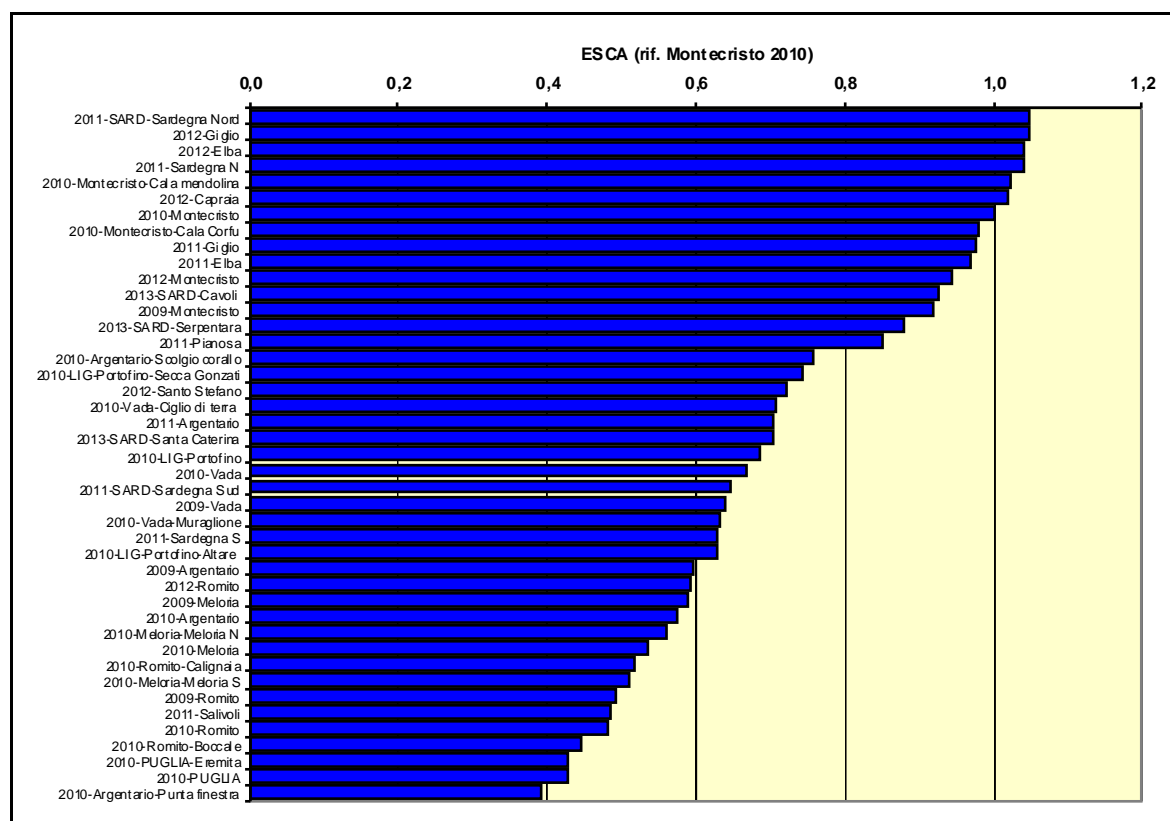
Si è preliminarmente analizzata la correlazione tra i tre descrittori coinvolti nella determinazione dell'indice ESCA, ovvero i valori di *Permdisp*, *Diversity* e *Sensitivity Level*. I valori dei coefficienti di determinazione (R^2 pari a 0.008 0.284 e 0.411) sono estremamente bassi e indicano una scarsissima autocorrelazione tra i descrittori, incrementando in tal modo il contenuto informativo dell'indice.

Figura 3.6 – Correlazione tra i tre descrittori coinvolti nell'indice ESCA



Il valore dell'indice ESCA, utilizzando come riferimento ottimale la stazione di Montecristo campionata nel 2010, risulta compreso tra valori poco inferiori a 0.4 nelle situazioni più compromesse fino a valori anche superiori a 1 in quelle più integre.

Figura 3.7 – Valori dell'indice ESCA risultanti nelle 43 stazioni considerate.



Se si analizzano le stazioni campionate più volte, campionamenti che possono essere considerate repliche vista la prossimità temporale (Fig. 3.8), si rileva che di norma le differenze nella stessa stazione sono nell'ordine di grandezza di 0.1 punti ESCA. Fanno eccezione le stazioni della Sardegna, che essendo localizzate sia a nord, sia a sud dell'isola non possono considerarsi repliche, né quelle dell'Argentario che in alcuni casi sono rappresentate da sole 30 fotografie.

Analizzando i limiti fiduciali delle stime di ESCA si rileva che tutte le isole toscane Capraia, Giglio, Elba e Montecristo, ad eccezione di Pianosa, raggiungono il valore di 1.00 e pertanto la scelta di Montecristo 2010 come riferimento ottimale è completamente giustificata.

Anche l'isola di Pianosa, comunque, raggiunge il valore di 0.85 che è significativamente superiore ai valori rilevati nelle stazioni costiere di Vada, Argentario, Meloria, Romito e Salivoli, sempre con un indice ESCA compreso tra 0.49 e 0.66.

Figura 3.8 – Valori dell'indice ESCA nelle stazioni campionate più di una volta.

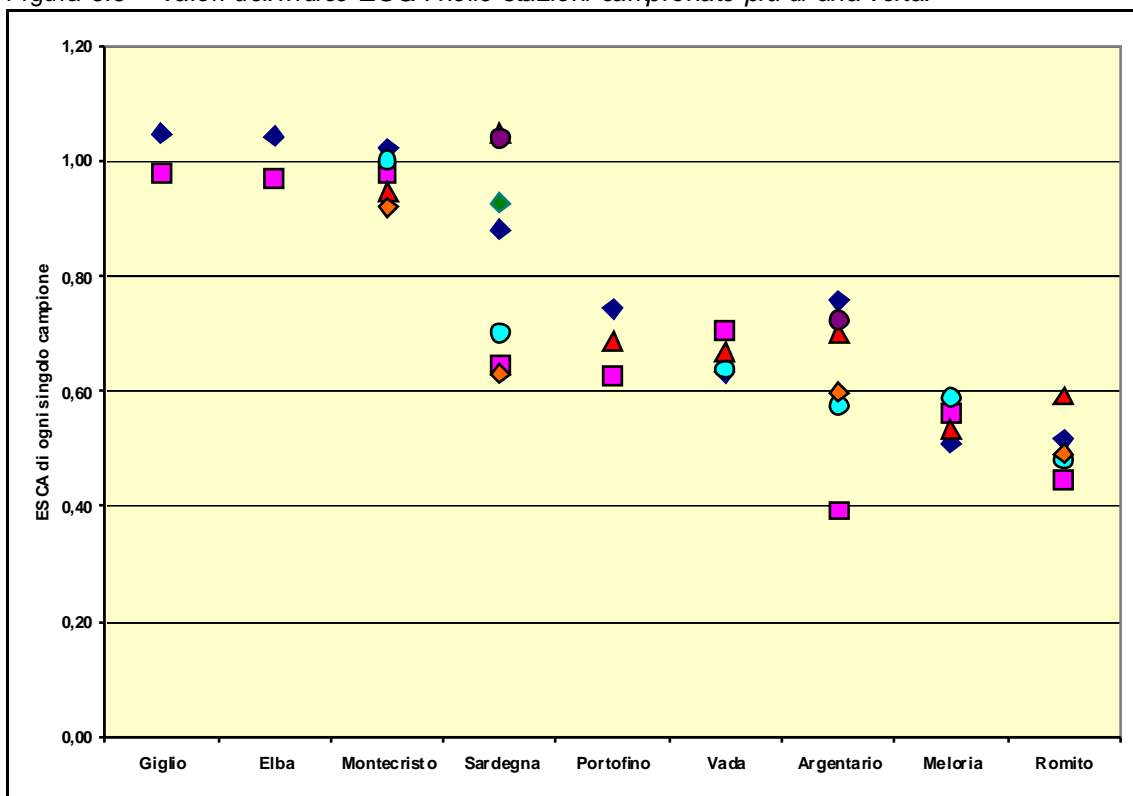
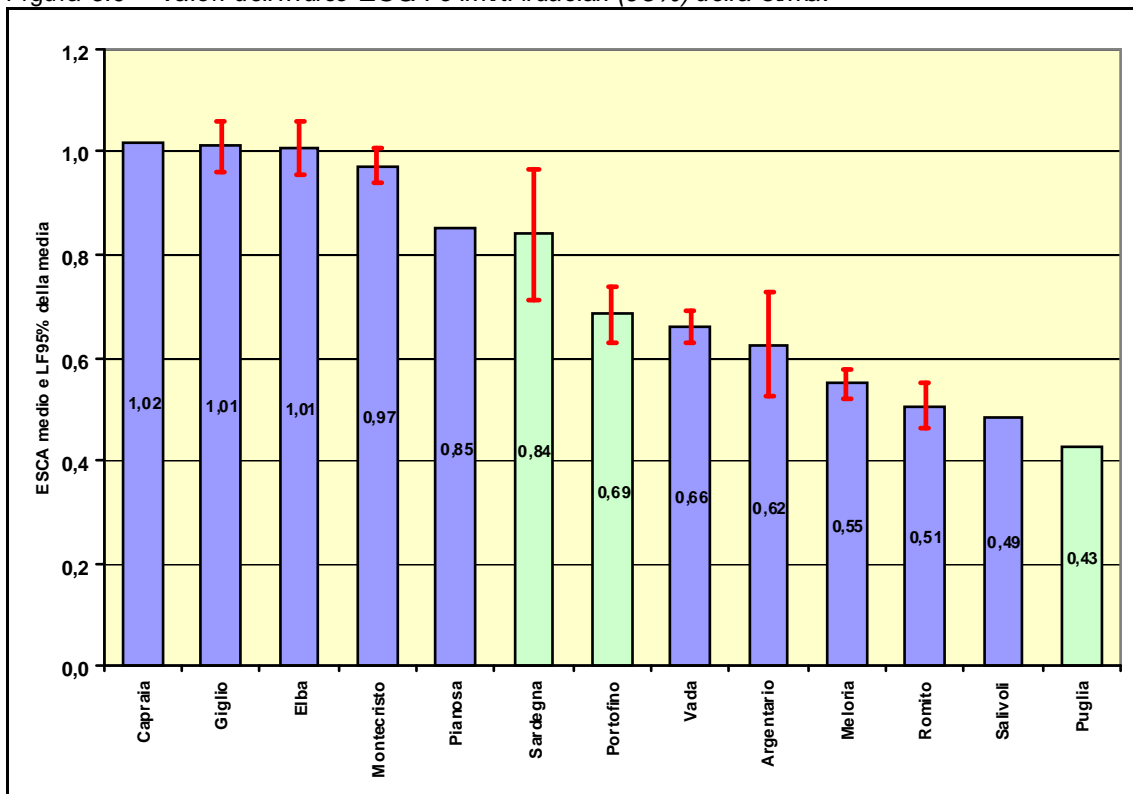


Figura 3.9 – Valori dell'indice ESCA e limiti fiduciali (95%) della stima.



3.1.5 Criticità

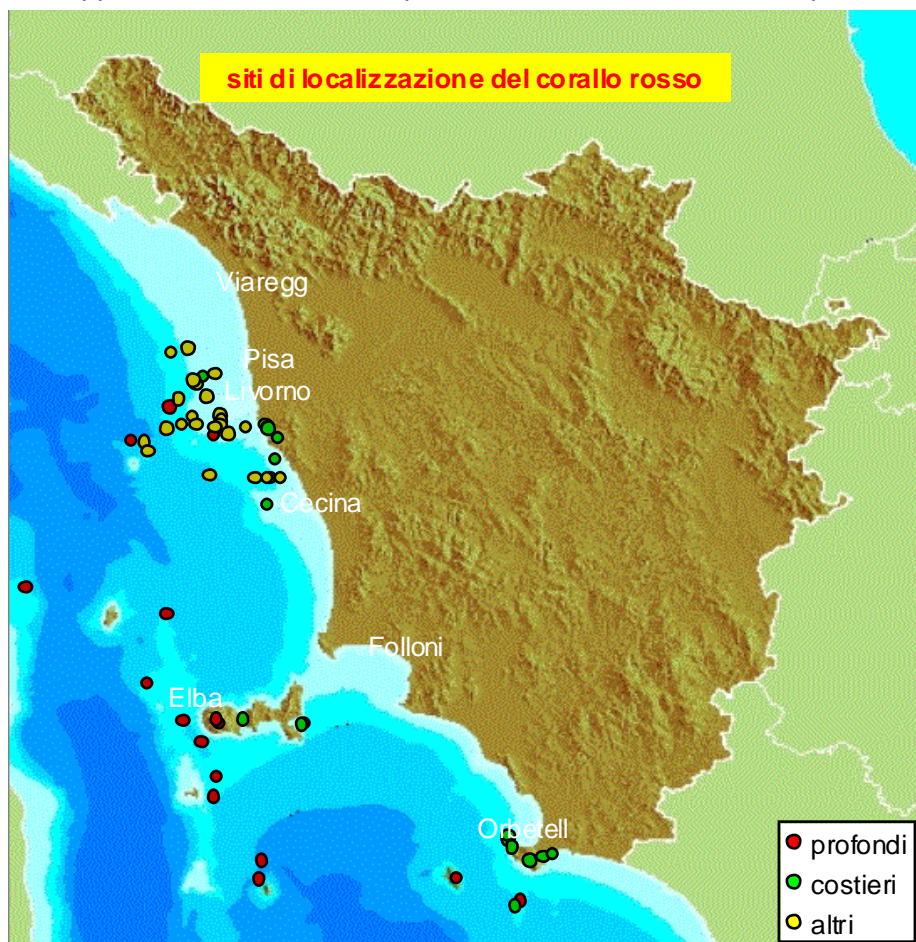
Il campionamento effettuato con la metodologia ESCA, utilizzato da ARPAT ormai dal 2004, è stato più volte rivisto per cercare di renderlo preciso e sicuro sia dal punto di vista della sicurezza in acqua sia dal punto di vista della restituzione del dato. E' possibile quindi dire che non presenta particolari criticità. Forse l'unica criticità è legata al fatto che il campionamento riguarda solo la parte vegetale come era stato richiesto dalla 2000/60. Allo stato attuale invece la MSFD chiede che sia messo integrata nell'indice anche la componente animale. Attualmente si sta operando in tal senso nel tentativo di superare questa problematica e formulare un indice esaustivo anche della componente animale.

3.2 Le biocenosi a Corallo rosso

3.2.1 Area di studio

Grazie alla stretta collaborazione con i pescatori professionisti di corallo rosso (corallari) che operano e/o operavano nell'area toscana è stato possibile cartografare la presenza dei principali banchi di corallo, sia profondi (>70 metri), sia più costieri. Per ovvie ragioni, legate alla riservatezza delle informazioni fornite, non sono state qui riportate le coordinate geografiche dei siti messi in evidenza nelle seguenti mappe.

Figura 3.10 – *Rappresentazione dei siti con presenza di corallo rosso nelle acque della Toscana*



Sulla base delle conoscenze acquisite, è stato possibile predisporre un piano di lavoro e individuare le aree da indagare per raccogliere le informazioni sulla distribuzione del corallo rosso. Queste aree sono a Livorno, nella zona del Romito, il Banco Miglioranza e la Secca della Ciabatta, queste ultime due situate nei pressi delle Secche della Meloria.

3.2.2 Materiali e metodi

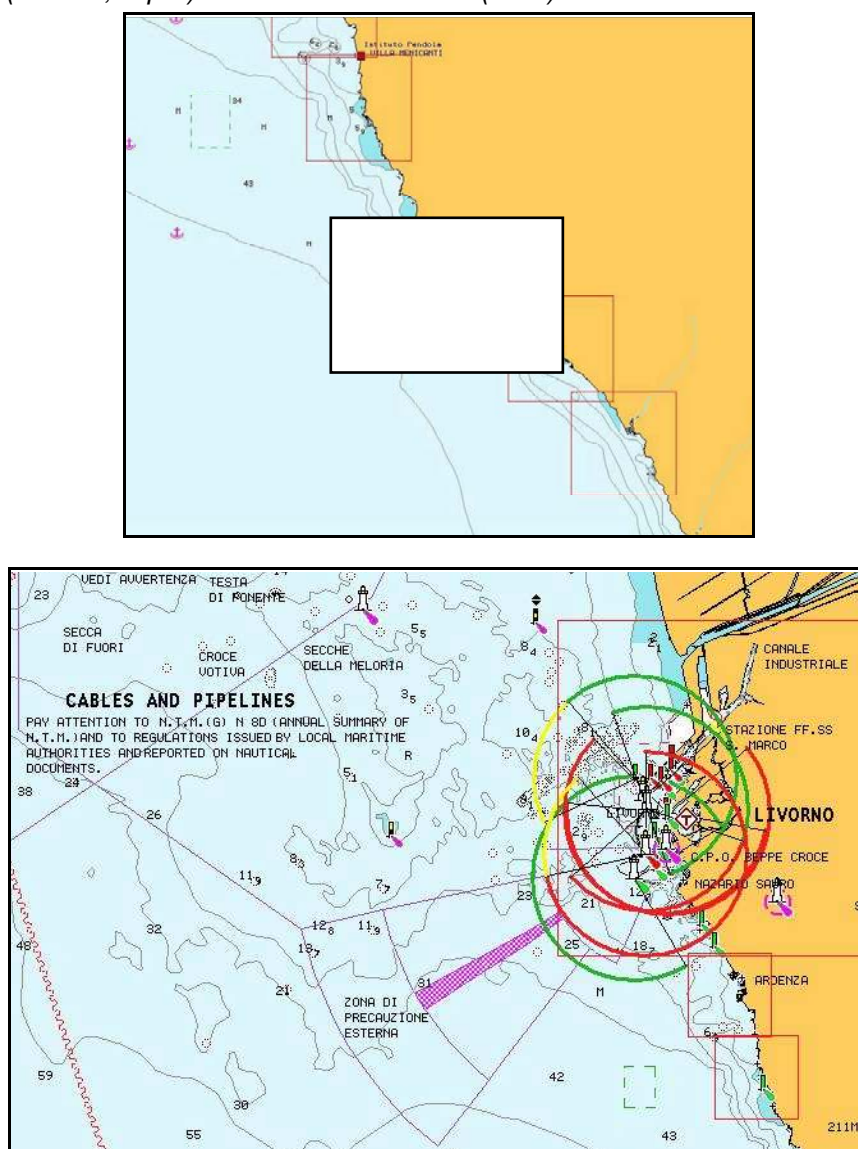
Nella zona di Livorno, in località Romito, l'area d'indagine è di almeno 5 km lineari di falesia su un battente medio di 30 metri, ed è stata analizzata con strumentazione MBES, Side Scan Sonar (SSS) e direttamente con operatori subacquei.

Nel caso del Banco Miglioranza, l'area d'indagine è una superficie di almeno 5 km² su un battente medio di 60 metri, analizzato con strumentazione MBES, SSS e ROV. Tutti i siti di indagine sono stati riportati su mappa (vedi allegati).

3.2.3 Analisi dei dati

L'analisi dei dati ha richiesto un'accurata calibrazione degli strumenti impiegati al fine di confermare la presenza di corallo nel sito di indagine. Ciò ha consentito di produrre una cartografia dettagliata della zona indagata.

Figura 3.11 – *Rappresentazione delle 2 zone di indagine sul corallo rosso: costa del Romito (Livorno, sopra) e Secche della Meloria (sotto)*



3.2.4 Criticità

La maggiore problematica incontrata riguarda la difficoltà di individuare la presenza di colonie di corallo rosso in siti profondi dove l'operatore subacqueo più difficilmente può immergersi. Spesso i banchi di corallo sono concentrati su pareti profonde raggiungibili solo con il ROV, o con subacquei esperti, attraverso l'utilizzo di miscele non previste dal documento agenziale delle buone pratiche.

L'uso del ROV deve richiedere come accessorio di base non solo la bussola, ma anche il GPS e sonar subacqueo. La presenza di correnti spesso fa scarrocciare lo strumento creando difficoltà nell'acquisizione dell'immagine. Fondamentale è la scelta degli indici appropriati che possono consentire lo studio dei banchi di corallo indagati.

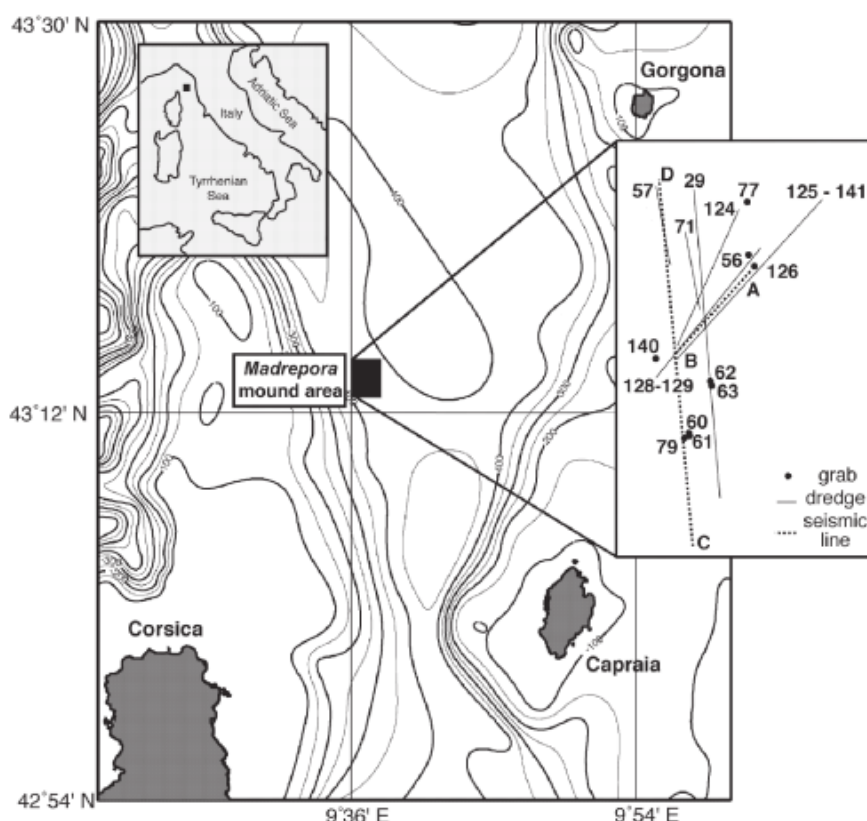
3.3 Le biocenosi a Corallo bianco

La presenza di azoxanthelle subfossili in Mediterraneo è rara: cumuli di queste formazioni coralline sono state trovate in acque profonde tra 355 e 410 m sul versante continentale del

Mar Tirreno settentrionale tra le isole di Gorgona e Capraia (Figura 3.12). Tale ritrovamento è stato possibile grazie alle campagne di pesca scientifica condotte da ARPAT nell'ambito dei programmi europei e nazionali di valutazione delle risorse ittiche (GRUND e MEDITS).

Queste formazioni hanno un basso rilievo e risultano in certi casi sepolte da uno strato fangoso sottile. I coralli bianchi di quest'area risalgono all'ultima età del Pleistocene. La specie più rappresentativa del banco è *Madrepora oculata*, uno dei principali biocostruttori, in associazione con il corallo solitario *Desmophyllum dianthus* e il corallo coloniale *Lophelia pertusa*.

Figura 3.12 – Rappresentazione dei siti con presenza di corallo bianco nelle acque della Toscana



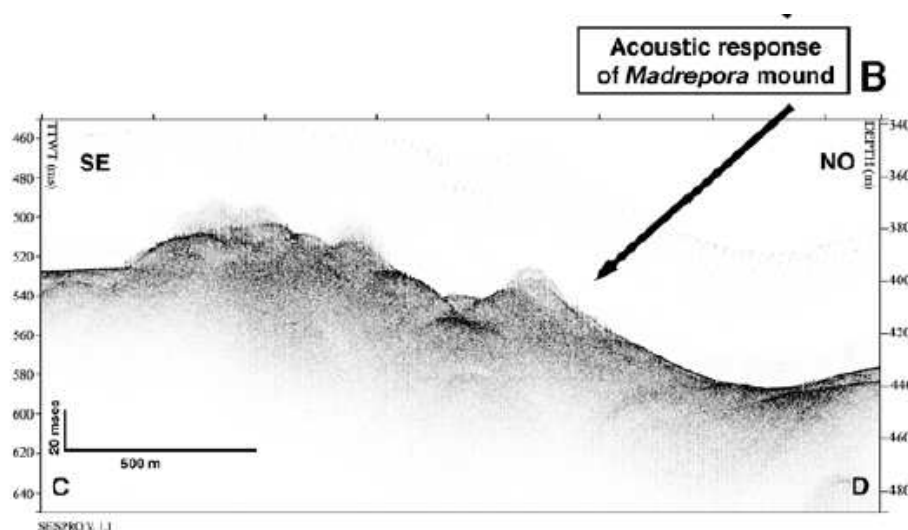
3.3.1 Materiali e metodi

I rilevamenti sono stati realizzati con il sistema GPS del battello da ricerca Urania durante le campagne LM-99 e CORTI. Le immagini ad alta risoluzione sono state ottenute utilizzando il chirp-sonar (frequenza di 2-7 kHz) integrato dall'ecosonar DESO-25 (frequenza di 12 kHz).

I campionamenti sono stati effettuati utilizzando una draga Van Veen per grandi volumi (65 litri) appesantita per prelievi epibentici.

Nella precedente figura sono riportate le tracce delle stazioni e dei rilevamenti (Remia & Taviani, 2005). Durante la campagna MEDITS 2013 è stato possibile eseguire una "passata" con il rampone trainato dal peschereccio a strascico per raccogliere materiale biologico al fine di confermare la presenza e le specie descritte durante la campagna dell'Urania.

Figura 3.13 – Profilo rilevato con ecosonar in un sito con presenza di corallo bianco



3.3.2 Analisi dei dati

Le formazioni di corallo si distribuiscono su un fondale fangoso sulla scarpata superiore tra 355 e 410 metri, localizzato al largo delle isole di Gorgona e Capraia, alle coordinate 43°13' N e 9°36' E. Tali formazioni di corallo hanno una distribuzione irregolare e sono rilevabili acusticamente, in particolare sono visibili sia nei profili del chirp-sonar, sia nelle immagini dell'ecosonar DESO-25.

Dalle linee C e D del chirp-sonar (Figura 3.12 nel riquadro) le formazioni coralline risultano ampie diverse decine di metri, con un'altezza di 3-4 m.

I campionamenti diretti con la draga hanno fornito l'evidenza che queste formazioni di corallo sono, al momento attuale, parzialmente coperte da uno strato sottilissimo di fango.

I campioni di consistente volume, prelevati con la draga, hanno documentato che i coralli ancora impiantati nel fango del fondale sono bianchi e in buone condizioni, mentre quelli depositi sul fondale marino sono profondamente bioerosi, patinati di ferro-manganese e cosparsi da numerosi organismi perforanti. Tale informazione è stata utilizzata in sede ministeriale e regionale al fine di indicare l'area come Sito di Interesse Comunitario.

3.3.3 Criticità

Riteniamo che attivare un Piano di Monitoraggio per la valutazione della consistenza dei coralli bianchi profondi sia una pratica difficilmente attuabile per il sistema agenziale. La necessità di disporre di natanti geostazionari che operino a profondità elevate richiede il coinvolgimento di strutture a livello nazionale.

3.4 Le biocenosi a Rodoliti

3.4.1 Area di studio

Le campagne di pesca scientifica condotte da ARPAT nell'ambito dei programmi europei di valutazione delle risorse ittiche GRUND e MEDITS (Relini, 1998, Bertrand e Relini, 2000), hanno consentito di raccogliere specifiche informazioni anche sulla distribuzione di queste biocenosi caratterizzate dalla presenza di alghe rosse incrostanti. Fondamentali sono state anche le mappe bionomiche e sedimentologiche realizzate da Bianchi e Cinelli (1996). Questo insieme di conoscenze ha permesso di sviluppare un piano di

campionamento per cercare di avere informazioni più precise sulla distribuzione delle specie che costituiscono i fondali a rodoliti.

Figura 3.14 – Rappresentazione delle aree di indagine sulle biocenosi a rodoliti in Toscana



Tabella 3.4 – Aree di indagine sulle biocenosi a rodoliti in Toscana

SAMPLE_ID	YEAR	MONTH	DAY	SLOPE	METHODS	LON	LAT	DEPTH	AREA	POSITION
14TOS_ARP1_SSS_MB	2014	apr	22	horizontal	SSS_MBS	9,97630	42,81235	50	Elba	Sant'Andrea
14TOS_ARP2_SSS_MB	2014	apr	25	horizontal	SSS_MBS	10,09583	43,48500	50	Meloria	La Ciabatta
14TOS_ARP3_SSS_MB	2014	apr	26	horizontal	MBS	10,33078	43,47045	50	Romito	Calafuria
14TOS_ARP4_SSS_MB	2014	mag	5	horizontal	SSS_MBS	10,09231	43,58381	50	Meloria	Banco Migioranza
14TOS_ARP5_SSS_MB	2014	mag	7	horizontal	SSS_MBS	10,39533	42,87033	50	Elba	Cavo

Figura 3.15 – Aree di indagine sulle biocenosi a rodoliti presso le coste dell'Isola d'Elba: S. Andrea (a sinistra) e Cavo (a destra)

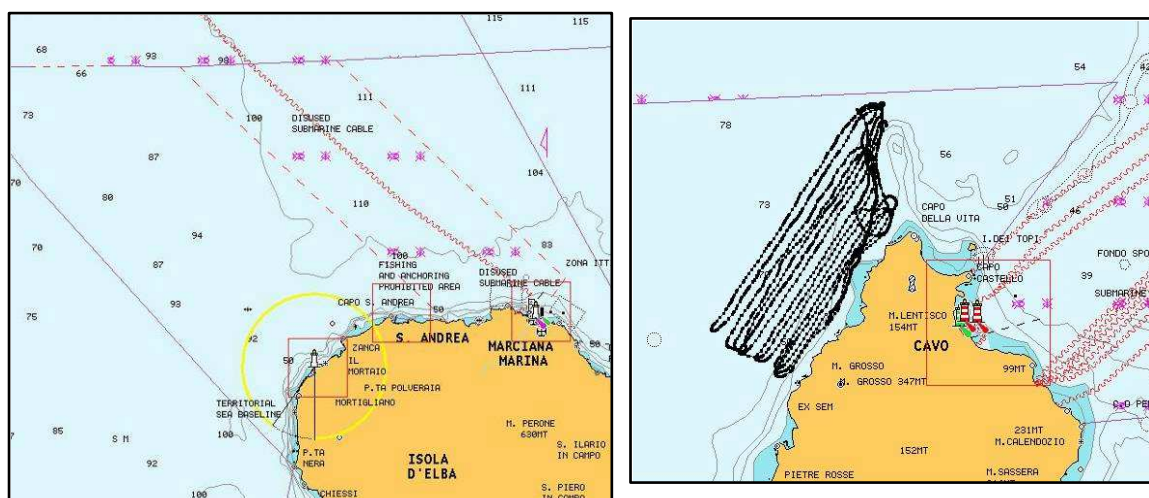


Tabella 3.5 – Aree di indagine sulle biocenosi a rodoliti in Toscana

SAMPLE_ID	DATE	SLOPE	METHODS	LONG	LAT	DEPTH	COVER	VITALITY	FACIES ASSEMBLAGE	RELATED VIDEO
14TOS_ARP1_SSS_MB	22/04/14	horizontal	SSS_MBS	9.97630	42.81235	50			maerl - praline	S. Andrea.avi
14TOS_ARP1_BVV1	02/06/14	horizontal	BVV	10.10823	42.79780	50	800	106	maerl - praline	
14TOS_ARP1_BVV2	02/06/14	horizontal	BVV	10.10873	42.80252	50	800	15	maerl - praline	
14TOS_ARP1_BVV3	02/06/14	horizontal	BVV	10.10823	42.79780	50	800	106	maerl - praline	
14TOS_ARP2_SSS_MB	27/05/14	horizontal	SSS_MBS	10.09583	43.48500	50				Meloria 1.avi
14TOS_ARP2_BVV3	03/06/14	horizontal	BVV	10.05433	43.48048	48.3	800	206	maerl - praline - boxwork	
14TOS_ARP3_SSS_MB	26/04/14	horizontal	MBS	10.33078	43.47045	50			maerl - praline - boxwork	
14TOS_ARP4_SSS_MB	05/05/14	horizontal	SSS_MBS	10.09231	43.58381	50			maerl - praline - boxwork	Meloria 2.avi
14TOS_ARP5_SSS_MB	07/05/14	horizontal	SSS_MBS	10.40352	42.88449	50			maerl - praline - boxwork	b_c2.5.avi
14TOS_ARP5_SSS_MB	08/05/14	horizontal	SSS_MBS	10.40283	42.87290	50			maerl - praline - boxwork	b_c2.3.avi
14TOS_ARP5_SSS_MB	09/05/14	horizontal	SSS_MBS	10.40733	42.88758	50			maerl - praline - boxwork	b_c2.6.avi
14TOS_ARP5_BVV1	03/06/14	horizontal	BVV	10.40283	42.87290	36.5	800	220	maerl - praline - boxwork	b_c2.3.avi
14TOS_ARP5_BVV1	03/06/14	horizontal	BVV	10.39857	43.87247	51.8	800	260	maerl - praline - boxwork	b_c2.2.avi

3.4.2 Materiali e metodi

Tutti i rilevamenti delle aree a rodoliti sono stati realizzati con l'ausilio del battello oceanografico dell'ARPAT Poseidon.

Nella zona dell'Isola d'Elba, l'area di indagine ha riguardato i fondali della zona di S. Andrea; tale area ha un'estensione di almeno 10 km² su un battente medio di 70 metri ed è stata esaminata con strumentazione Multibeam Echo Sounder (MBES) e Side Scan Sonar (SSS).

Sempre nella zona dell'Isola d'Elba, è stata indagata l'area in prossimità di Cavo; in questo caso il rilievo è stato realizzato su un'area di almeno 6 km² a profondità di circa 40 metri con strumentazione MBES e SSS.

Figura 3.16 – Punti di campionamento tramite benna Van Veen per la conferma della presenza di biocenosi a rodoliti: zona di S. Andrea (Isola d'Elba)

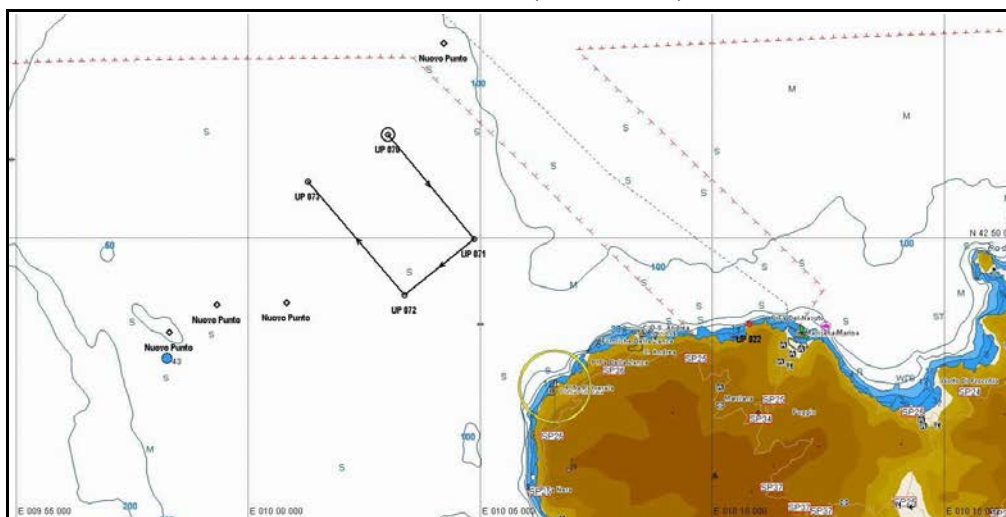
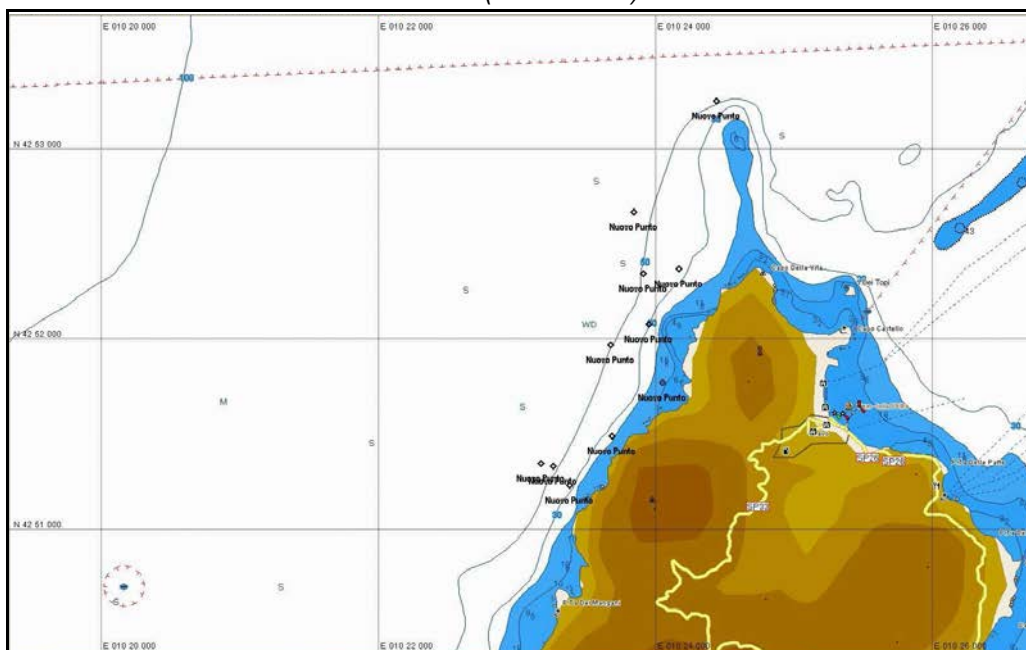


Figura 3.17 – Punti di campionamento tramite benna Van Veen per la conferma della presenza di biocenosi a rodoliti: zona di Cavo (Isola d'Elba)



Nella zona di Livorno (Romito), l'area di indagine si sviluppa in almeno 3 km lineari di falesia su un battente medio di 30 metri, indagato con strumentazione MBES.

Il Banco Miglioranza ha un'area di indagine di almeno 5 km² su un battente medio di 60 metri, indagato con strumentazione MBES SSS, e la Secca della Ciabatta ha una superficie di indagine di 5 km² su un battente medio di 60 metri, indagato con strumentazione MBES SSS.

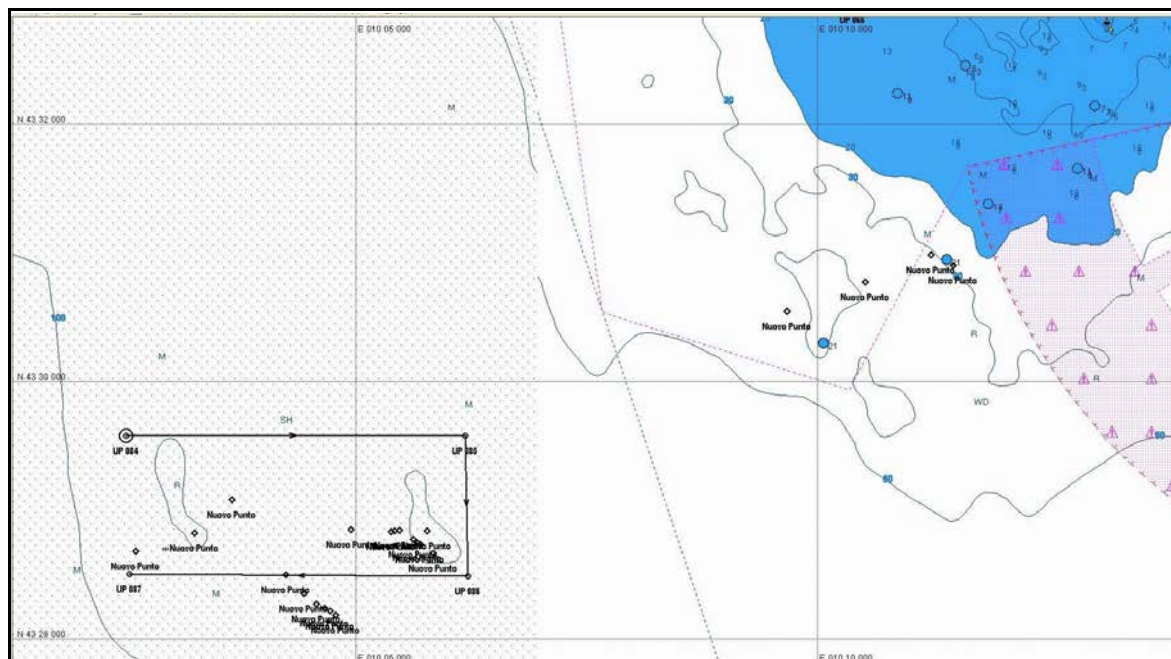
Successivamente alla lettura dei dati raccolti impiegando gli strumenti SSS e MBES, in alcuni punti, si è reso necessario valutare direttamente la situazione impiegando la benna

Van Veen. È stato possibile eseguire un numero di bennate superiore a quelle previste, poiché le operazioni di cala e recupero, nonché lo svuotamento della benna, è risultato veloce.

La benna ha consentito di recuperare materiale da analizzare al fine di confermare le biocenosi presenti sul fondo marino e calibrare gli strumenti di rilevamento rispetto a queste ultime.

Il materiale così raccolto è stato svuotato in una coffa e selezionato immediatamente.

Figura 3.18 – Punti di campionamento tramite benna Van Veen per la conferma della presenza di biocenosi a rodoliti: Secche delle Meloria



3.4.3 Analisi dei dati

Gli organismi campionati sono stati identificati a livello di specie.

Tabella 3.6 – Specie identificate nelle biocenosi a rodoliti di S. Andrea

SAMPLE ID	FAMILY	GENUS	SPECIES
14TOS_ARP1_BVV1	Corallinales	Phymatholithon	calcareum
14TOS_ARP1_BVV1	Corallinales	Lithothamnion	coralloides
14TOS_ARP1_BVV1	Corallinales	Lithothamnion	valens
14TOS_ARP1_BVV1	Corallinales	Lithothamnion	minervae
14TOS_ARP1_BVV1	Corallinales	Lithothamnion	racemus
14TOS_ARP1_BVV1	Kallymaniaceae	Meredithia	microphylla
14TOS_ARP1_BVV1	Codiaceae	Flabellia	petiolata

Nella zona di S. Andrea, il campione proveniente dalla profondità di circa 80 metri è risultato poco interessante e costituito solamente da sabbia organogena e fango, mentre a profondità minori è risultato finemente frantumato (Figura 3.19). In seguito a questa constatazione i campionamenti sono stati spostati verso zone meno profonde: in queste aree i rodoliti (unattached branches e praline) aumentano di quantità anche in relazione alla vicinanza della prateria di *Posidonia oceanica*.

Figura 3.19 – *Fango e materiale frantumato proveniente da 80 m (a sinistra) e 50 m (a destra)*



Figura 3.20 – *Foto di un campione di maerl (unattached branches e praline)*



Relativamente alla zona di Cavo, dove l'area da indagare era caratterizzata da un maggior numero di riferimenti geografici, abbiamo verificato la stessa condizione: dopo aver realizzato 12 bennate, a varie profondità, la zona dove è stato trovato maggiormente il maerl è stata, anche in questo caso, quella più vicina alla prateria di *Posidonia oceanica*.

Anche nella zona delle Secche della Ciabatta le molteplici bennate hanno fornito scarsi risultati, soprattutto alle profondità maggiori. Dove presente, il maerl, era sempre in piccole quantità, circa il 10% del materiale raccolto con la benna, mentre il resto del materiale risultava tutto frantumato. Riteniamo che la frantumazione del maerl sia dovuta principalmente alla intensa attività di pesca a strascico che su questo tipo di fondali impiega attrezzi specifici, modificati per operare su fondi duri. Questa tipologia di pesca è risultata nel tempo molto impattante sull'ecosistema marino e la frantumazione del maerl ne è una dimostrazione certa.

La secca stessa della Ciabatta non mostra più, al rilevamento strumentale, la sua caratteristica originaria; infatti, è appiattita tanto da non avere più un segnale di rimando significativo (vedi mappe allegate). Inoltre le profondità sembrano omogenee, come se anni di pesca a strascico avessero ridotto l'altezza della secca stessa.

3.4.4 Criticità

Le conoscenze dirette di queste formazioni sono scarse, così come la loro distribuzione. Ciò è in stretta relazione all'elevata profondità cui queste formazioni si sviluppano. Inoltre esistono intrinseche difficoltà nella determinazione delle specie che caratterizzano queste biocenosi al punto che spesso occorre ricorrere al microscopio a scansione (SEM).

Riteniamo che attivare un Piano di Monitoraggio per la valutazione della consistenza dei fondali a rodoliti e/o a maerl sia una pratica difficilmente attuabile per il sistema agenziale. La necessità di indagare aree molto vaste del nostro mare rimanda all'utilizzo di natanti in grado di operare diversi giorni consecutivi, ciò richiede il coinvolgimento di strutture a livello nazionale.

4 RIFIUTI MARINI – MARINE LITTER DEPOSITATO SUI FONDALI (SOTTOPROGRAMMA 10.1)

4.1 Il piano di campionamento

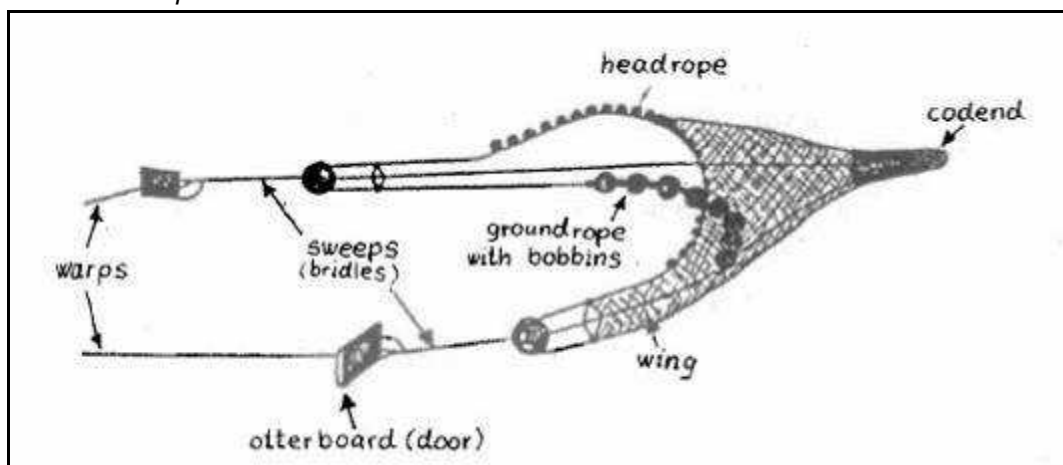
Nell'ambito del *Data Collection Framework* dell'UE, nell'estate del 2013, è stata effettuata la campagna di ricerca scientifica per il campionamento delle risorse demersali MEDITS (*MEDiterranean Trawl Survey*) seguendo uno specifico protocollo metodologico.

La campagna è stata effettuata nell'area compresa tra la Liguria e il Lazio dove operano 4 Unità Operative (UO) che costituiscono la GSA 9 (zona FAO-GFCM): Università di Genova (Liguria), ARPAT (Toscana a nord dell'isola d'Elba), CIBM (coordinatore di GSA, Toscana a sud dell'isola d'Elba) e Università di Roma (Lazio).

Le attività di campionamento sono partite alla fine del mese di giugno in Liguria e sono proseguite scendendo verso sud fino quasi alla fine di luglio.

Lo strumento di campionamento è una rete a strascico in grado di operare in tutte le aree e a tutte le profondità tra 10 e 800 m. L'apertura della rete sul fondo è garantita dalla presenza di due divergenti (*otterboard*) ai lati della stessa, la parte superiore della rete è dotata di galleggianti (lima a sugheri, *head rope*), mentre la parte inferiore che strascica il fondo è dotata di piombi e catene (lima a piombi, *ground rope*).

Figura 4.1 – Principali caratteristiche della rete a strascico



I punti di campionamento (cale) sono posizionati nell'area di indagine seguendo uno schema di campionamento stratificato in base alla profondità, con una collocazione casuale delle cale entro ogni strato. Il numero di cale posizionate in ogni strato è proporzionale all'area di ognuno di essi.

Nell'anno di indagine in totale sono state effettuate 118 cale; 15 in Liguria, 31 nella Toscana a nord dell'Isola d'Elba, 32 nella Toscana sud e 40 in Lazio.

Grazie al metodo cosiddetto dell'area strascicata (*swept area*) è possibile quantificare l'area interessata da ciascuna cala e riportare tutto il catturato (rifiuti e varie specie ittiche) a tale area avendo così una stima delle abbondanze sia in kg/km^2 sia in num/km^2 .

Una volta terminata la cala, la rete viene recuperata e issata a bordo; il sacco viene aperto sulla poppa del peschereccio e viene fotografato il pescato caratterizzandolo con il codice dato alla cala.

Per la standardizzazione delle procedure di raccolta dati sui rifiuti catturati durante le campagne MEDITS, è stato adottato uno specifico protocollo che prevede una classificazione, sulla base del materiale che costituisce il rifiuto, in 34 differenti tipologie (raggruppate in 9 categorie principali e 25 sotto-categorie), misurando peso e quantità di ogni tipologia. In questo modo è possibile stimare un indice standardizzato sia totale, sia per categoria espresso come abbondanza per km².

Tabella 4.1 – *Dati riassuntivi delle campagne MEDITS 2013 per Unità Operativa*

	ARPAT	CIBM	Univ. Roma	Univ. Genova	Totale
numero di cale	31	32	40	15	118
numero di items	118	72	122	50	362
somma di kg	92	41	95	113	341
somma di numero	482	362	465	487	1796
somma di kg/km ²	1441	668	1424	1452	4985
kg/cala	3,0	1,3	2,4	7,6	2,9

4.2 I rifiuti rilevati nelle campagne MEDITS 2013

Per quanto riguarda il numero di *items* delle diverse tipologie di rifiuti rinvenuti, i valori maggiori si osservano per la Toscana a nord dell'Isola d'Elba (zona ARPAT) e per il Lazio (zona Università di Roma).

Il peso totale di rifiuti ha valori maggiori in Liguria (zona Università di Genova), seguita dal Lazio e della Toscana nord. Valori inferiori a 50 kg si registrano invece per la Toscana a sud dell'Isola d'Elba (zona CIBM).

Per quanto riguarda l'abbondanza di rifiuti sui fondali, valori di poco superiori a 1400 kg/km² si registrano per tutte le aree campionate ad eccezione della Toscana sud dove il valore totale è di 668 kg/km².

Figura 4.2 – *Abbondanza dei rifiuti rilevati per cala della campagna MEDITS 2013*

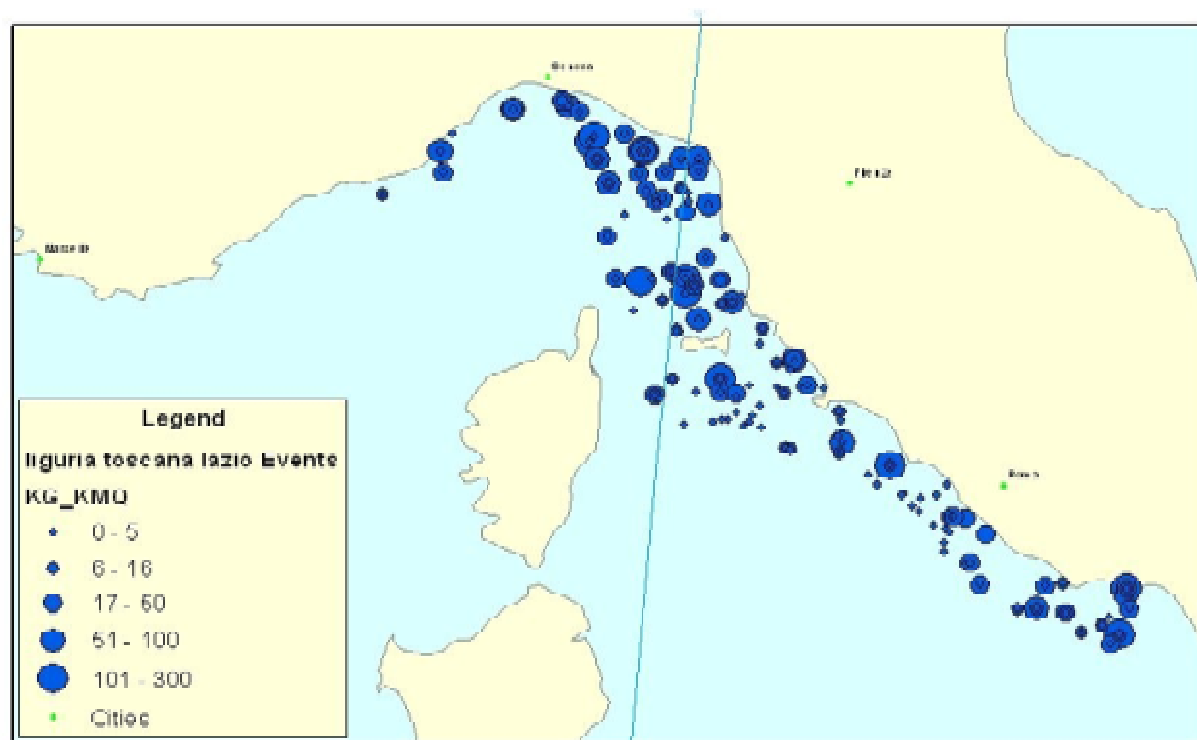


Tabella 4.2 – *Abbondanze di rifiuti nelle varie aree campionate durante le campagne MEDITS 2013*

Somma di kg/kmq	zona				
categoria - denominazione	Toscana nord	Toscana sud	Lazio	Liguria	Totale
altra plastica (scatole...)	11	59	170	44	284
altre attrezzature da pesca			5	70	75
altro (da specificare)	50	36	262	32	379
bottiglie di plastica	26	6	75	4	111
carta e cartone		2			2
ceramica	4				4
corde naturali		1			1
cordr sintetiche	20		4		24
foglie e legno naturale	719	487	696	1270	3172
guanti di gomma, stivali, scarpe	36	13	31	10	90
lattine, fogli di alluminio e sacchetti di merendine	5	6	17	0	28
legno lavorato			0		0
lenze da pesca	40			0	40
non specificato	1				1
oggetti metallici, bidoni, latte vernici e pezzi meccanici	420	5	94	2	521
reti da pesca	30		2		32
sacchetti spesa di plastica	27	32	24	4	87
sanitari			3		3
vetro	53	23	41	15	131
Totale complessivo	1441	668	1424	1452	4985

Tabella 4.3 – *Quantità totali di rifiuti nelle varie aree campionate durante le campagne MEDITS 2013*

Somma di kg	zona				
categoria - denominazione	Toscana nord	Toscana sud	Lazio	Liguria	Totale
altra plastica (scatole ...)	0,6	3,3	13,9	2,6	20,4
altre attrezzature da pesca			0,3	3,5	3,8
altro (da specificare)	3,2	3,3	14,4	3,1	24,0
bottiglie di plastica	1,4	0,3	4,0	0,4	6,1
carta e cartone		0,2			0,2
ceramica	0,2				0,2
corde naturali		0,1			0,1
cordi sintetiche	1,0		0,2		1,2
foglie e legno naturale	52,3	28,3	49,8	101,9	232,3
guanti di gomma, stivali, scarpe	2,0	0,7	1,6	0,5	4,7
lattine, fogli di alluminio e sacchetti di merendine	0,4	0,4	1,4	0,0	2,2
legno lavorato			0,0		0,0
lenze da pesca	2,0			0,0	2,0
non specificato	0,1				0,1
oggetti metallici, bidoni, latte vernici e pezzi meccanici	22,0	0,2	4,7	0,2	27,1
reti da pesca	2,5		0,2		2,7
sacchetti spesa di plastica	1,5	2,0	1,5	0,2	5,2
sanitari			0,3		0,3
vetro	3,1	2,3	3,1	0,9	9,4
Totale	92,0	41,0	95,0	113,0	341,0

I rifiuti prelevati durante le cale hanno però due diverse origini e possono essere distinti in rifiuti antropici e rifiuti non antropici. Questi ultimi sono rappresentati perlopiù da legno naturale e, in misura minore, da fogliame.

E' proprio il legno a rappresentare circa il 68% in peso di tutto il rifiuto campionato, corrispondente a circa 232 kg. Circa l'8% è rappresentato da bidoni e oggetti metallici e il 6% da plastica di vario tipo, scatole e altro. La plastica, seppur ripartita in diverse fonti, rappresenta una componente importante del rifiuto antropico, circa il 10%.

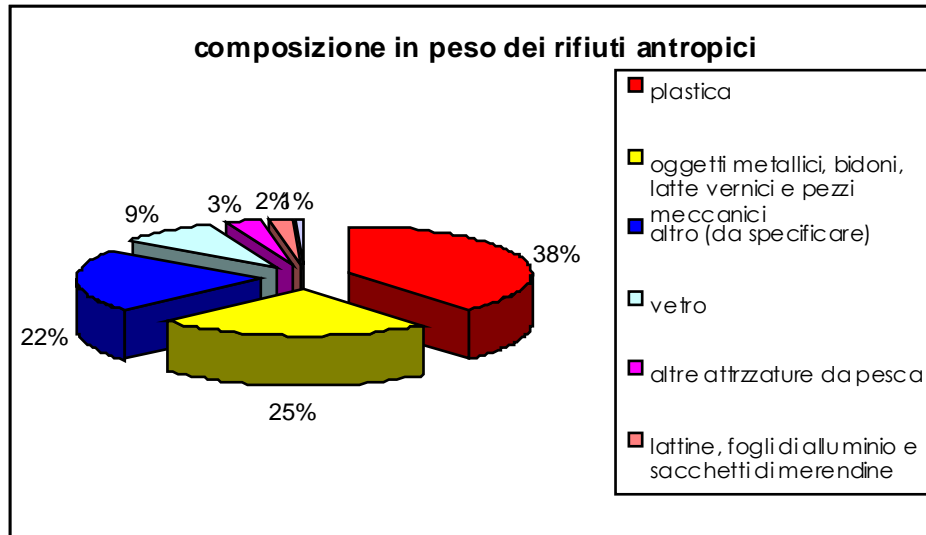
Tabella 4.4 – *Percentuale in peso dei rifiuti rilevati durante le campagne MEDITS 2013*

percentuale in peso	
foglie e legno naturale	67,9%
oggetti metallici, bidoni, latte vernici e pezzi meccanici	7,9%
altro (da specificare)	7,0%
altra plastica (scatole ...)	6,0%
vetro	2,8%
bottiglie di plastica	1,8%
sacchetti spesa di plastica	1,5%
guanti di gomma, stivali, scarpe	1,4%
altre attrezzature da pesca	1,1%
reti da pesca	0,8%
lattine, fogli di alluminio e sacchetti di merendine	0,6%
lenze da pesca	0,6%
corde sintetiche	0,4%
sanitari	0,1%
carta e cartone	0,1%
ceramica	0,1%
corde naturali	0,03%
non specificato	0,02%
legno lavorato	0,01%

Escludendo il legno, è stato possibile valutare la composizione percentuale in peso dei soli rifiuti antropici andando a vedere nel dettaglio quali categorie sono maggiormente presenti.

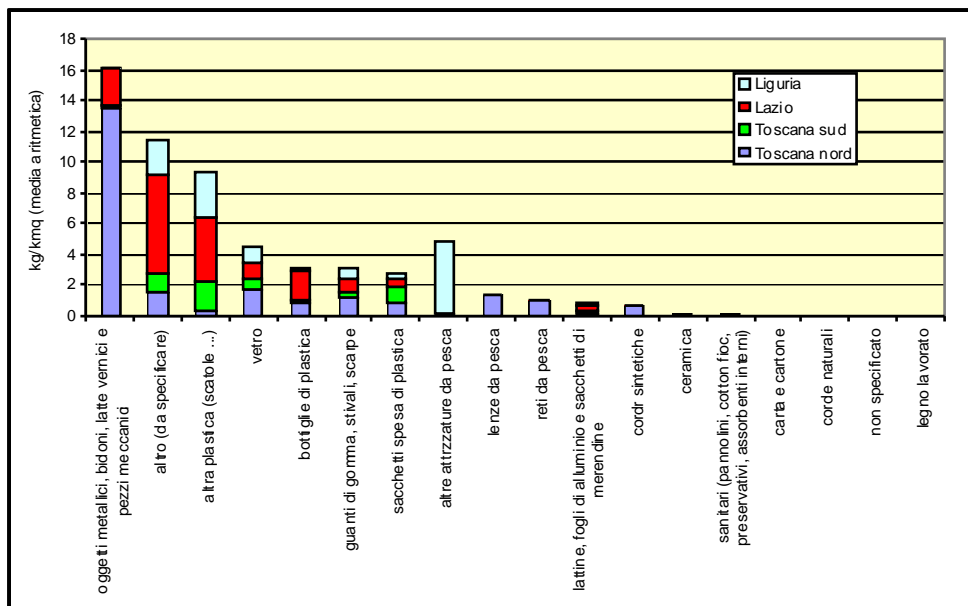
In particolare circa il 38% dei rifiuti è rappresentato da plastica, in tutte le sue varie forme, seguita da un 25% di oggetti metallici (latte e bidoni) e da un 22% di altro materiale non definito. Il resto è dato da un 9% di vetro e valori tra l'1 e il 3% rappresentati da attrezzature da pesca, lattine, alluminio.

Figura 4.3 – *Composizione in peso dei rifiuti antropici rilevati durante le campagne MEDITS 2013*



Per quanto riguarda le varie zone campionate, considerando i valori espressi come media aritmetica di kg/km^2 , ne risulta che la tipologia oggetti metallici - bidoni è registrata solo nella zona della Toscana nord e nel Lazio ed è assente nella Toscana sud e in Liguria. Le lenze e le reti da pesca si sono ritrovate soltanto nella Toscana nord, mentre le altre attrezzature, non ricadenti in queste categorie, si ritrovano soltanto in Liguria.

Figura 4.4 – *Abbondanza delle diverse tipologie di rifiuto nelle varie aree campionate durante le campagne MEDITS 2013.*



A livello delle singole cale, i valori maggiori di abbondanza (kg/km^2) si osservano principalmente per la Liguria e la Toscana nord. Altri valori elevati si osservano, in misura minore, anche in alcune zone del Lazio.

Il valore massimo ottenuto per cala è risultato essere di 300 kg/km^2 ma, in questo caso, nella compilazione delle schede di rilevamento a bordo del peschereccio, è stato catalogato come rifiuto anche il legno naturale, che, come detto precedentemente, non è da considerarsi rifiuto antropico: i valori di 300 kg/km^2 riguardano proprio il legno, mentre valori registrati di 200 kg/km^2 sono bidoni metallici rinvenuti nella zona della Toscana nord.

5 RIFIUTI MARINI – MARINE LITTER LUNGO LA COSTA (SOTTOPROGRAMMA 10.2)

5.1 Il piano di campionamento

Sulla base delle linee guida OSPAR (<http://www.ospar.org>) e dei protocolli metodologici di ISPRA, per avviare le indagini sui rifiuti spiaggiati si è tenuto conto di alcuni aspetti fondamentali:

- litorali sabbiosi con estensione di almeno 500 m ed ampiezza di 5 m dalla battigia;
- buona accessibilità dei litorali con presenza scarsa o assenza di strutture balneari;
- assenza di opere di difesa costiera (barriere, scogliere e altro);
- presenza di zone urbane ed aree portuali;
- influenza di foci fluviali di una certa entità.

Sulla base di questi criteri sono state individuate 5 spiagge lungo la costa toscana (Figura 2.1 e Tabella 5.1):

- spiaggia libera di Forte dei Marmi (LU), poco a sud del torrente Versilia (lunghezza di circa 600 m) o in alternativa le spiagge a levante o ponente del porto di Viareggio, con presenza di stabilimenti balneari;
- spiaggia di Marina di Vecchiano (comune di Vecchiano, PI) all'interno del Parco Regionale di Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli, poco a nord della foce del Serchio, lunga circa 2,5 km;
- spiaggia libera di Donoratico (Castagneto Carducci, LI) lontano da foci fluviali significative e con lunghezza >2 km;
- spiaggia libera all'interno del Parco Costiero della Sterpaia (Piombino, LI);
- spiaggia libera di Marina di Alberese (Grosseto, GR) all'interno del Parco Regionale della Maremma, poco a sud della foce dell'Ombrone, lunga più di 5 km.

Tabella 5.1 – Zone di indagine sui rifiuti spiaggiati

Comune	Località	Longitudine	Latitudine	Spiaggia
Forte dei Marmi	Vittoria Apuana	10,14433	43,97488	Spiaggia libera
Vecchiano	Marina di Vecchiano	10,25683	43,82118	Marina di Vecchiano
Castagneto Carducci	Donoratico	10,53972	43,15333	Marina di Donoratico
Piombino	Parco della Sterpaia	10,63537	42,95388	Perelli
Grosseto	Marina di Alberese	11,07373	42,63323	Scoglietto

In ciascuna spiaggia sono stati individuati 2 tratti di 100 metri ciascuno distanziati almeno di 50 metri tra loro; in questi tratti è stato effettuato il riconoscimento e la classificazione dei rifiuti spiaggiati utilizzando una specifica scheda di rilevamento, sulla quale è stato riportato il numero totale di oggetti appartenenti a ciascuna categoria di rifiuto (codice ID OSPAR). Le linee guida OSPAR prevedono 115 diverse categorie di classificazione dei rifiuti spiaggiati, a loro volta raggruppate in 9 macrocategorie (Carta; Ceramica; Gomma; Legno; Metallo; Plastica; Sanitari; Tessuti; Vetro).

Per gli arenili di maggiore estensione è stata effettuata anche la rilevazione, in un tratto di 1 km, degli oggetti con dimensione maggiore di 50 cm.

Il punto iniziale e finale di ogni unità di campionamento è stato, nella maggior parte dei casi, registrato tramite coordinate GPS. In questo modo è possibile risalire, mediante distanza tra le coordinate alla effettiva lunghezza del tratto indagato.

I rilevamenti sono stati effettuati percorrendo i tratti di spiaggia lungo transetti ortogonali alla riva e distanziati tra loro di circa 2 metri, per quanto riguarda l'unità di campionamento di 100 metri, e di circa 4 metri per l'area di campionamento di 1 km.

Complessivamente, quindi, sono stati campionati 10 tratti di 100 m e 3 di 1 km, ma non sempre è stato possibile eseguire i rilevamenti in tutti i tratti previsti a causa delle caratteristiche delle spiagge e delle condizioni meteo.

Oltre alle 2 campagne previste (autunno 2013 e primavera 2014) dai protocolli ministeriali nell'ambito dell'attuazione della Strategia Marina (D.Lgs 190/2010) per il censimento dei rifiuti spiaggiati, in Toscana è stata effettuata una campagna preliminare nel 2013, in tarda primavera-inizio estate (maggio-luglio).

Tabella 5.2 – Campagne effettuate e tratti indagati nelle diverse spiagge

Comune	Spiaggia	Dip.	Data	Tratti 100m	Tratto 1 km
Forte dei Marmi	Spiaggia libera di Vittoria Apuana	LU	20-22-mag-2013	2	
			11-nov-13	1	
			25-mar-14	1	
Vecchiano	Marina di Vecchiano	PI	04-lug-13	2	1
			28-nov-13	2	1
			2-apr-2014	2	1
Castagneto Carducci	Donoratico	LI	07-giu-13	2	
			15-nov-13	2	1
			01-apr-14	2	1
Piombino	Perelli	PB	29-mag-13	2	
			28-nov-13	2	
			26-mar-14	2	
Grosseto	Loc. Scoglietto - Marina Alberese	GR	24-mag-13	2	1
			22-ott-13	2	1
			11-apr-14	2	1

5.2 La campagna primaverile del 2013

Nei rilevamenti sulle spiagge di Pisa e Grosseto sono state utilizzate solo 20-30 tipologie di rifiuti, contro le 60-90 (più del doppio) nelle altre spiagge. Tale differenza potrebbe essere dovuta sia ad una reale differenza nella composizione dei rifiuti tra le varie aree campionate sia a diversi criteri di classificazione utilizzati.

In particolare nella Spiaggia Libera Vittoria Apuana, il numero medio di oggetti rinvenuti per tipologia risulta, in media, pari a 13, valore decisamente superiore rispetto alla media di 4,4 oggetti per tipologia che si osserva altrove.

Considerando il numero di oggetti (*items*) rinvenuti, la plastica è ovunque quello dominante, salvo a Vecchiano dove domina la carta, rappresentata da filtri di sigarette in 99 *items* su 118 (66% del totale, mentre altrove è solo il 10%).

Tabella 5.3 – *Categorie di rifiuti spiaggiati, totale rifiuti rilevati e media di rifiuti per categoria nella campagna di primavera 2013 nelle diverse spiagge*

Spiaggia	Tratto 1 KM	Tratto 100m		Totale
		A	B	
	Categorie utilizzate			
Loc. Scoglietto -Marina di Alberese	4	7	8	19
Donoratico		50	35	85
Spiaggia Libera Vittoria Apuana		53	34	87
Perelli		43	18	61
Marina di Vecchiano	2	13	12	27
Totale complessivo	6	166	107	279
	Rifiuti rinvenuti			
Loc. Scoglietto -Marina di Alberese	9	15	15	39
Donoratico		175	122	297
Spiaggia Libera Vittoria Apuana		707	407	1114
Perelli		236	67	303
Marina di Vecchiano	21	99	67	187
Totale complessivo	30	1232	678	1940
	Rifiuti/Categoria (media)			
Loc. Scoglietto -Marina di Alberese	2	2	2	2
Donoratico		4	3	3
Spiaggia Libera Vittoria Apuana		13	12	13
Perelli		5	4	5
Marina di Vecchiano	11	8	6	7
Totale complessivo	5	7	6	7

In una valutazione più generale, è da notare (Tabella 5.4) il valore molto elevato registrato per Lucca (1114 *items*) contro quello molto basso di Pisa (39). Resta da capire se questo è legato realmente ad una diversa condizione delle spiagge indagate o ad un differente approccio utilizzato, ad esempio un diverso livello di dettaglio.

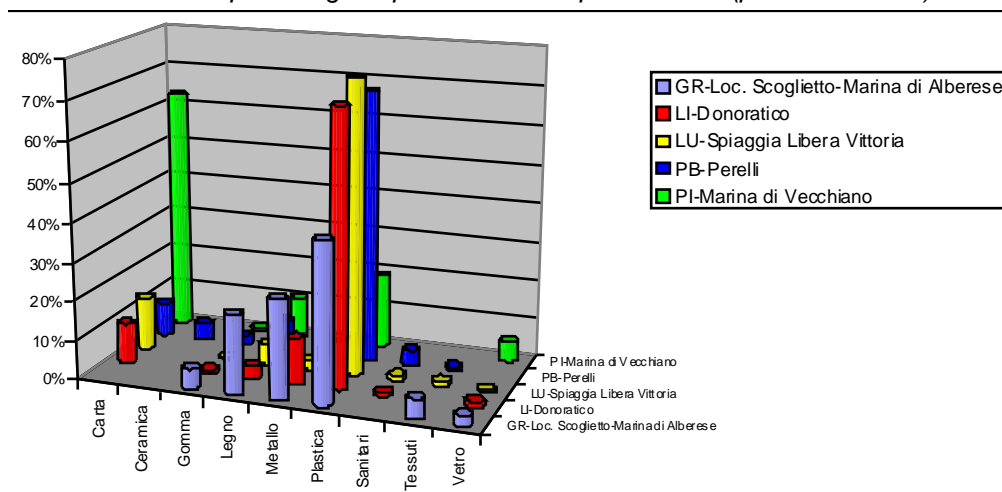
Tabella 5.4 – *Rifiuti spiaggiati rilevati a primavera 2013 per ogni categoria e percentuale relativa*

CATEGORIA	GR	LI	LU	Pb	PI	Totale
Rifiuti rinvenuti						
Carta		31	154	27	118	330
Ceramica				14		14
Gomma	2	3	4	8	2	19
Legno	8	10	58	24	20	120
Metallo	10	36	27	4	1	78
Plastica	16	209	836	211	36	1308
Sanitari		3	15	12		30
Tessuti	2		15	3		20
Vetro	1	5	5		10	21
Totale complessivo	39	297	1114	303	187	1940
Percentuale relativa						
Carta		10%	14%	9%	63%	17%
Ceramica				5%		1%
Gomma	5%	1%		3%	1%	1%
Legno	21%	3%	5%	8%	11%	6%
Metallo	26%	12%	2%	1%	1%	4%
Plastica	41%	70%	75%	70%	19%	67%
Sanitari		1%	1%	4%		2%
Tessuti	5%		1%	1%		1%
Vetro	3%	2%	0%		5%	1%
Totale complessivo	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Da notare il valore elevato di legno registrato per la Località Scoglietto-Marina di Alberese (Grosseto). Tale item (ID= 74 e 75) corrisponde al 21% del totale dei rifiuti di questa zona contro un valore medio del 6% per tutte le aree indagate. Inoltre, sempre per la zona di

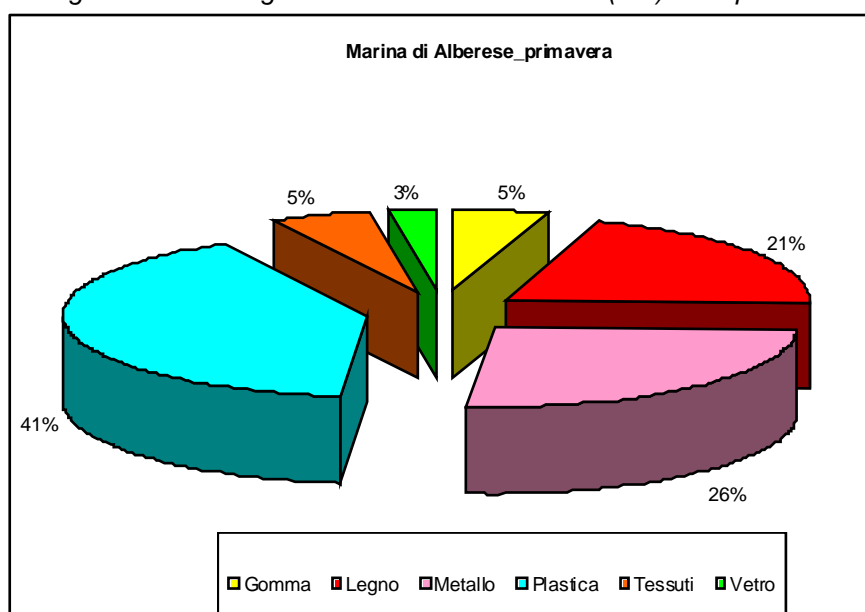
Grosseto, si ritrova un valore elevato di metallo pari al 26% contro il valore medio del 4% per tutte le aree. Come già osservato si ha un alto valore di carta per la zona di Vecchiano mentre la plastica raggiunge valori elevati soprattutto a Livorno, Lucca e Piombino e una media generale del 65%.

Figura 5.1 – Percentuale per categoria per zona di campionamento (primavera 2013)



Per quanto riguarda Grosseto il 41% dei rifiuti è rappresentato da plastica; come è possibile osservare nella seconda figura, di questa la parte più consistente è data da bottiglie e contenitori vari. Da notare inoltre che per quanto riguarda l'item legno questo è dato principalmente da legno di dimensioni maggiori (>50 cm).

Figura 5.2 – Categorie di rifiuto registrate a Marina di Alberese (GR) nella primavera 2013



A Donoratico (Livorno) la plastica è la componente maggiormente rinvenuta; in questo caso però entrando nel dettaglio non si ha una tipologia di rifiuto di plastica dominante. Si va dai sacchetti della spesa, ai piatti e posate in plastica, ai contenitori per bibite, al polistirolo anche se le due categorie più presenti sono i sacchetti della spesa e i contenitori per bibite. Da notare anche un 10% di rifiuti di carta ascrivibili perlopiù a filtri di sigarette.

Per la spiaggia libera Vittoria Apuana la plastica rappresenta il 75% dei rifiuti, seguita dalla tipologia carta con il 14%. In questo caso le quantità maggiori sono quelle date da polistirolo di dimensioni diverse mentre la carta è data principalmente da filtri di sigarette.

Figura 5.3 – *Categorie di rifiuto registrate a Donoratico (LI) nella primavera 2013*

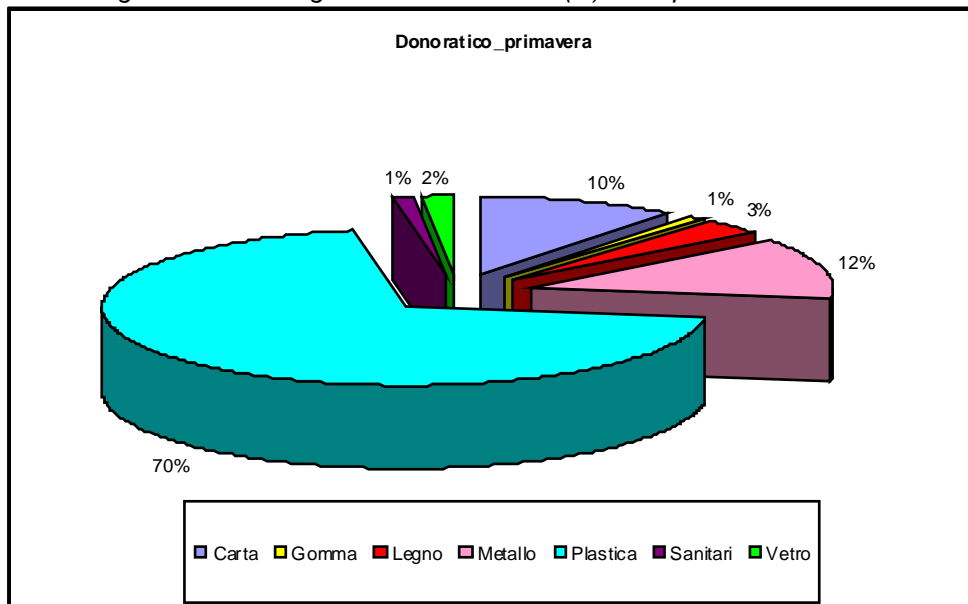
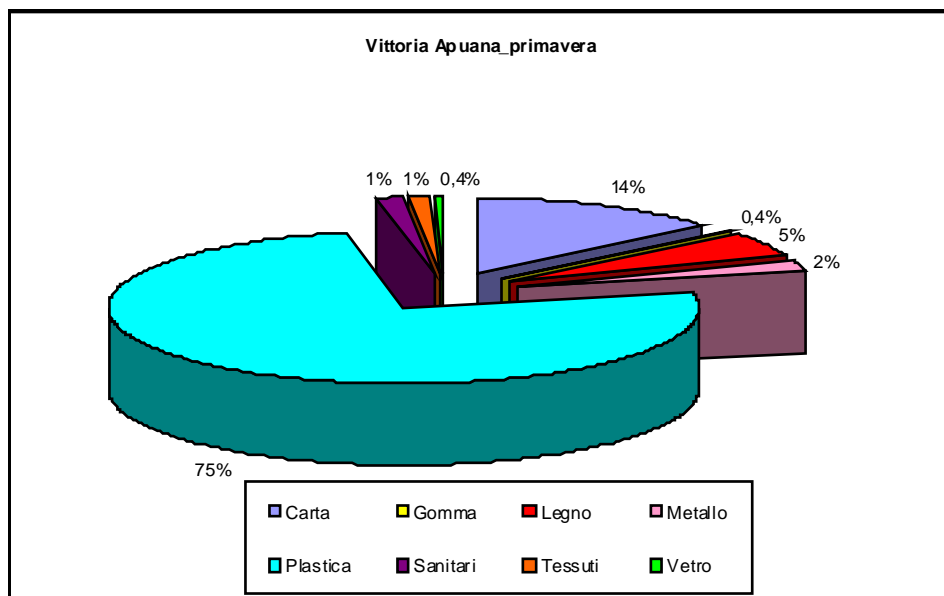


Figura 5.4– *Categorie di rifiuto registrate a Spiaggia Libera Vittoria Apuana (LU) nella primavera 2013*



Anche per la località Perelli (Piombino) la plastica (coperchi, tappi di plastica e altri tipi generici di plastica e polistirolo) è la componente maggiormente rinvenuta (70%), seguita dalla carta (filtri di sigarette) e dal legno.

A Marina di Vecchiano (Pisa) si ha un 63% di carta, costituita in pratica da filtri di sigarette e circa il 20% di plastica, sacchetti della spesa, posate, bicchieri, tappi e contenitori.

Figura 5.5 – *Categorie di rifiuto registrate a Località Perelli (PB) nella primavera 2013*

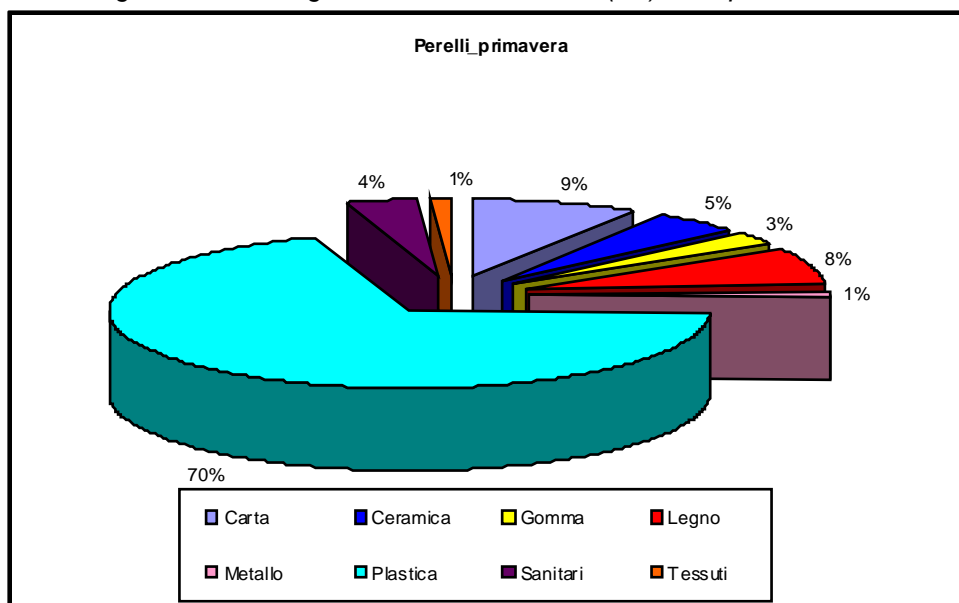
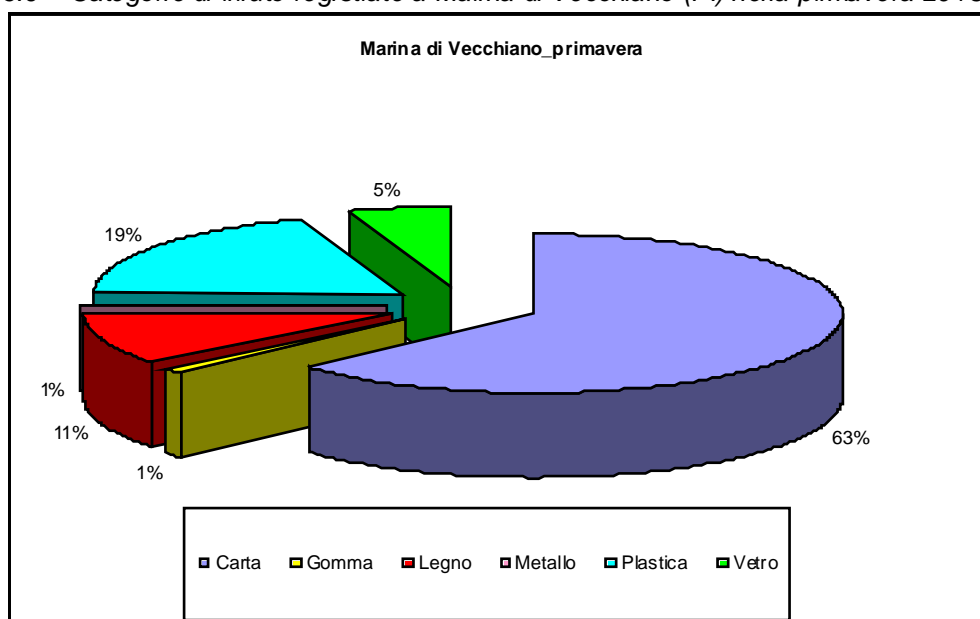


Figura 5.6 – *Categorie di rifiuto registrate a Marina di Vecchiano (PI) nella primavera 2013*



Confrontando il numero di *items* rinvenuti nei due tratti di 100 m (zona A e zona B) ci si aspetterebbe una correlazione di equivalenza ($y=x$), mentre invece in zona B manca il 44% degli *items* in tutti le spiagge, sia globalmente sia per categoria (sicurezza al 95%).

Comunque, se si considerano i metri effettivamente esaminati, dove sono disponibili (Livorno, Lucca e Pisa), il *bias* tra la zona A e la zona B si riduce considerevolmente: a Livorno 1,42 e 1,98 *items*/metro (i/m), a Lucca 4,19 e 5,52 i/m e a Pisa 0,71 e 0,53 i/m. Fermo restando tutto questo resta la necessità di indagare e capire se le differenti densità registrate siano reali oppure legate alla metodologia applicata in ciascun caso.

Figura 5.7 – Confronto tra il numero di items rilevati nei 2 tratti di 100m di ogni spiaggia nella primavera 2013

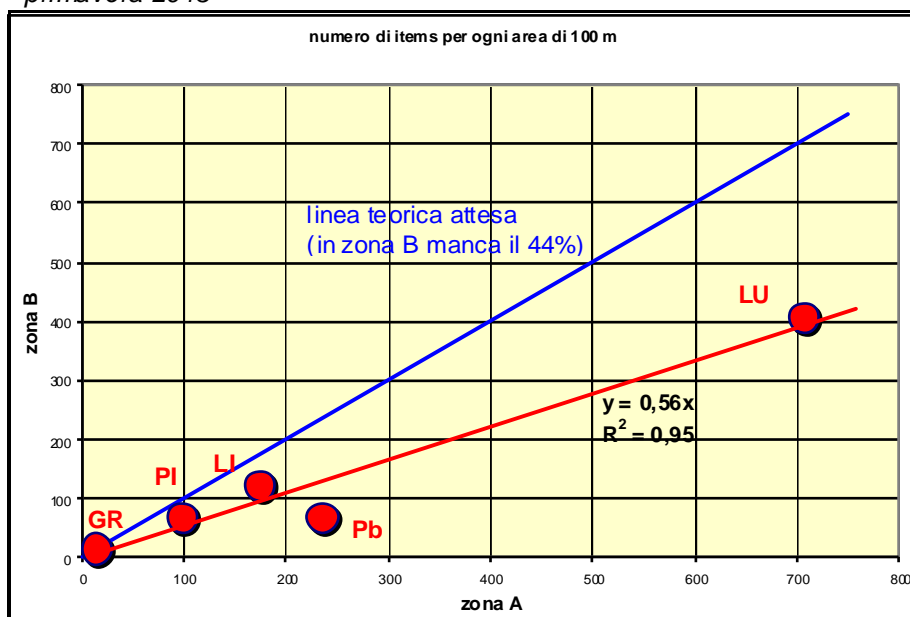
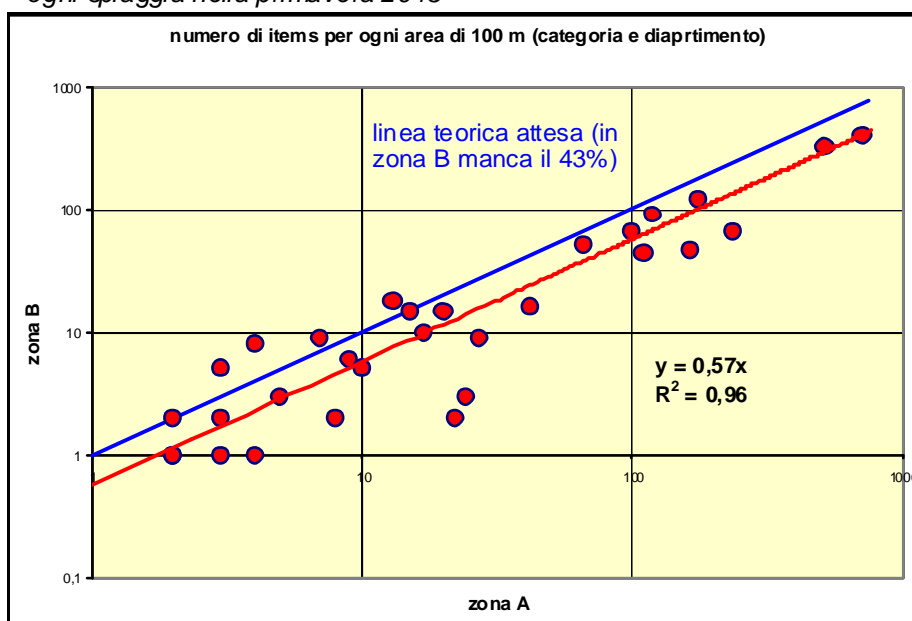


Figura 5.8 – Confronto tra il numero di items per zona e per categoria rilevati nei 2 tratti di 100m di ogni spiaggia nella primavera 2013



5.3 La campagna autunnale del 2013

Il numero più alto di tipologie utilizzate per la definizione dei rifiuti spiaggiati si registra a Piombino, pari a 63, mentre sono inferiori a 20 per quanto riguarda Grosseto (16) e Pisa (19).

Il numero totale di oggetti rinvenuti è di 1123; il numero medio di oggetti rinvenuti per tipologia non presenta grosse variazioni per le diverse spiagge indagate.

Tabella 5.5 – Totale rifiuti rilevati, categorie di rifiuti spiaggiati e media di rifiuti per categoria nella campagna di autunno 2013 nelle diverse spiagge

Somma di num	zona			
AREA	1 KM	A	B	Totale
GR-Marina di Alberese	1	21	24	46
LI- Marina di Castagneto sud	2	203	A+B	205
LU-Spiaggia Libera Vittoria		402		402
PB-Perelli		251	139	390
PI-Marina di Vecchiano	10	51	29	80
Totale	13	725	192	1123

Conteggio records	zona			
AREA	1 KM	A	B	Totale
GR-Marina di Alberese	1	7	8	16
LI- Marina di Castagneto sud	2	32	A+B	34
LU-Spiaggia Libera Vittoria		51		51
PB-Perelli		37	26	63
PI-Marina di Vecchiano	1	10	9	19
Totale complessivo	4	137	43	183

num/records	zona			
AREA	1 KM	A	B	Totale
GR-Marina di Alberese	1	3	3	3
LI- Marina di Castagneto sud	1	6		6
LU-Spiaggia Libera Vittoria		8		8
PB-Perelli		7	5	6
PI-Marina di Vecchiano	10	5	3	4
Totale complessivo	3	5	4	6

Considerando il numero di oggetti (*items*) la plastica è la componente dominante sotto varie forme: contenitori di bibite, tappi e coperchi, tazze, sacchetti della spesa, polistirolo. L'altra tipologia di rifiuto più rappresentata è la carta.

In generale la plastica presenta valori superiori all'80% a Castagneto Carducci, Spiaggia Vittoria Apuana e Marina di Vecchiano; valori pari al 75% e 78% per Perelli e Marina di Alberese rispettivamente.

Per quanto riguarda le categorie così raggruppate è possibile osservare che a Marina di Vecchiano la carta rappresenta il 14% dei rifiuti raccolti a fronte di una media del 9%. Invece a Marina di Alberese dopo la plastica il rifiuto maggiormente presente risulta essere il legno; la sua percentuale è del 17%, mentre la media generale è di appena il 3%.

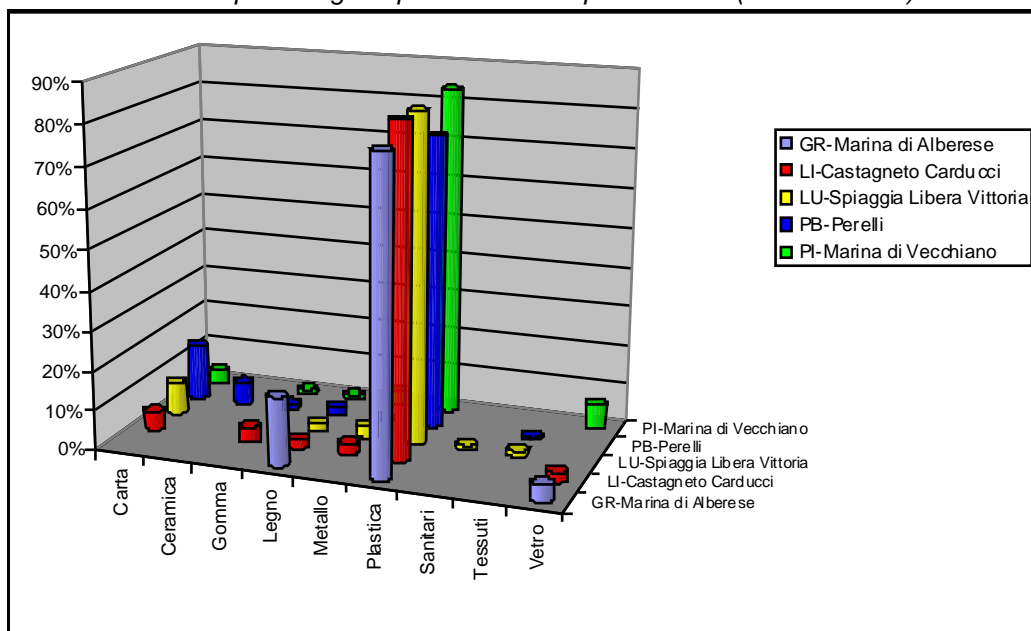
Le altre tipologie di rifiuto, nelle singole zone, presentano percentuali basse comprese tra l'1% e l'8% con una media generale compresa tra l'1% e il 3%.

Tabella 5.6 – Rifiuti spiaggiati rilevati nell'autunno 2013 per ogni categoria e percentuale relativa

Somma di num	AREA					
CATEGORIA	GR	LI	LU	PB	PI	Totale
Carta		10	34	56	3	103
Ceramica				23		23
Gomma		8	2	6	1	17
Legno	8	5	9	8	1	31
Metallo		6	12	2	3	23
Plastica	36	170	333	291	67	897
Sanitari			5	1		6
Tessuti		1	6	2		9
Vetro	2	5	1	1	5	14
Totale complessivo	46	205	402	390	80	1123

percentuali in numero	AREA					
CATEGORIA	GR	LI	LU	PB	PI	Totale
Carta		5%	8%	14%	4%	9%
Ceramica				6%		2%
Gomma		4%		2%	1%	2%
Legno	17%	2%	2%	2%	1%	3%
Metallo		3%	3%	1%	4%	2%
Plastica	78%	83%	83%	75%	84%	80%
Sanitari			1%			1%
Tessuti			1%	1%		1%
Vetro	4%	2%			6%	1%
Totale complessivo	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Figura 5.9– Percentuale per categoria per zona di campionamento (autunno 2013)



A Marina di Alberese la categoria plastica è rappresentata principalmente da pezzi generici di plastica e polistirolo, coperchi e tappi di plastica.

La plastica a Marina di Castagneto è costituita principalmente da tazze, contenitori di bibite, pezzi di polistirolo e, in misura minore, sacchetti della spesa. Le altre categorie presentano valori molto ridotti rispetto alla plastica che supera l'80%.

Figura 5.10 – *Categorie di rifiuto registrate a Marina di Alberese nell'autunno 2013*

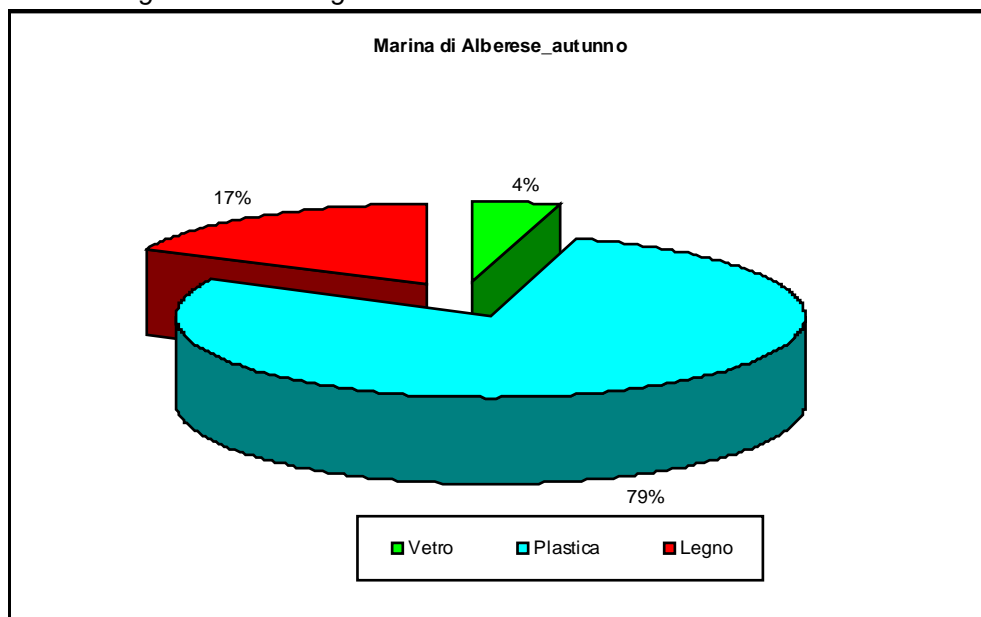
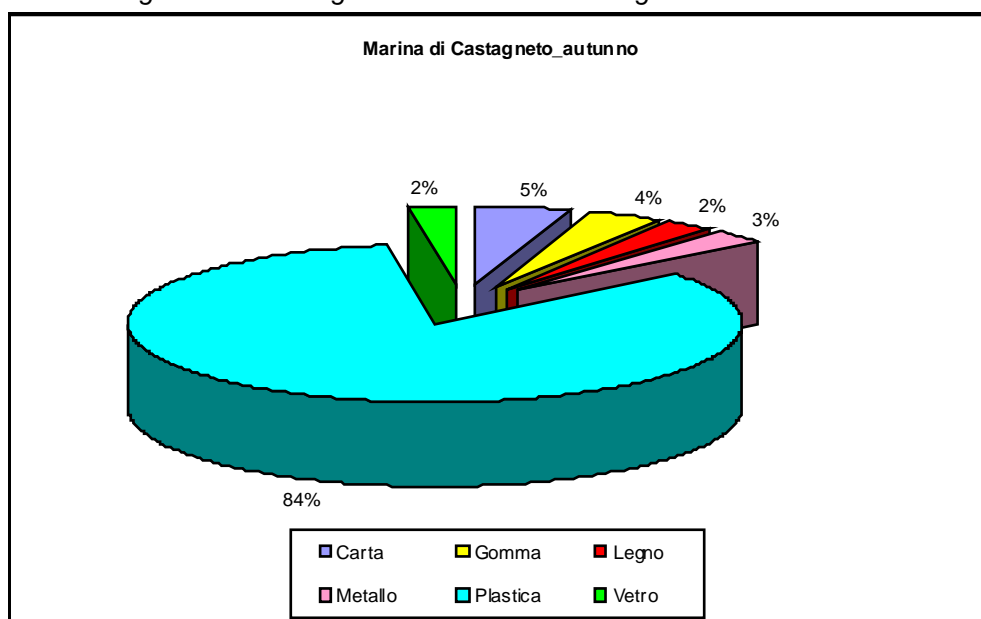


Figura 5.11 – *Categorie di rifiuto registrate a Marina di Castagneto nell'autunno 2013*



Il campionamento della spiaggia libera di Vittoria Apuana in autunno ha rilevato l'84% della plastica come componente maggiore di tutti i rifiuti, costituita principalmente da polistirolo, coperchi e tappi in plastica, seguita da sacchetti della spesa. Da notare anche circa un 10% rappresentato dalla tipologia carta.

La composizione della categoria plastica per la Località Perelli a Piombino è analoga a quanto registrato per le altre località indagate.

A Marina di Vecchiano è stata trovata praticamente tutta plastica costruita in stragrande maggioranza da contenitori per bibite. Le altre tipologie di rifiuto sono presenti in quantità molto ridotta con valori compresi tra l'1% e il 6%.

Figura 5.12 – *Categorie di rifiuto registrate presso la spiaggia libera Vittoria Apuana nell'autunno 2013*

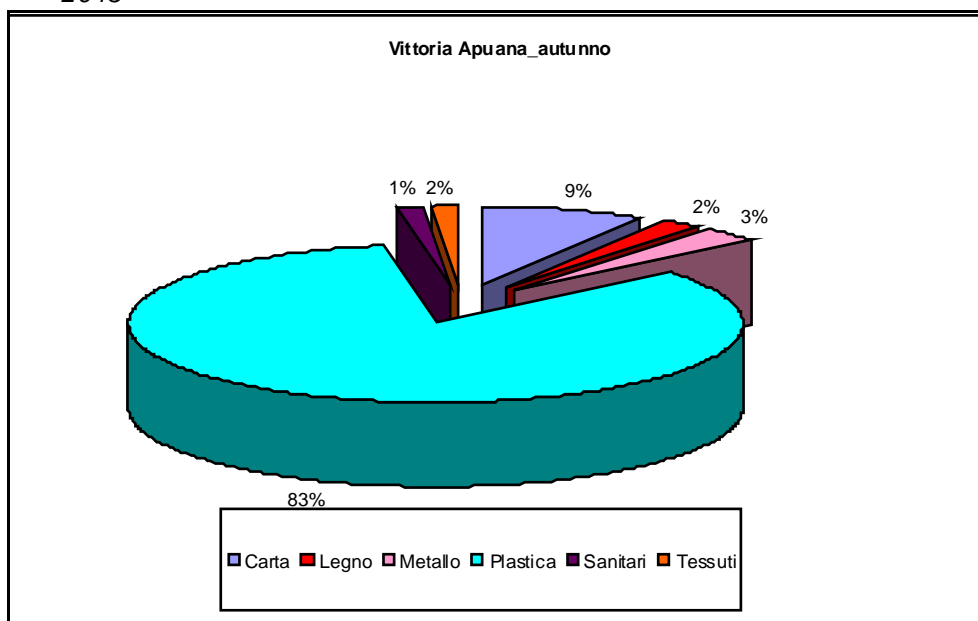


Figura 5.13 – *Categorie di rifiuto registrate a Perelli nell'autunno 2013*

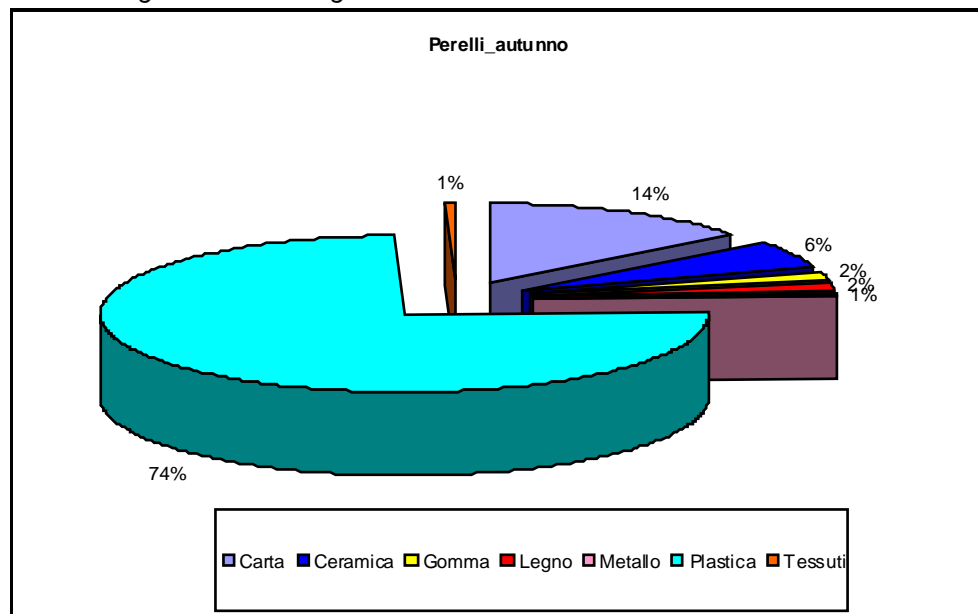
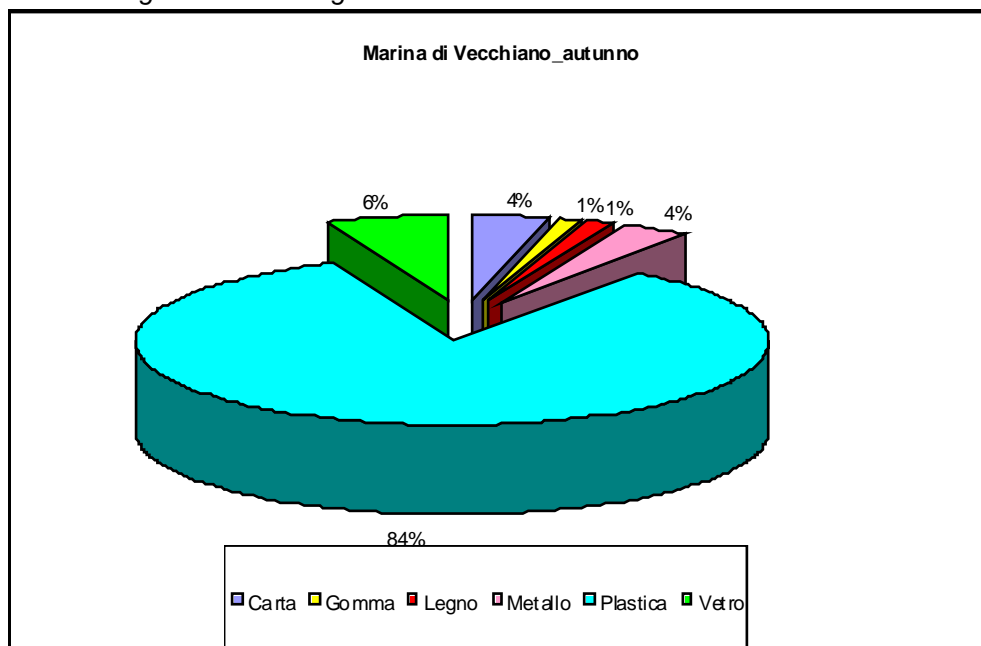


Figura 5.14 – *Categorie di rifiuto registrate a Marina di Vecchiano nell'autunno 2013*

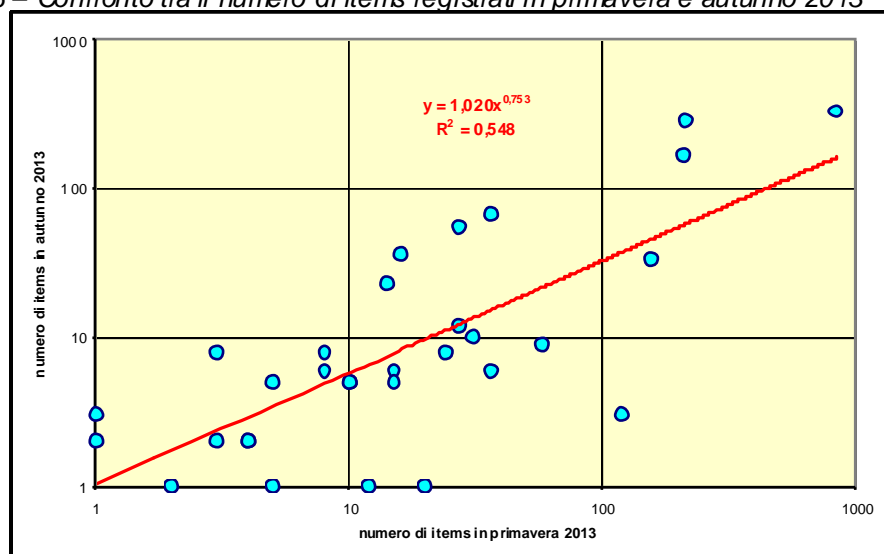


5.4 Confronto tra le due campagne del 2013

Durante la campagna effettuata nella tarda primavera-inizio estate sono stati raccolti più oggetti rispetto alla campagna effettuata nella stagione autunnale, 1940 contro 1123, con una riduzione del 42%.

In entrambe le stagioni, la plastica risulta essere il rifiuto maggiormente rinvenuto, in svariate forme: posate e bicchieri, contenitori per cibi, sacchetti, polistirolo. La categoria “plastica” raggiunge una percentuale del 67% come media generale della stagione primaverile e arriva all’80% in quella autunnale. In numero assoluto si registrano 1308 *items* nella prima campagna e 897 nella seconda.

Figura 5.15 – *Confronto tra il numero di items registrati in primavera e autunno 2013*



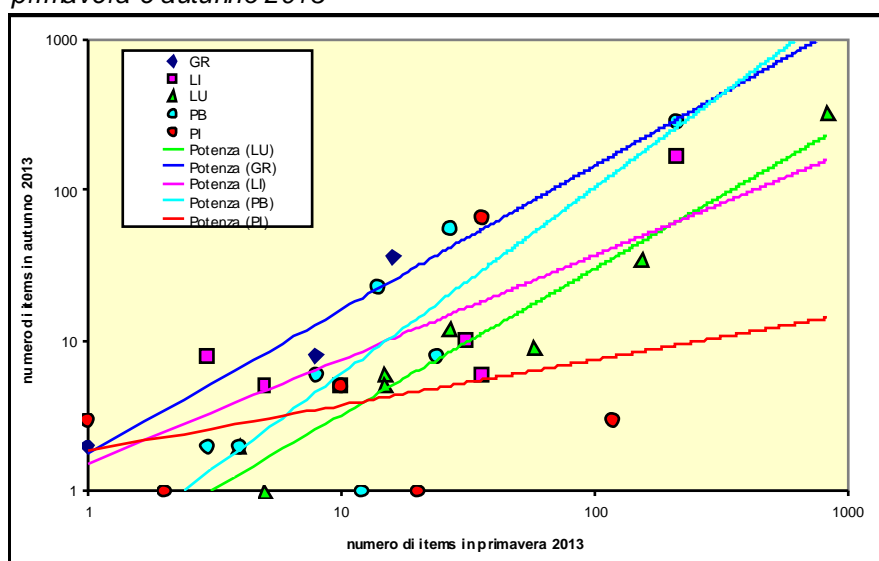
La seconda categoria in ordine di abbondanza è la carta che ha una percentuale del 17% (330 *items* registrati) in primavera e del 9% in autunno (103 *items* registrati).

Le altre categorie presentano valori per lo più ridotti in entrambe le campagne, fatta eccezione per il legno che nel campionamento primaverile raggiunge percentuali del 6% con un numero di *records* pari a 120.

Il confronto tra il numero di *items* registrati, nella campagna di indagine primaverile e in quella estiva, ha permesso di evidenziare la natura esponenziale delle abbondanze che quindi è opportuno rappresentare su scala logaritmica. Questo ci permette di asserire che per le varie categorie andrebbe definito il peso complessivo (o medio) operando quindi in termini di ordini di grandezza.

Inoltre, si ha una coincidenza del 55% tra quanto è stato rilevato in primavera e quanto rilevato in autunno; ovvero, a livello di categorie, più di metà del materiale rinvenuto coincide nei due periodi.

Figura 5.16 – Confronto tra il numero di *items* per località (con linee di tendenza) registrati in primavera e autunno 2013



Il confronto tra le varie località per le due stagioni campionate, sempre su scala logaritmica, mette in evidenza che per la spiaggia libera di Vittoria Apuana e Marina di Alberese, non ci sono grosse variazioni nella composizione e abbondanza dei rifiuti tra i due periodi (i coefficienti angolari sono prossimi a 1). Per quanto riguarda Marina di Castagneto e Marina di Vecchiano nel campionamento autunnale è stato rilevato un quantitativo inferiore di rifiuti; viceversa si verifica per la Località Perelli (PB).

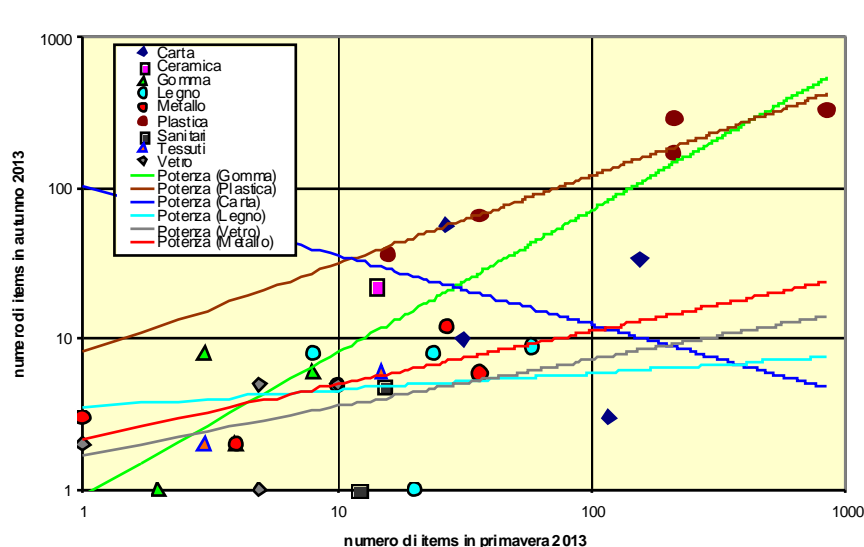
E' stato effettuato anche il confronto tra le diverse categorie in cui sono stati raggruppati i rifiuti raccolti; il confronto ha riguardato le due diverse stagioni cioè la primavera e l'autunno.

Per quanto riguarda la categoria carta si registra un'anomalia tra le due stagioni; rispetto, infatti, a una uniformità generale tra le due stagioni, per la carta si ha una forte differenza di abbondanza tra il dato rilevato in primavera e quello rilevato in autunno.

La categoria legno nella stagione primaverile presenta differenze tra le varie aree campionate mentre in autunno si ha una maggiore uniformità. Analoga tendenza si può rilevare per la categoria vetro e per il metallo.

In generale nella stagione primaverile si ha comunque una maggiore diversificazione delle varie categorie nelle diverse aree.

Figura 5.17 – Confronto tra le diverse categorie di rifiuti raccolti (con linee di tendenza) registrati in primavera e autunno 2013



5.5 La campagna primaverile 2014

Le tipologie di rifiuto rinvenute presentano i valori più bassi per Pisa con 19 *records* e Grosseto con 27. Per gli altri siti di campionamento si ritrovano valori più elevati con 51 *records* a Lucca, 63 a Piombino e 78 a Livorno. Quindi il valore più alto per quanto riguarda le tipologie si registra a Livorno.

Nel complesso il numero totale di oggetti rinvenuti è pari a 1643; il numero medio di oggetti rinvenuti per tipologia non presenta grosse variazioni per le diverse spiagge indagate, fatta eccezione per Perelli (Piombino) dove si registra un numero medio di 12. Negli altri punti di campionamento invece la media si attesta su valori compresi tra 3 e 7. Considerando il numero di oggetti (*items*) la plastica è la categoria dominante, sotto varie forme: polistirolo, tappi e coperchi, piatti, posate, sacchetti della spesa, bottiglie.

Per quanto riguarda il totale dei rifiuti analizzati per categoria, la plastica ha un valore del 72%, seguita da materiale sanitario con l'8%, mentre le altre categorie si attestano su valori compresi tra il 2% e 4%.

Nel dettaglio:

- i valori più alti per quanto riguarda la plastica si registrano a Perelli (Piombino) con il 72%, a Castagneto Carducci (Livorno) con il 74% e a Marina di Alberese (Grosseto) con il 75%;
- i materiali sanitari sono stati rinvenuti principalmente nella spiaggia di Perelli dove raggiungono il 14% del totale dei rifiuti;
- il vetro in totale raggiunge valori del 3% con un quantitativo elevato registrato a Marina di Vecchiano (Pisa) pari al 27% del totale dell'area.

Tabella 5.7 – *Categorie di rifiuti piaggiati, totale rifiuti rilevati e media di rifiuti per categoria nella campagna di primavera 2014 nelle diverse spiagge*

Somma di num	zona			
AREA	1 KM	A	B	Totale
GR-Marina di Alberese	30	30	51	111
LI- Marina di Castagneto sud	14	113	207	334
LU-Spiaggia Libera Vittoria		371		371
PB-Perelli		456	316	772
PI-Marina di Vecchiano	24	22	9	55
Totale	68	992	583	1643

Conteggio records	zona			
AREA	1 KM	A	B	Totale
GR-Marina di Alberese	9	7	11	27
LI- Marina di Castagneto sud	8	34	36	78
LU-Spiaggia Libera Vittoria		51		51
PB-Perelli		33	30	63
PI-Marina di Vecchiano	5	10	4	19
Totale complessivo	22	135	81	238

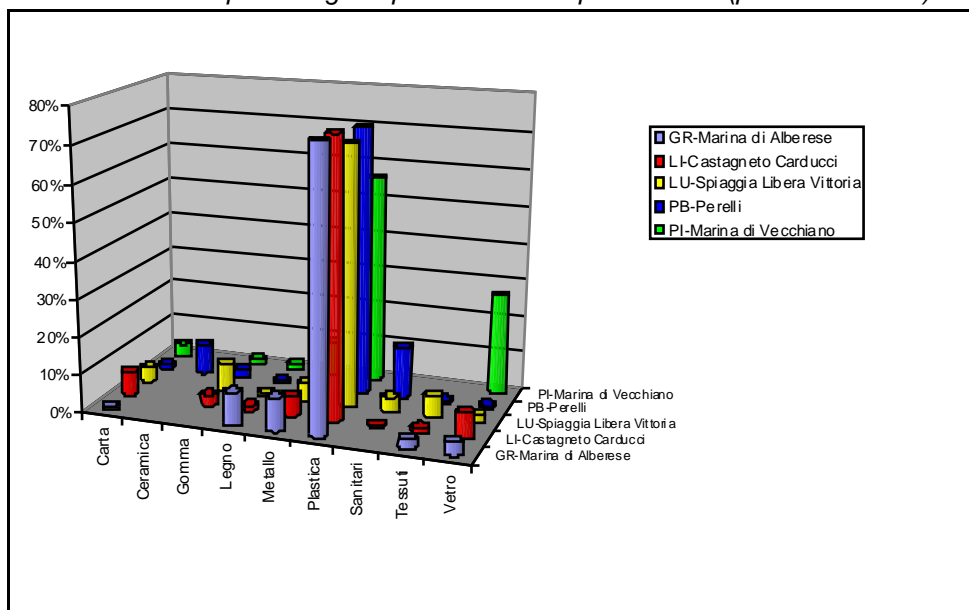
num/records	zona			
AREA	1 KM	A	B	Totale
GR-Marina di Alberese	3	4	5	4
LI- Marina di Castagneto sud	2	3		4
LU-Spiaggia Libera Vittoria		7		7
PB-Perelli		14	11	12
PI-Marina di Vecchiano	5	2	2	3
Totale complessivo	3	7	7	7

Tabella 5.8 – Rifiuti spiaggiati rilevati nella primavera 2014 per ogni categoria e percentuale relativa

Somma di num	AREA					
CATEGORIA	GR	LI	LU	PB	PI	Totale
Carta	1	22	15	9	2	49
Ceramica				64		64
Gomma		10	29	19	1	59
Legno	10	5	4	5	1	25
Metallo	10	19	19	1	5	54
Plastica	83	248	259	554	31	1175
Sanitari		2	15	108		125
Tessuti	3	5	22	6		36
Vetro	4	23	8	6	15	56
Totale complessivo	111	334	371	772	55	1643

[illegible]

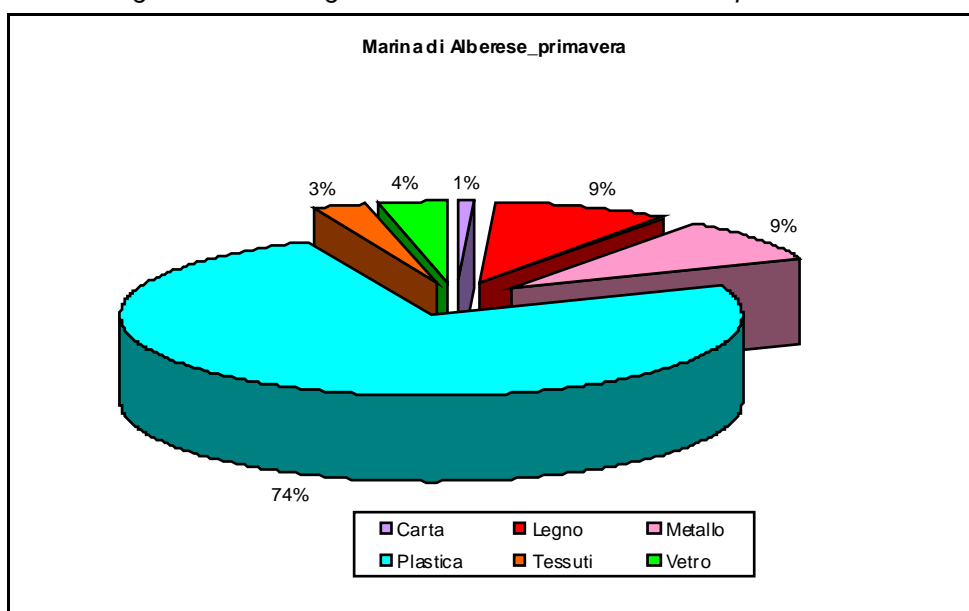
Figura 5.18 – Percentuale per categoria per zona di campionamento (primavera 2014)



A Marina di Alberese la categoria plastica (principalmente pezzi generici di plastica e polistirolo, contenitori per detersivi e contenitori per le bibite) costituisce oltre il 70% del totale dei rifiuti, mentre il 9% è dato sia da legno che da metallo.

La plastica a Marina di Castagneto rappresenta oltre il 70% del rifiuto totale; è costituita principalmente da polistirolo, tazze, contenitori per detersivi e bottiglie.

Figura 5.19 – Categorie di rifiuto registrate a Marina di Alberese nella primavera 2014



Il campionamento della spiaggia libera Vittoria Apuana in autunno ha rilevato la plastica come componente maggiore di tutti i rifiuti pari al 70%, costituita principalmente da polistirolo, coperchi e tappi in plastica, bottiglie e sacchetti della spesa. Da notare anche circa un 8% rappresentato dalla tipologia gomma.

Figura 5.20 – *Categorie di rifiuto registrate a Marina di Castagneto nella primavera 2014*

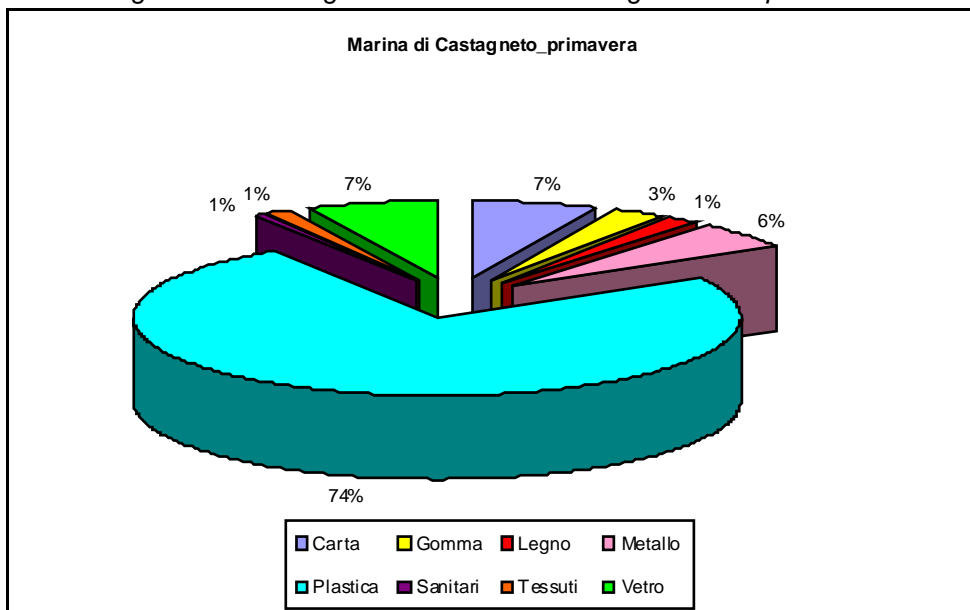
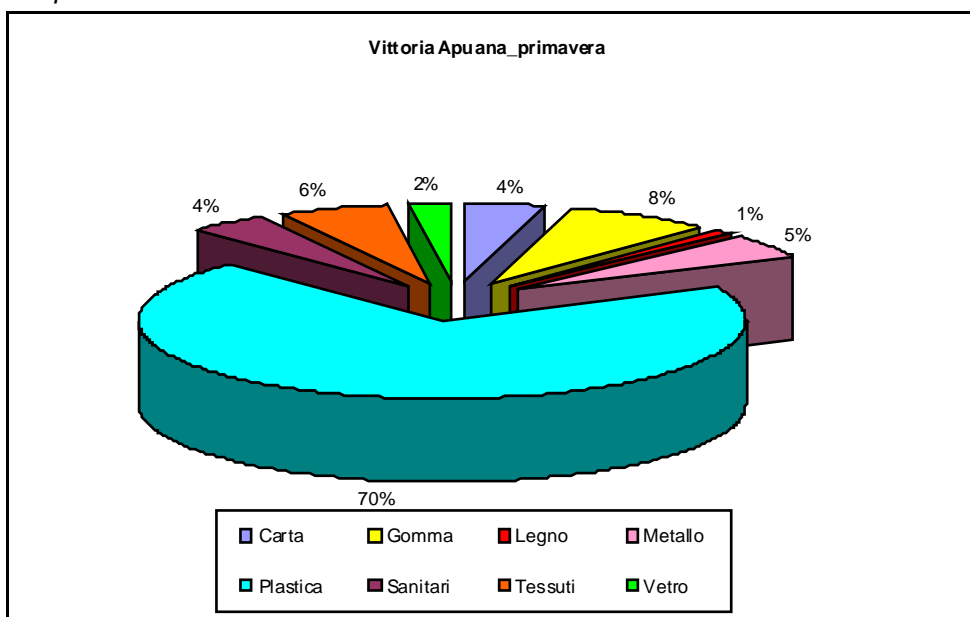


Figura 5.21 – *Categorie di rifiuto registrate presso la spiaggia libera di Vittoria Apuana nella primavera 2014*



La principale tipologia di rifiuto registrata nel campionamento della spiaggia in Località Perelli è la plastica (polistirolo, coperchi e tappi di plastica), pari al 72%, seguita da rifiuti sanitari (14%) e ceramica, circa l'8%.

A Marina di Vecchiano la plastica rappresenta il 56% del rifiuto ritrovato; questa è costituita principalmente da contenitori e bottiglie. Il 27% del rifiuto totale è costituito da vetro rappresentato perlopiù da bottiglie. Il 9% circa è dato da metallo (lattine); quantità comprese tra il 2 e il 4% si registrano per carta, legno e gomma.

Figura 5.22 – *Categorie di rifiuto registrate presso la spiaggia di Perelli nella primavera 2014*

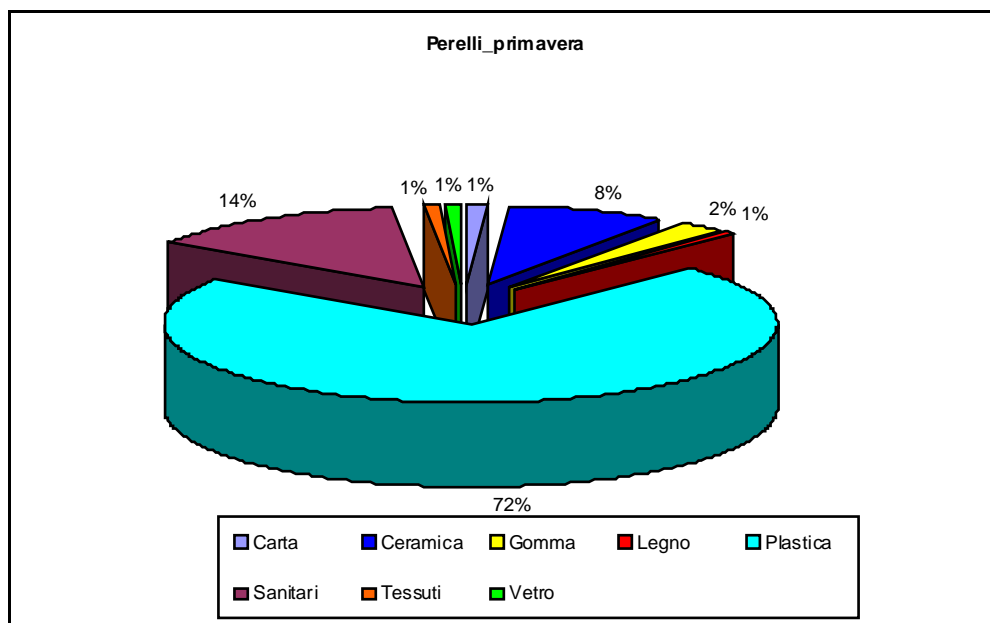
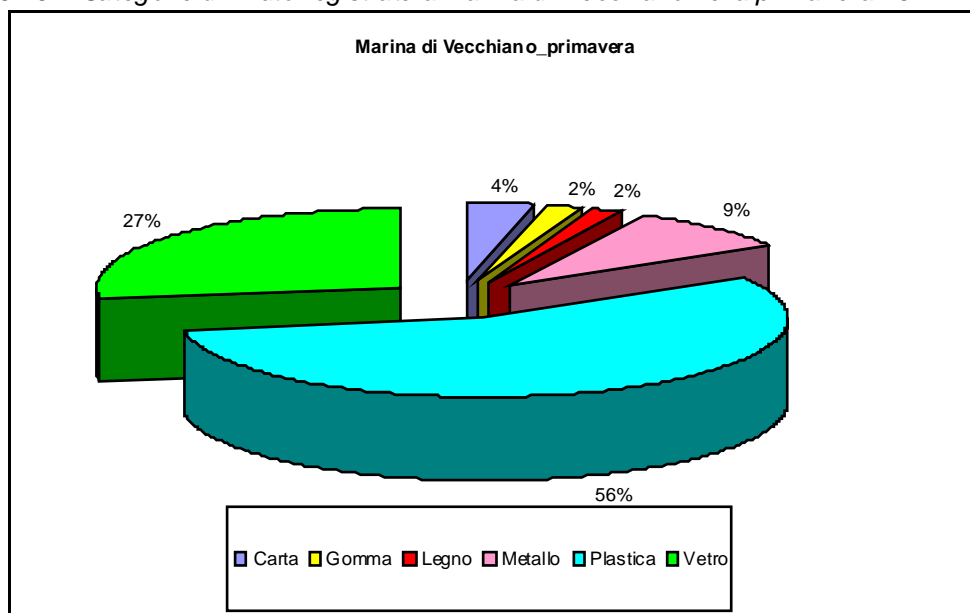


Figura 5.23 – *Categorie di rifiuto registrate a Marina di Vecchiano nella primavera 2014*



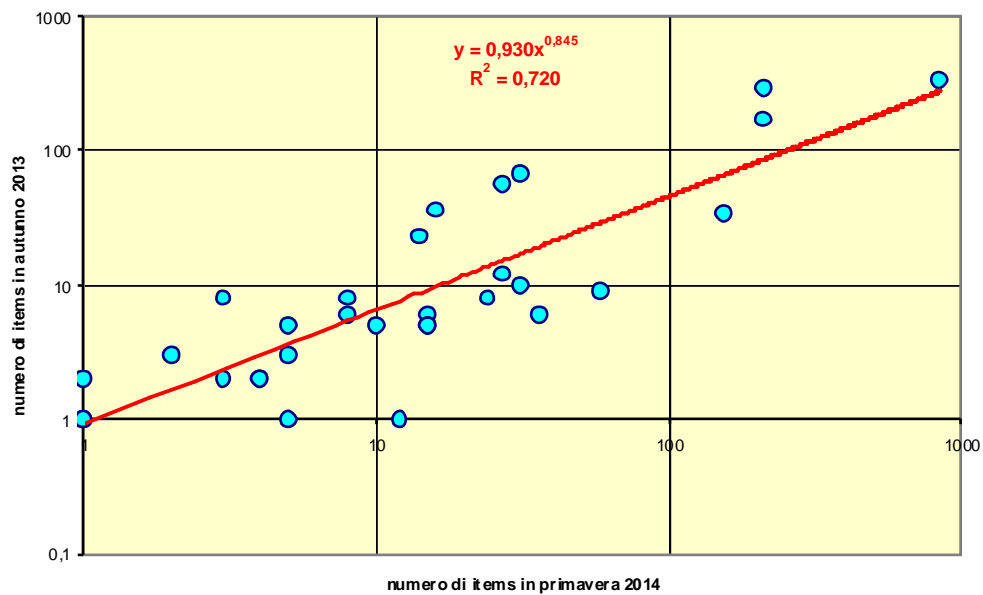
5.6 Confronto tra la campagna autunno 2013 e primavera 2014

Nella campagna primaverile del 2014 sono stati raccolti più oggetti rispetto alla campagna effettuata nella stagione autunnale del 2013, 1643 contro 1123, con un incremento di circa il 32%. Di questi, in entrambe le stagioni, la plastica risulta essere il rifiuto maggiormente rinvenuto, in svariate forme: posate e bicchieri, contenitori per cibi, sacchetti, polistirolo.

La categoria “plastica” raggiunge una percentuale del 72% come media generale della stagione primaverile 2014 e arriva all’80% in quella autunnale del 2013. In numero assoluto si registrano 1175 *items* nella prima campagna e 897 nella seconda.

L’altra categoria presente in quantità superiore è materiali sanitari (8%, 125 *items*) per la primavera 2014 e la carta (9%, 103 *items*) per l’autunno 2013.

Figura 5.24 – Confronto tra il numero di items registrati in autunno 2013 e primavera 2014



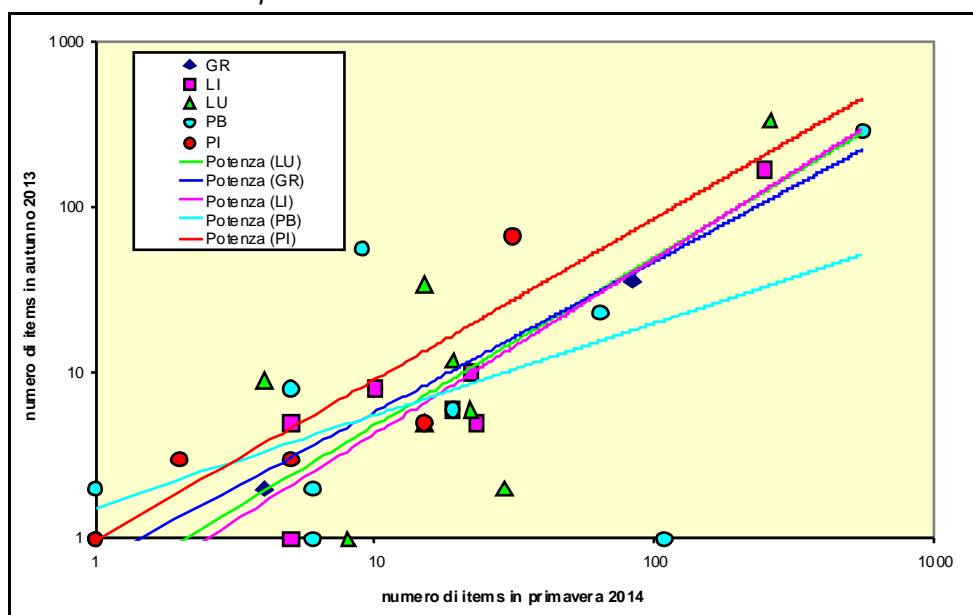
Il confronto tra il numero di *items* registrati, nella campagna di indagine primaverile e in quella autunnale, evidenzia la natura esponenziale delle abbondanze che quindi è opportuno rappresentare su scala logaritmica, operando quindi in termini di ordini di grandezza.

Si ha una coincidenza del 72% tra quanto è stato rilevato in primavera e quanto rilevato in autunno.

Il confronto tra le varie località per le due stagioni campionate, sempre su scala logaritmica, mette in evidenza che si ha una buona corrispondenza tra le varie località per entrambe le stagioni. La località che si discosta maggiormente da tale andamento generale è Perelli.

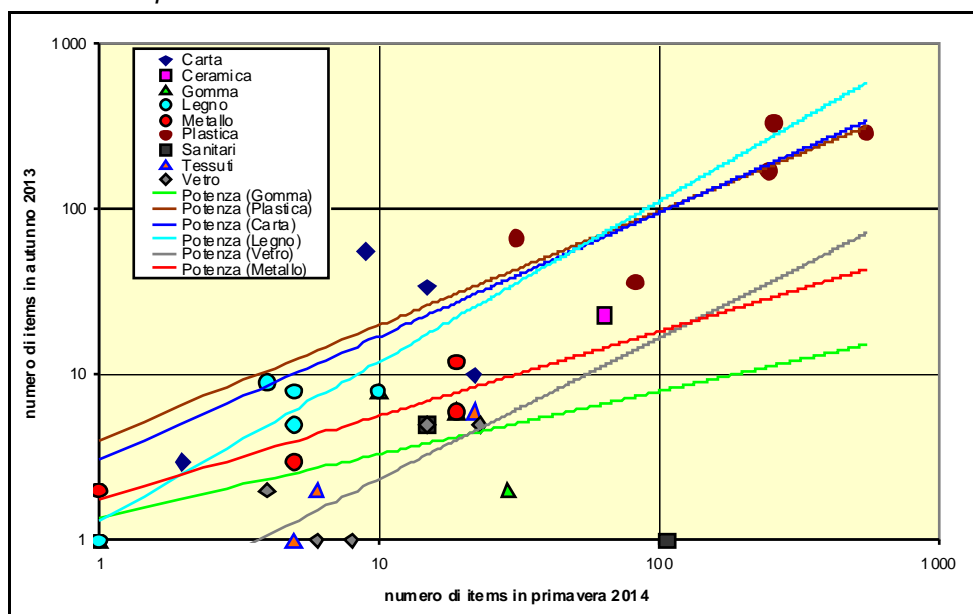
E' stato effettuato anche il confronto tra le diverse categorie in cui sono stati raggruppati i rifiuti raccolti; il confronto ha riguardato le due diverse stagioni cioè la primavera e l'autunno.

Figura 5.25 – Confronto tra il numero di items per località (con linee di tendenza) registrati in autunno 2013 e primavera 2014



Per quanto riguarda le varie categorie per la plastica, la carta e il legno non si registrano differenze tra le due stagioni campionate. Invece il metallo, la gomma e il legno risultano essere molto più abbondanti nel campionamento effettuato in primavera rispetto a quello effettuato in autunno.

Figura 5.26 – Confronto tra le diverse categorie di rifiuti (con linee di tendenza) registrati in autunno 2013 e primavera 2014



6 RIFIUTI MARINI – MICRO-marine litter (SottoProgramma 10.3)

6.1 Il piano di campionamento

Per la definizione delle aree di indagine, dei punti di prelievo e delle frequenze di campionamento (campagne), lo schema utilizzato è stato lo stesso di quello descritto per gli habitat pelagici (SottoProgramma 1.1).

I campionamenti superficiali sono stati effettuati alla velocità compresa tra 2 e 3 nodi per 20 minuti, mantenendo il retino a livello sub-superficiale ad una distanza di circa 70 m dall'imbarcazione. E' stato utilizzato un retino tipo "manta" con apertura della bocca di 25x50 cm, con vuoto di maglia da 330 μm e simultaneamente un retino conico standard WP2 con apertura circolare del diametro di 57 cm, vuoto di maglia da 200 μm ; in entrambi i casi il retino era equipaggiato con un flussimetro per la stima dei m^3 di acqua filtrata.

Il campionamento lungo la colonna d'acqua è stato eseguito con un retino conico standard WP2 (vuoto di maglia da 200 μm) con apertura della rete di 57 cm, equipaggiato con flussimetro per la stima dei m^3 di acqua filtrata, calandolo dall'imbarcazione ferma sino a 1 m dalla profondità massima a seconda della batimetria delle varie stazioni di campionamento e successivamente salpato alla velocità di 0,5 m/s.

Figura 6.1 – Retino WP2 (a sinistra) e retino "manta" (a destra) utilizzati per i prelievi superficiali delle microplastiche



Al termine del campionamento, ogni retino è stato issato a bordo e lavato dalla bocca verso il bicchiere, con getto d'acqua di mare a pressione, al fine di convogliare il materiale verso la fine della rete.

Per l'analisi degli ftalati, un'aliquota è stata filtrata su setaccio con lo stesso vuoto di maglia del retino ed immediatamente congelata in azoto liquido per le successive analisi ecotossicologiche.

Analisi delle microplastiche

I campioni sono stati analizzati in laboratorio allo stereo-microscopio Stereo Zoom NBS (mod. NBS-STMDLX-T) dotato di luce al LED e di oculare micrometrato per la misurazione dei frammenti di plastica. Ogni frammento è stato caratterizzato e classificato in base al colore (bianco, nero, rosso, blu, trasparente, verde, altro colore), dimensione ($\leq 0.5\text{mm}$; 0.5-1mm; 1-2.5mm; 2.5-5mm) e forma (sfera, filamento, frammento, foglio).

Le microplastiche sono state inoltre isolate in una *eppendorf* con acqua distillata fino ad un massimo di 30 particelle.

Tutti i dati risultanti sono stati normalizzati al volume totale filtrato, calcolato in base ai giri del flussimetro per la costante fornita dalla casa madre del retino e per l'area della bocca del retino, ed espressi come microplastiche/m³.

Valutazione dei livelli di ftalati

I campioni superficiali e verticali raccolti durante la campagna primaverile, sono stati utilizzati anche per l'analisi dei livelli di ftalati, sostanze con effetto tossico sugli organismi marini che ingeriscono questi materiali. Le analisi non sono state effettuate per i campioni dove il peso del filtrato fresco risultava minore di 0,5 g, condizione che ha accomunato tutte le retinate lungo la colonna d'acqua nel punto a 0,5 km dalla costa in tutti i transetti e stagioni.

Per l'analisi del di-2-etilesilftalato (DEHP) e mono-2-etilesilftalato (MEHP) viene seguito il metodo proposto da Fossi *et al.* (2012), modificato dal metodo di Takatori *et al.* (2004), apportando ulteriori modifiche in funzione della natura del campione. Le determinazioni analitiche sono effettuate tramite sistema *Thermo Finnigan LTQ LC-MSn* dotato di interfaccia ESI. L'HPLC utilizza una colonna Wakosil 3 C18 (2.0×100 mm, 3µm; *Wako Pure Chemical Industries Ltd.*) e la fase mobile consiste in acetonitrile (A) e 0,05% acido acetico in acqua (B). Il sistema ESI-MS opera in modalità positiva o negativa a seconda degli analiti; gli ioni figli sono formati nella cella di collisione utilizzando N₂ come collision gas. LOD: 2 ng/g per MEHP e 10 ng/g per DEHP. Per ogni set di campioni viene inserito un bianco procedurale.

La concentrazione finale di MEHP e DEHP viene espressa in ng/g p.f. in base allo standard strumentale ed alla percentuale di recupero.

Il sistema ESI-MS opera in modalità positiva o negativa a seconda degli analiti; gli ioni figli sono formati nella cella di collisione utilizzando N₂ come *collision gas*. LOD: 2 ng/g per MEHP e 10 ng/g per DEHP.

6.2 La campagna invernale

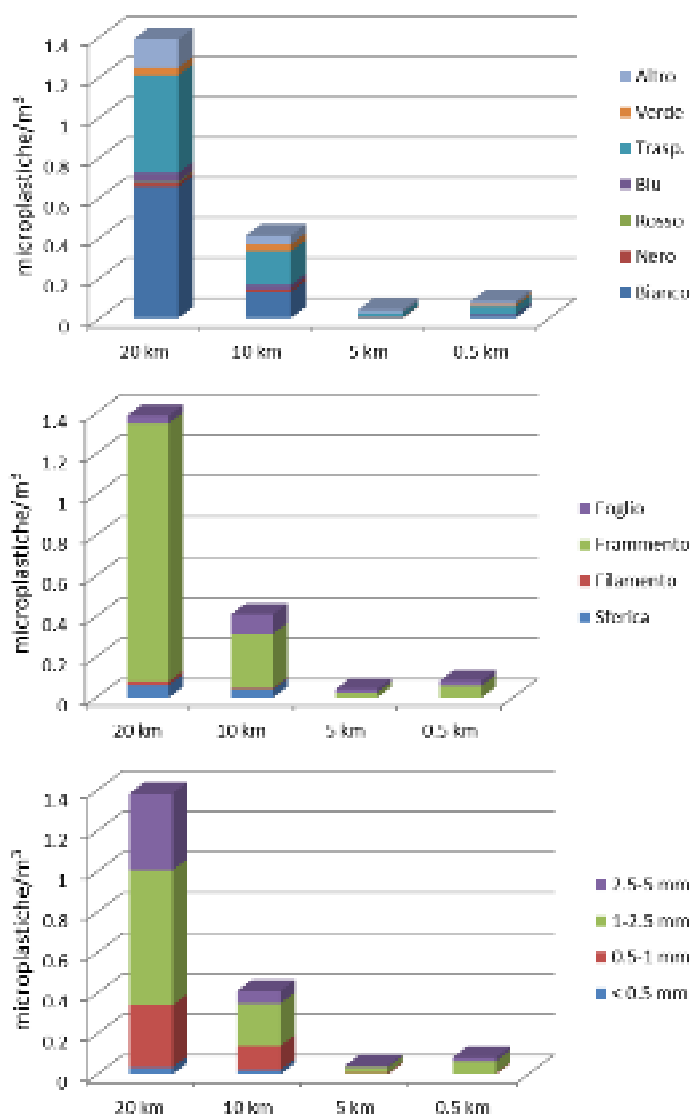
La campagna invernale si è svolta tra il mese di dicembre 2013 e febbraio 2014 nei transetti 1 (Fiume Morto) e 3 (Carbonifera) e, in totale, sono stati raccolti 12 campioni superficiali e 12 campioni nella colonna d'acqua.

Tabella 6.1 – Valori di m³ filtrati, numero di microplastiche totali e microplastiche/m³ nelle retinate nelle stazioni di campionamento dei due transetti invernali

Transetto (data)	Dist. Costa	Superficiale			Verticale		
		m ³ filtrati	N° Micropl.	Micropl. /m ³	m ³ filtrati	N° Micropl.	Micropl. /m ³
Fiume morto (24/02/2014)	20 km	290,31	403	1,39	11,08	0	0,00
	10 km	264,19	151	0,57	3,78	0	0,00
	10 km	265,06	169	0,64	3,78	1	0,26
	10 km	281,16	7	0,02	3,78	0	0,00
	5 km	281,81	12	0,04	2,15	0	0,00
	0,5 km	203,00	17	0,08	0,58	0	0,00
Carbonifera (12/12/2013)	20 km	199,16	51	0,26	20,00	0	0,00
	10 km	164,75	19	0,12	9,00	0	0,00
	10 km	168,34	10	0,06	9,00	0	0,00
	10 km	149,28	7	0,05	9,00	0	0,00
	5 km	147,22	5	0,03	6,50	0	0,00
	0,5 km	158,34	2	0,01	0,50	0	0,00

Nel periodo invernale la stazione a 20 km di Fiume Morto è quella con la maggiore presenza di microplastiche con un gradiente decrescente con l'avvicinarsi alla costa, e valori che variano tra 1,39 microplastiche/m³ e 0,04 microplastiche/m³. I colori predominanti delle particelle sono bianco e trasparente, la forma più ricorrente è il frammento e la classe dimensionale più abbondante è quella compresa tra 1 e 2,5 mm. Nelle 6 retinate verticali nella colonna d'acqua, è stata individuata solo una microplastica a "frammento", di "altro colore" con dimensioni di 1,67 mm nella stazione a 10 km.

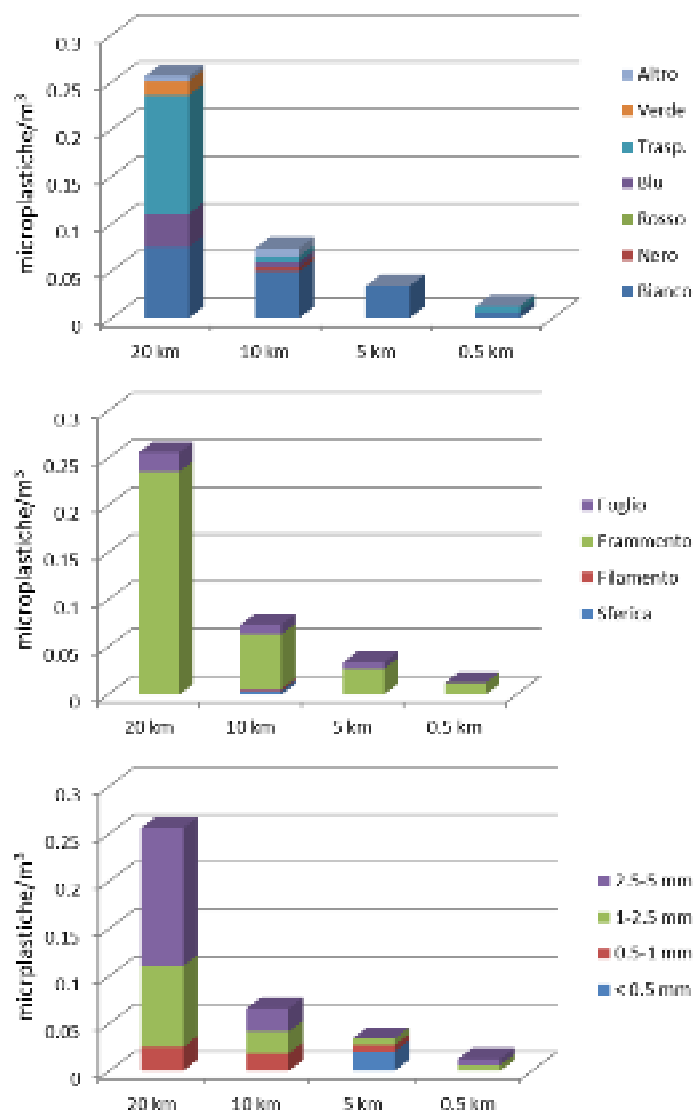
Figura 6.2 – *Abbondanza delle microplastiche superficiali lungo il transetto "Fiume Morto" nella campagna invernale 2013, suddivise in base al colore (in alto), alla forma (al centro) ed alle dimensioni (in basso)*



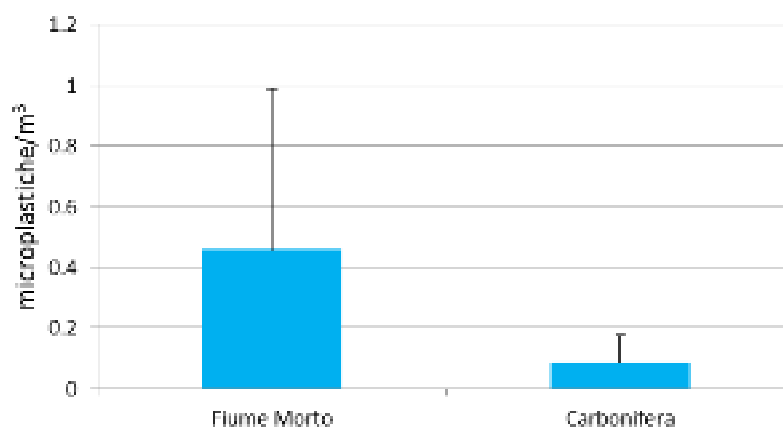
Anche a Carbonifera la stazione a 20 km è quella con la maggiore presenza di microplastiche con un gradiente decrescente con l'avvicinarsi alla costa con valori che variano tra 0,26 microplastiche/m³ e 0,01 microplastiche/m³. I colori predominanti delle particelle sono bianco e trasparente, la forma più ricorrente è il frammento e la classe dimensionale quella compresa tra 2,5 mm e 5 mm.

Nelle 6 retinate verticali nella colonna d'acqua non è stata individuata alcuna microplastica.

Figura 6.3 – *Abbondanza delle microplastiche superficiali lungo il transetto “Carbonifera” nella campagna invernale 2013, suddivise in base al colore (in alto), alla forma (al centro) ed alle dimensioni (in basso)*



La media di abbondanza tra le 4 stazioni di campionamento è risultata più elevata nel transetto Fiume Morto ($0,46 \text{ microplastiche}/\text{m}^3$) rispetto a Carbonifera ($0,09 \text{ microplastiche}/\text{m}^3$).

Figura 6.4 – *Abbondanza delle microplastiche superficiali (media e deviazione standard) nei due transetti campionati durante la campagna invernale 2013*

6.3 La campagna primavera

La campagna primavera si è svolta tra il mese di aprile e maggio in tutti i 4 transetti e sono stati raccolti 24 campioni superficiali, 24 campioni nella colonna d'acqua (microplastiche e ftalati).

Tabella 6.2 – *Valori di m³ filtrati, numero di microplastiche totali e microplastiche/m³ nelle retinate nelle stazioni di campionamento dei 4 transetti durante la campagna primavera 2014*

Data e Nome Transetto	Dist. costa	Superficiale			Verticale		
		m³ filtrati	N° Micropl.	Micropl. /m³	m³ filtrati	N° Micropl.	Micropl. /m³
09/05/2014 Fiume Morto	20 km	252,03	34	0,13	12.50	0	0.00
	10 km	257,47	49	0,19	4.20	0	0.00
	10 km	259,19	35	0,14	4.20	2	0.48
	10 km	244,06	48	0,20	4.20	0	0.00
	5 km	251,28	14	0,06	2.75	0	0.00
	0,5 km	259,50	62	0,24	0.88	0	0.00
09/04/2014 Donoratico	20 km	259,81	194	0,75	27.50	2	0.07
	10 km	239,13	88	0,37	17.75	1	0.06
	10 km	197,94	420	2,12	17.75	1	0.06
	10 km	231,06	57	0,25	17.75	0	0.00
	5 km	180,00	18	0,10	8.75	0	0.00
	0,5 km	148,97	8	0,05	0.50	0	0.00
10/04/2014 Carbonifera	20 km	239,31	67	0,28	19.45	5	0.26
	10 km	266,06	67	0,25	8.80	1	0.11
	10 km	242,16	33	0,14	8.80	0	0.00
	10 km	231,59	27	0,12	8.80	0	0.00
	5 km	227,31	40	0,18	5.90	0	0.00
	0,5 km	248,94	4	0,02	0.50	0	0.00
15/04/2014 Collelungo	20 km	245,50	46	0,19	30.00	1	0.03
	10 km	244,50	264	1,08	21.50	0	0.00
	10 km	258,78	150	0,58	21.50	0	0.00
	10 km	208,69	23	0,11	21.50	0	0.00
16/04/2014 Collelungo	5 km	271,16	63	0,23	13.80	3	0.22
	0,5 km	262,22	7	0,03	0.88	2	2.29

Nel periodo primaverile i valori di abbondanza all'interno del transetto di Fiume Morto variano tra 0,24 (stazione a 0,5 km) e 0,06 microplastiche/m³. I colori predominanti delle particelle sono bianco, trasparente e blu, la forma più ricorrente è il frammento e la classe dimensionale più abbondante quella compresa tra 1 e 2,5 mm.

Nelle 6 retinate verticali nella colonna d'acqua, sono state trovate solo due microplastiche a "frammento", di colore "verde" con dimensioni di 0,3 mm e 0,9 mm nella stazione a 10 km.

L'analisi di MEHP e DEHP non ha evidenziato particolari differenze tra le stazioni e tra il tipo di retinata (verticale/orizzontale), tuttavia in ambiente pelagico i livelli più elevati sono stati riscontrati nelle retinate orizzontali rispetto a quelle verticali.

A Donoratico le stazioni a 10 km e 20 km presentano valori nettamente più elevati rispetto alle altre due stazioni; i colori predominanti sono bianco, trasparente e altro; la forma più ricorrente è il frammento e la classe dimensionale più abbondante quella compresa tra 1 e 2,5 mm.

Nelle 6 retinate verticali nella colonna d'acqua, sono state trovate 2 microplastiche nella stazione a 20 km con forma filamentosa, di colore blu e nella classe dimensionale 1-2,5 mm e 2 microplastiche nella stazione a 10 km di colore blu e trasparente, a "frammento", di dimensioni comprese tra 1 e 2,5 mm.

L'analisi dello ftalato MEHP non ha evidenziato particolari differenze tra le stazioni e tra il tipo di retinata (verticale/orizzontale); il DEHP, invece, presenta valori più elevati nelle retinate nella colonna d'acqua rispetto a quelle superficiali.

I risultati relativi a Carbonifera nel periodo primaverile mostrano che la stazione a 20 km è quella con la maggiore abbondanza di microplastiche/m³, con una tendenza a decrescere con il diminuire della distanza dalla costa. I valori sono mediamente bassi, variando tra 0,28 e 0,02 microplastiche/m³. I colori predominanti delle particelle sono bianco e trasparente, la forma più ricorrente è il frammento e le classi dimensionali 1-2,5 mm e 2,5-5 mm.

Nelle 6 retinate verticali nella colonna d'acqua, sono state misurate 5 microplastiche nella stazione a 20 km, tutte con forma "frammento", di colore verde, blu e altro colore, comprese in tutte le 4 classi dimensionali; e una particella a frammento di colore nero con dimensioni di 0,330 mm nella stazione a 10 km.

L'analisi dello ftalato MEHP non ha evidenziato particolari differenze tra le stazioni e tra il tipo di retinata (verticale/orizzontale); il DEHP, invece, presenta valori più elevati nelle retinate nella colonna d'acqua rispetto a quelle superficiali con livelli minori nelle stazioni più vicine alla costa.

A Collelungo i valori variano tra 1,08 e 0,03 microplastiche/m³, con i valori più elevati nella stazione a 10 km. I colori predominanti sono bianco, trasparente e blu, la forma più ricorrente è il frammento (sebbene a 10 km sia da notare una elevata percentuale di forma a sfera) e la classe dimensionale quella compresa tra 1 e 2,5 mm.

Nelle 6 retinate verticali nella colonna d'acqua, sono state misurate 1 microplastica blu a filamento di 4,37 mm nella stazione a 20 km, 3 microplastiche nella stazione a 5 km di cui 2 nere e una rossa, con forma a frammento e foglio, con dimensioni di 0,33 mm, 0,53 mm e 0,93 mm.

L'analisi dello ftalato MEHP non ha evidenziato particolari differenze tra le stazioni e tra il tipo di retinata (verticale/orizzontale), confermando ciò che è stato osservato negli altri transetti. Il DEHP, invece, presenta valori più elevati nelle retinate effettuate nelle stazioni vicino alla costa (5 km e 0,5 km) sia nella colonna d'acqua che nelle superficiali.

Figura 6.5 – *Abbondanza delle microplastiche superficiali lungo il transetto “Fiume Morto” nella campagna primaverile 2014, suddivise in base al colore (in alto), alla forma (al centro) ed alle dimensioni (in basso)*

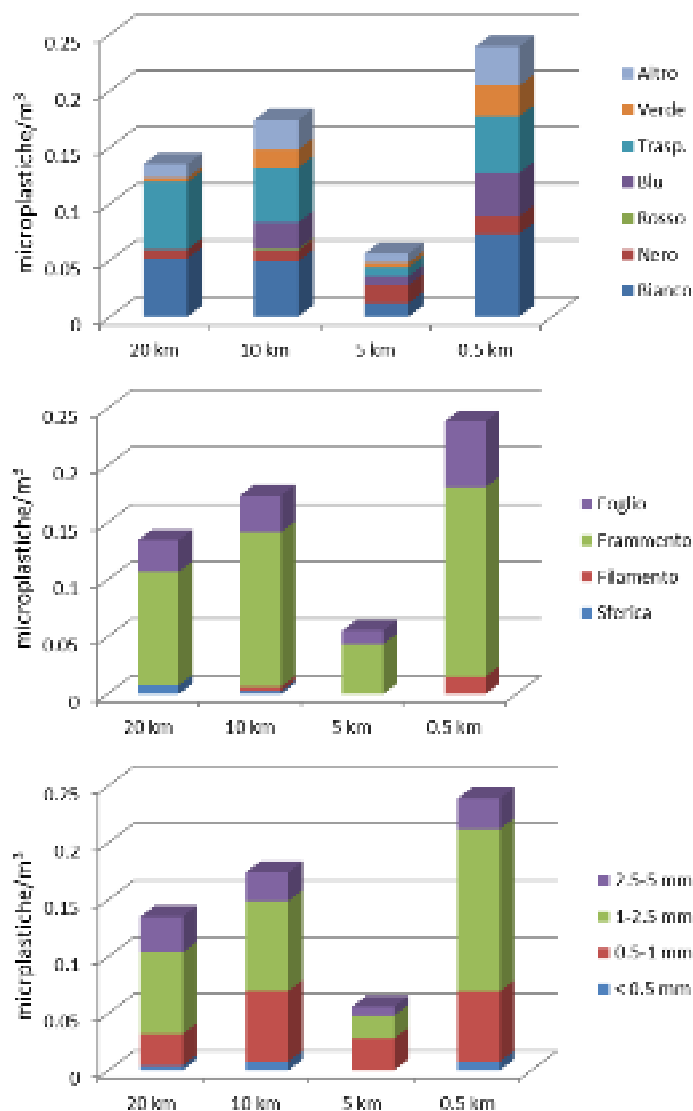


Figura 6.6 – *Concentrazione di mono(2-etilesil)ftalato (a sinistra) e di (2-etilesil)ftalato (a destra) lungo il transetto “Fiume Morto” nella campagna primaverile 2014*

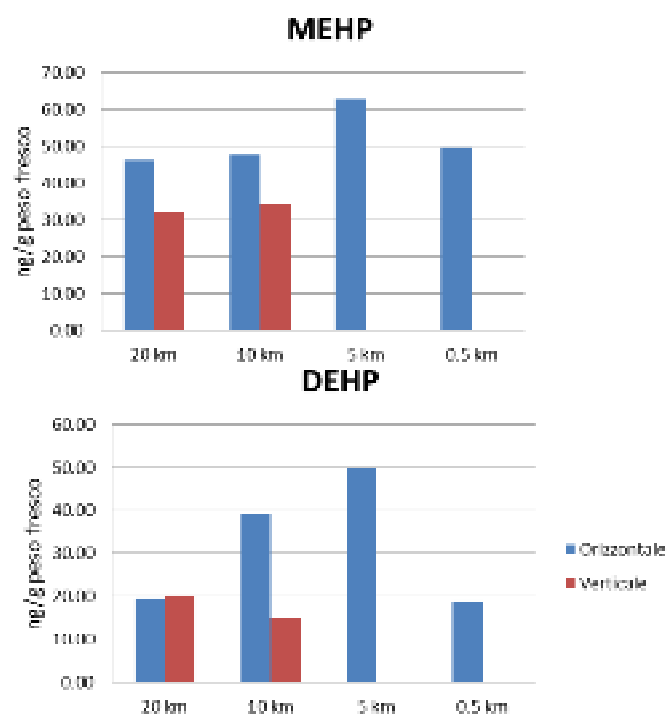
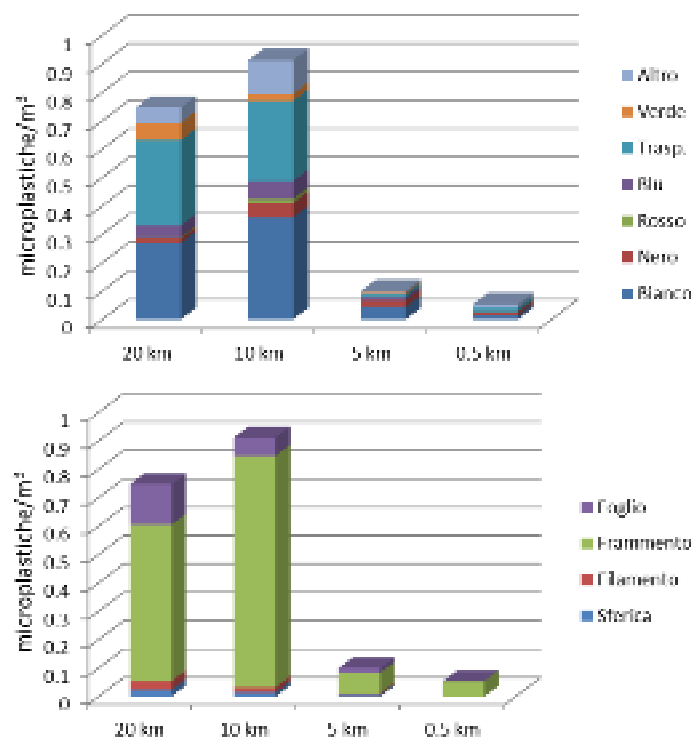


Figura 6.7 – *Abbondanza delle microplastiche superficiali lungo il transetto “Donoratico” nella campagna primaverile 2014, suddivise in base al colore (in alto), alla forma (al centro) e alle dimensioni (in basso)*



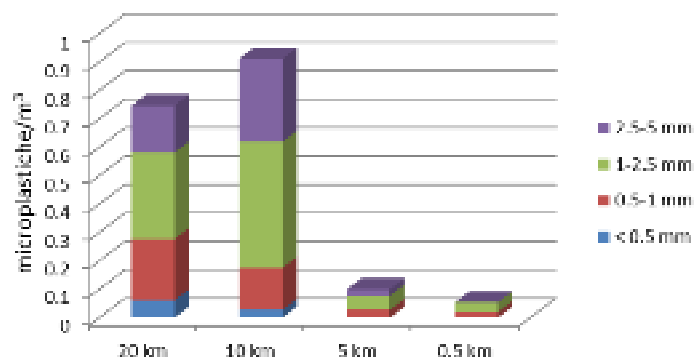


Figura 6.8– Concentrazione di mono(2-etilesil)ftalato (a sinistra) e di(2-etilesil) ftalato (a destra) lungo il transetto “Donoratico” nella campagna primaverile 2014

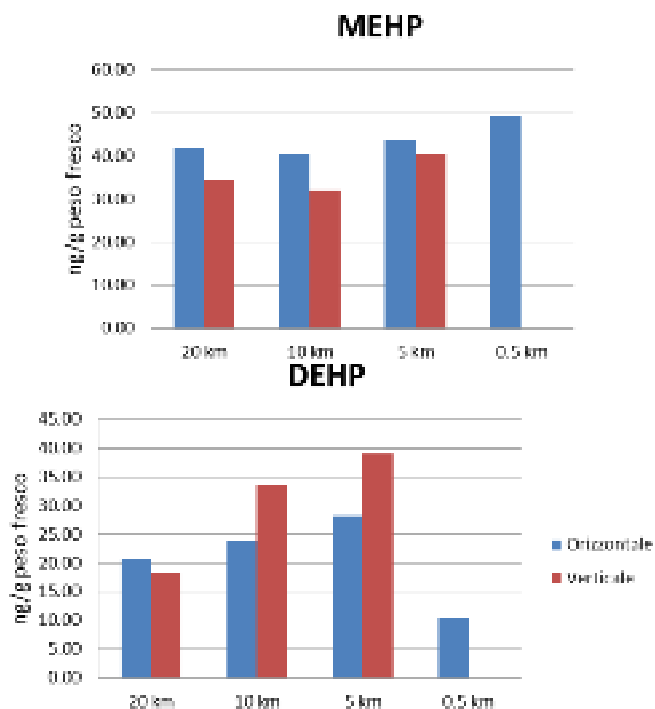
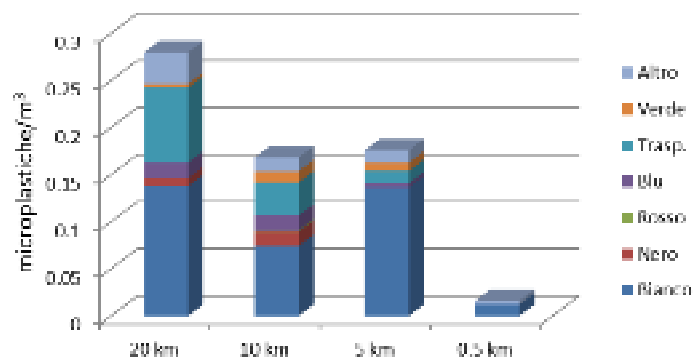


Figura 6.9 – *Abbondanza delle microplastiche superficiali lungo il transetto “Carbonifera” nella campagna primaverile 2014, suddivise in base al colore (in alto), alla forma (al centro) e alle dimensioni (in basso)*



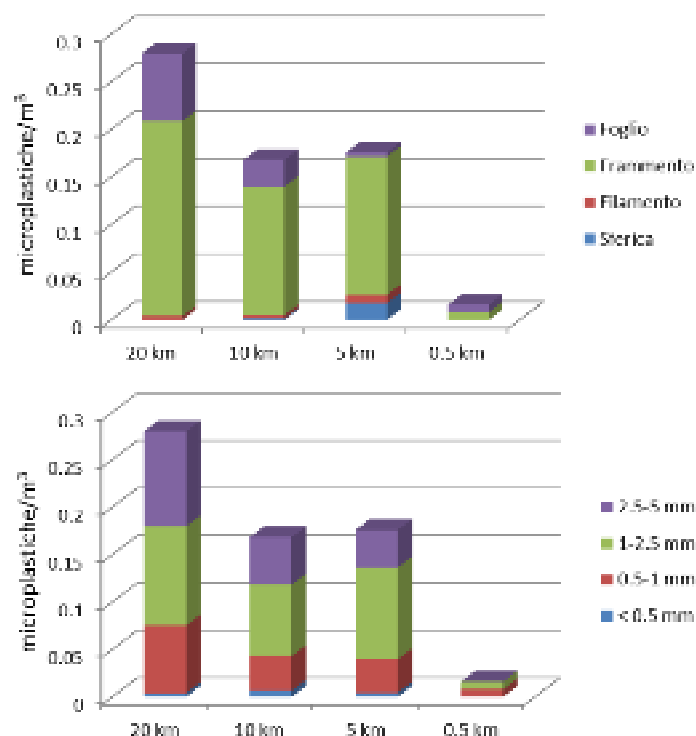


Figura 6.10 – Concentrazione di mono(2-etilesil)ftalato (a sinistra) e di (2-etilesil) ftalato (a destra) lungo il transetto “Carbonifera” nella campagna primaverile 2014

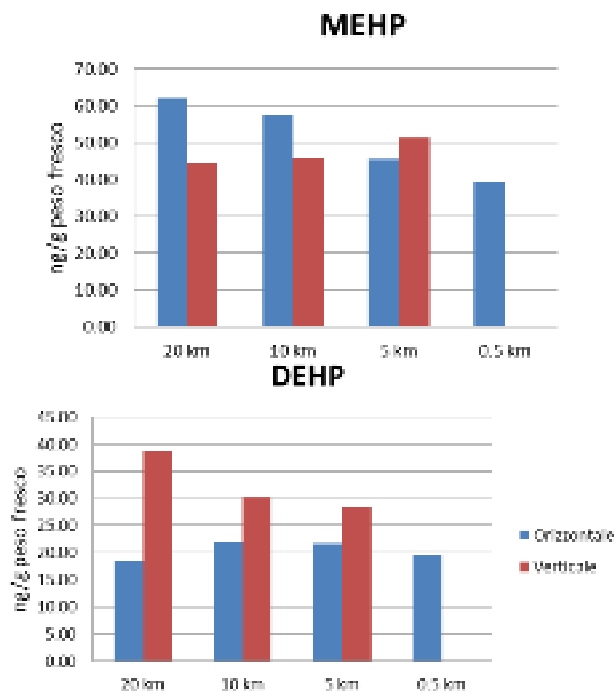


Figura 6.11 – Abbondanza delle microplastiche superficiali lungo il transetto “Collelungo” nella campagna primaverile 2014, suddivise in base al colore (in alto), alla forma (al centro) e alle dimensioni (in basso)

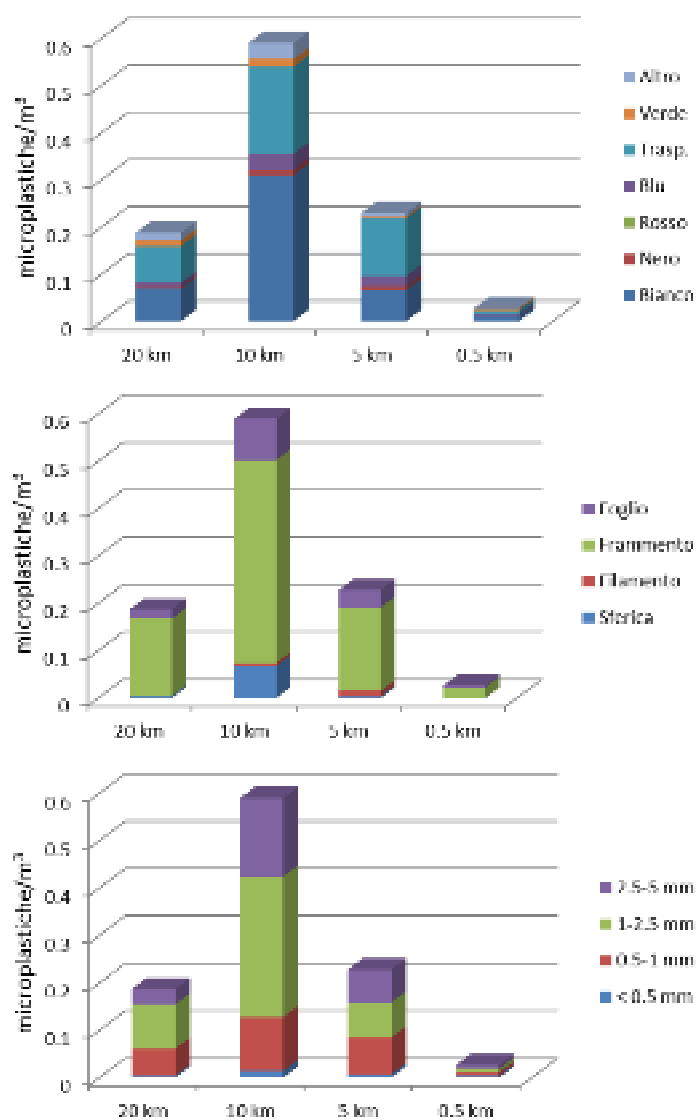
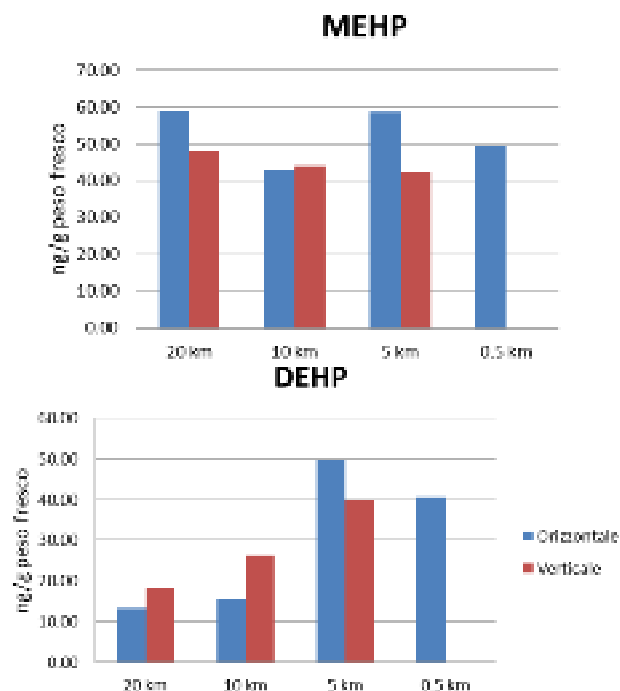
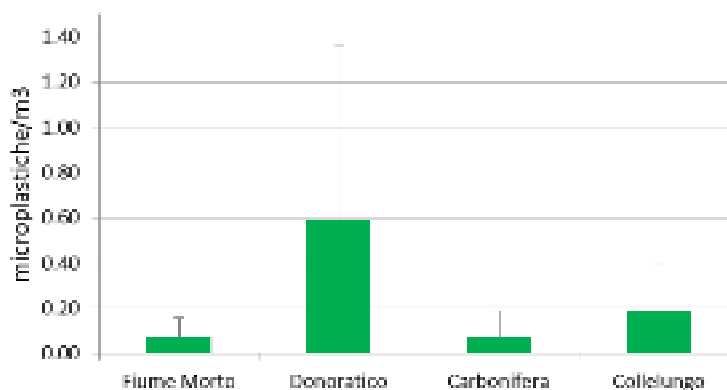


Figura 6.12– Concentrazione di mono(2-etilesil)ftalato (a sinistra) e di (2-etilesil) ftalato (a destra) lungo il transetto “Collelungo” nella campagna primaverile 2014



L'abbondanza di microplastiche è risultata mediamente più elevata nel transetto di Donoratico (0,59 microplastiche/m³) seguito da Collerlungo (0,18 microplastiche/m³), Fiume Morto e Carbonifera entrambi con 0,07 microplastiche/m³.

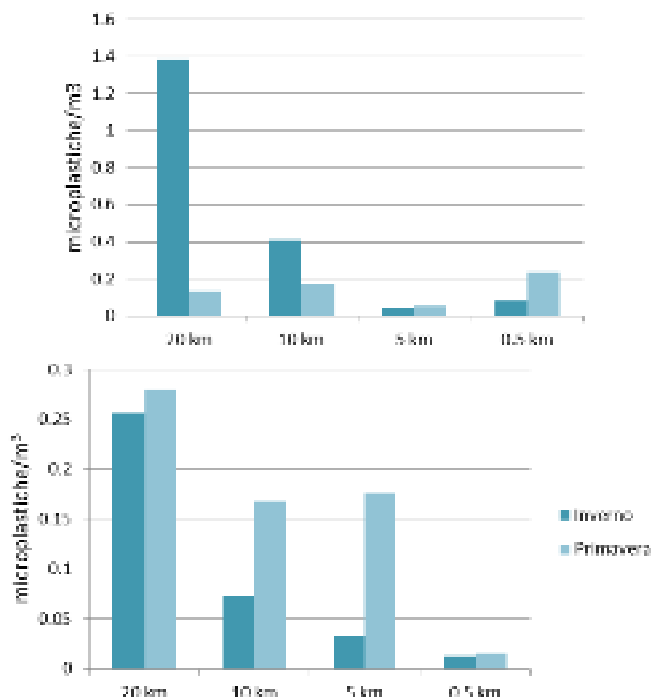
Figura 6.13– *Abbondanza delle microplastiche superficiali (media e deviazione standard) nei due transetti campionati durante la campagna primaverile 2014*



6.4 Confronto tra le stagioni

Nei due transetti campionati in entrambe le campagne si osservano scenari opposti. Infatti, mentre per il Fiume Morto la stagione invernale è quella che presenta i valori più elevati di microplastiche, ad eccezione della stazione a 0,5 km, per Carbonifera è la stagione primaverile quella con la maggior quantità di microplastiche in tutte le quattro stazioni di campionamento.

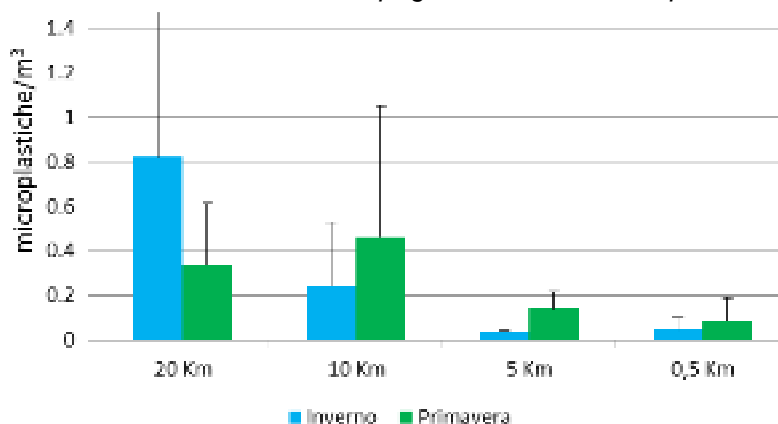
Figura 6.14 – *Abbondanza delle microplastiche superficiali nei due transetti campionati durante la campagna invernale 2013 e primaverile 2014: “Fiume Morto” (a sinistra) e “Carbonifera” (a destra)*



Un'ulteriore analisi è stata effettuata per evidenziare come la distanza dalla costa possa influire sull'abbondanza delle microplastiche; per fare questo sono stati mediati i valori riscontrati nei diversi transetti nelle due stagioni: Fiume Morto e Carbonifera per l'inverno e tutti i quattro transetti per la primavera.

I risultati hanno evidenziato un diverso andamento nelle due stagioni: nella campagna invernale i valori più elevati sono stati riscontrati nella stazione a 20 km (valore medio 0,82 microplastiche/m³) e diminuiscono nelle stazioni più vicine alla costa. Nella campagna primaverile, invece, il valore più elevato è risultato essere a 10 km (valore medio 0,46 microplastiche/m³).

Figura 6.15 – *Abbondanza delle microplastiche superficiali (media e deviazione standard) a diversa distanza dalla costa durante la campagna invernale 2013 e primaverile 2014*



6.5 Analisi complessiva della tipologia delle microplastiche

Superficiali

È stata effettuata, infine, un'analisi complessiva sul numero totale di microplastiche (n=2670) isolate nelle 36 retinate superficiali allo scopo di evidenziare, all'interno di ogni categoria, quali siano i colori, le forme e le dimensioni più frequenti. I colori più abbondanti nelle microplastiche campionate sono il bianco (n=1107, 41%) e trasparente (n=883, 33%), mentre il colore meno rappresentato è il rosso (n=14, 1%).

La forma più abbondante tra le quattro utilizzate è la forma a frammento (n=2129, 80%), mentre la forma meno frequente è il filamento.

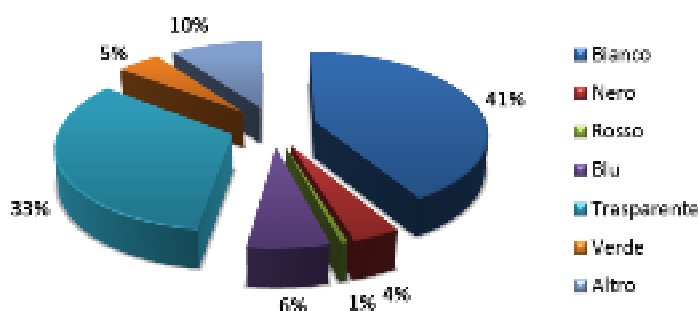
Considerando la dimensione, la maggior parte delle microplastiche si colloca nell'intervallo tra 1 e 2,5 mm (n=1267, 47%), mentre nelle classi dimensionali 0,5-1 mm e 2,5-5 mm si collocano un numero comparabile di particelle (692 e 612 rispettivamente, 26% e 23%). Le particelle con dimensioni inferiori a 0,5 mm rappresentano la porzione minore del totale delle microplastiche

Verticali

Dato la scarsa abbondanza delle microplastiche nella colonna d'acqua, viene rappresentata graficamente solo l'analisi complessiva sul numero totale di microplastiche (n=21) isolate nelle 36 retinate verticali allo scopo di evidenziare, all'interno di ogni categoria, quali siano i colori, le forme e le dimensioni più frequenti. I colori più abbondanti nelle microplastiche campionate sono il blu (n=11) e altro colore e nero (n=3), mentre il colore rosso non è mai presente. La forma più abbondante tra le quattro utilizzate è la a frammento (n=13), mentre la forma a sfera non è stata mai ritrovata

Considerando la dimensione, le microplastiche analizzate si distribuiscono in maniera piuttosto uniforme nelle quattro classi dimensionali.

Figura 6.16 – *Composizione delle microplastiche rilevate in superficie durante entrambe le campagne in base al colore (in alto), alla forma (sotto a sinistra) ed alle dimensioni (sotto a destra)*



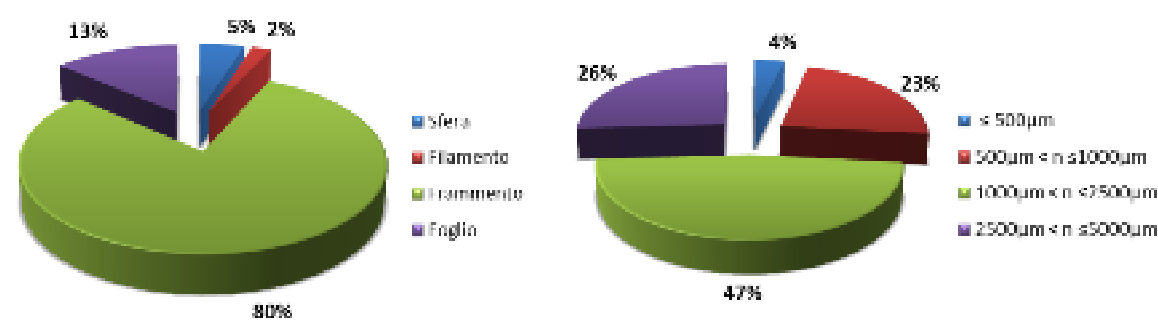
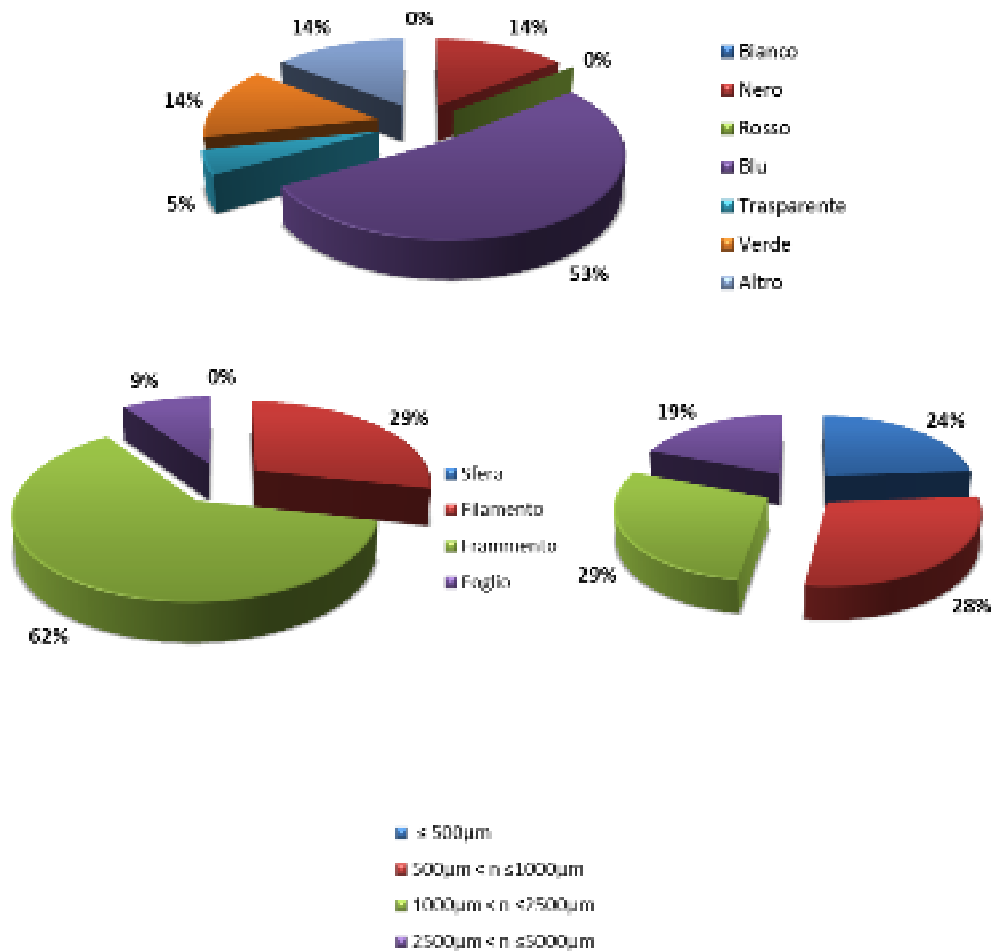


Figura 6.17 – *Composizione delle microplastiche rilevate nella colonna d'acqua in entrambe le campagne in base al colore (in alto), alla forma (sotto a sinistra) ed alle dimensioni (sotto a destra)*



7 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Bertrand J.A., Relini G., eds., *Demersal resources in the Mediterranean. Proceedings of the symposium held in Pisa, 18-21 March 1998*. Actes de Colloques. Vol. 26. Ifremer, Plouzané: 238 p. 2000.
- Bianchi, C.N., Cinelli, F., Morri, C., *La carta bionomica dei mari toscani: introduzione, criteri informativi e note esplicative*. Mem. Atti Soc. toscana Sci. nat. 102 (A), 255-270. 1996
- Cecchi C., Gennaro P., Piazzì L., Ricevuto E., Serena F., *Development of a new biotic index for ecological status assessment of Italian coastal waters based on coralligenous macroalgal assemblages*. European Journal of Phycology in press.
- Chrétiennot – Dinet M.J., *Atlas du Phytoplancton Marin*. Volume III: Edition du CNRS- pp. 261. 1990.
- Fossi M.C., Panti C., Guerranti C., Coppola D., Giannetti M., Marsili L., Minutoli R., *Are baleen whales exposed to the threat of microplastics? A case study of the Mediterranean fin whale (Balaenoptera physalus)*. Marine Pollution Bulletin, 62: 2374-2379. 2012
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Servizio Difesa Mare; ICRAM; ANPA (coll.), *Metodologie analitiche di riferimento; programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino costiero (triennio 2001-2003)*. 2002
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – DPN ICRAM, *Guida al riconoscimento del plancton dei mari italiani; Vol. I – Fitoplancton*. 2006.
- Rampi L., Bernhard M., *Chiave per la determinazione delle peridinee pelagiche mediterranee*. C.N.E.N. RT/BIO (80) 8. 1978 (a).
- Rampi L., Bernhard M., *Key for the determination of Mediterranean pelagic diatoms*. C.N.E.N. RT/BIO (78) 1. 1978 (b).
- Rampi L., Bernhard M., *Chiave per la determinazione delle coccolitoforidee mediterranee*. C.N.E.N. RT/BIO (81) 13. 1981
- Relini G., *I progressi della ricerca italiana sulla pesca a strascico*. Biol. Mar. Medit., 5 (2): 3-21. 1998.
- Remia A., Taviani M., *Shallow-buried Pleistocene Madrepora-dominated coral mounds on a muddy continental slope, Tuscan Archipelago, NE Tyrrhenian Sea*. Facies 50:419–425 . 2005
- Richard M., *Atlas du Phytoplancton Marin. Volume II: Diatomophycées*. Edition du CNRS – pp. 297. 1987.
- Sournia, A., *Atlas du Phytoplancton Marin. Volume I: Introduction, Cyanophycées, Dictyochophycées et Raphidophycées*. Edition du CNRS - pp. 219. 1986.
- Takatori, S., Kitagawa, Y., Kitagawa, M., Nakazawa, H., Hori, S., *Determination of di(2-ethylhexyl)phthalate and mono(2-ethylhexyl)phthalates in human serum using liquid chromatography–tandem mass spectrometry*. J. Chromatogr. B 804,397–401. 2004.
- Thomas R.C., *Identifying Marine Phytoplankton*. Academic Press - pp. 858. 1997.

8 ALLEGATO 1: FOTOGRAFIE

Figura 8.1– Alcuni esempi di rifiuti ritrovati (primavera 2013)



Figura 8.2 – Alcuni esempi di rifiuti ritrovati (autunno 2013)



Figura 8.3 – Alcuni esempi di rifiuti ritrovati (primavera 2014)



Figura 8.4 – *Esempio di pesche effettuate nella campagna a strascico*



Figura 8.5 – *Rifiuti di origine antropica pescati nella campagna a strascico*

