



## **VALUTAZIONE AMBIENTALE**

**Art. 8 del D.lgs. 190/2010**



# **MSFD**

MARINE STRATEGY  
FRAMEWORK DIRECTIVE

## **SUMMARY REPORT**

---

**D10 – Rifiuti marini**

**Inviato alla Commissione Europea il 10 ottobre 2024**

## **Autori**

Antonella Arcangeli (ISPRA)

Michela Angiolillo (ISPRA)

Roberto Crosti (ISPRA)

Tomaso Fortibuoni (ISPRA)

Marco Matiddi (ISPRA)

Eugenia Pasanisi (ISPRA)

Francesca Ronchi (ISPRA)

Elena Santini (ISPRA)

Cecilia Silvestri (ISPRA)

Tommaso Valente (ISPRA)

# Indice

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>5</b>
<b>2. ARTICOLO 8 DEL D.LGS. 190/2010 – VALUTAZIONE AMBIENTALE .....</b>	<b>7</b>
2.1 MONITORAGGIO DEI “RIFIUTI SPIAGGIATI” - CRITERIO D10C1.....	7
2.1.1 Threshold e GES.....	9
2.1.2 Tipologie di rifiuti e TREND.....	11
Referenze.....	13
2.2 MONITORAGGIO DEI “RIFIUTI FLOTTANTI” - CRITERIO D10C1 .....	14
2.2.1 Approccio alla valutazione utilizzato .....	14
2.2.2 Coordinamento regionale per il campionamento e la valutazione.....	15
2.2.3 Dati utilizzati (2018-2021) .....	17
2.2.4 Dataset e pulizia dei dati .....	19
2.2.5 Risultati.....	21
2.4 MONITORAGGIO DEI “RIFIUTI SUL FONDO” - CRITERIO D10C1 .....	35
2.4.1 Fondi a coralligeno .....	35
2.4.2 Biocenosi dei coralli profondi – coralli bianchi.....	37
2.4.3 Risultati.....	38
2.4.4 Threshold e GES.....	41
2.5 MONITORAGGIO DEI “MICRORIFIUTI” - CRITERIO D10C2.....	46
2.5.1 Risultati.....	48
2.5.2 Threshold e GES.....	55
2.6 MONITORAGGIO DEI “RIFIUTI INGERITI DA TARTARUGA MARINA- <i>Caretta caretta</i> ” - CRITERIO D10C3	59
2.6.1 Risultati.....	60

2.6.2	Threshold e GES.....	65
2.7	VERIFICA DEL RAGGIUNGIMENTO DEI TRAGUARDI AMBIENTALI .....	65
3.	SINTESI.....	67
4.	BIBLIOGRAFIA .....	69

## Descrittore 10 – Rifiuti marini

### 1. Introduzione

Descrittore 10 della Direttiva Quadro sulla Strategia per l'Ambiente marino: “Le proprietà e le quantità di rifiuti marini non provocano danni all’ambiente costiero e marino”

I rifiuti marini sono definiti come un qualsiasi materiale solido persistente, fabbricato o trasformato e in seguito scartato, eliminato, abbandonato o perso in ambiente marino e costiero. La loro presenza in tutti i comparti marini (lungo le spiagge, sul fondo del mare, in galleggiamento e nella colonna d'acqua) può determinare conseguenze negative sia per gli ecosistemi marini sia per la salute umana, oltre ad avere un impatto su quelle attività umane che fanno affidamento sul buono stato del mare e delle coste (turismo, pesca ecc.). L'Italia, in applicazione della Direttiva Quadro per la Strategia Marina, recepita in Italia con il d.lgs. n. 190 del 13 ottobre 2010, effettua dal 2015 un intenso programma di monitoraggio dei rifiuti marini. Tale monitoraggio è svolto dal Sistema Nazionale per la Protezione dell’Ambiente, di cui fanno parte ISPRA e le ARPA, da altri Istituti di Ricerca, dagli Istituti Zooprofilattici, dalle Università con il coordinamento del Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE).

#### Aree di valutazione

L'Italia, per definire il buono stato ambientale in riferimento al Descrittore 10 (Rifiuti marini), effettua ben 6 programmi di monitoraggio organizzati a livello delle “sottoregioni marine” individuate dalla MSFD (Mar Mediterraneo Occidentale, Mar Ionio – Mar Mediterraneo Centrale e Mare Adriatico), per valutare la composizione, la distribuzione e la quantità dei rifiuti marini.

#### Periodo della valutazione

Il seguente Report per effettuare la valutazione ha considerato i dati corrispondenti agli anni 2016-2021 e si basa sulle indicazioni riportate nell’ *Article 8 MSFD Assessment Guidance “MSFD GUIDANCE DOCUMENT 19”*, maggio 2022 e sulle raccomandazioni riportate nel documento “*Article 12 technical assessment of the 2018 updates of Articles 8, 9 and 10 Italy*, giugno 2021.

#### Criteri utilizzati per la valutazione

In base alla Decisione 2017/848, della Commissione europea che definisce i criteri e le norme metodologiche da applicare nell’ambito della valutazione del buono stato ambientale delle acque marine, l'Italia ha utilizzato i criteri D10C1 e D10C2 (esclusivamente per i microrifiuti nello strato superficiale della colonna d’acqua). I criteri D10C3 (rifiuti ingeriti da tartaruga marina *Caretta caretta*) e D10C4 (entanglement su invertebrati)

sono secondari e sono stati utilizzati per calcolare le linee di base e ipotizzare scenari per la valutazione nel prossimo ciclo. Non essendo sufficientemente maturi non sono stati utilizzati per la valutazione, ovvero per la determinazione GES-nonGES (Tab. 1.1).

Tabella 1.1. Criteri, compresi gli elementi dei criteri e i parametri.

Elemento	Criterio	Parametro
Rifiuti marini spiaggiati	<b>D10C1 — Primario</b>  <i>La composizione, la quantità e la distribuzione territoriale dei rifiuti sul litorale, nello strato superficiale della colonna d'acqua e nei sedimenti del fondale, sono a livelli che non provocano danni all'ambiente costiero e marino.</i>	Quantità di rifiuti per categoria in numeri di pezzi per 100 metri (m) sul litorale.
Rifiuti marini flottanti		Quantità di rifiuti per categoria in numeri di pezzi per chilometro quadrato (Km <sup>2</sup> ) nello strato superficiale della colonna d'acqua e sul fondo.
Rifiuti marini sul fondo		
Microrifiuti (particelle <5 mm)	<b>D10C2 — Primario</b>  <i>La composizione, la quantità e la distribuzione territoriale di microrifiuti sul litorale, nello strato superficiale della colonna d'acqua e nei sedimenti del fondale, sono a livelli che non provocano danni all'ambiente costiero e marino.</i>	Quantità di rifiuti per categoria in numeri di pezzi per metro quadrato (m <sup>2</sup> ) nello strato superficiale della colonna d'acqua.
Rifiuti ingeriti da animali marini	<b>D10C3 — Secondario</b>  <i>La composizione di rifiuti e microrifiuti ingeriti da animali marini è ad un livello che non provoca effetti negative per la salute delle specie considerate</i>	Quantità di rifiuti in grammi (g) e numero di pezzi per esemplare per ciascuna specie in relazione alle dimensioni (lunghezza o peso) dell'esemplare campione.
Specie di uccelli, mammiferi, rettili, pesci o invertebrati a rischio a causa dei rifiuti	<b>D10C4-Secondario</b>  <i>Il numero di esemplari per specie che subiscono effetti negativi a causa dei rifiuti, ad esempio impigliamento, altri tipi di lesioni o mortalità, danni alla salute.</i>	Numero di esemplari colpiti (letale, sub letale) per specie.

## 2. Articolo 8 del d.lgs. 190/2010 – valutazione ambientale

### 2.1 MONITORAGGIO DEI “RIFIUTI SPIAGGIATI” - CRITERIO D10C1

I dati riguardanti i rifiuti sul litorale sono il risultato di campagne di monitoraggio condotte due volte l’anno (primavera e autunno) tra il 2016 e il 2021 (12 campagne per stagione) in Mediterraneo occidentale, Mar Ionio e Mediterraneo centrale, e Mar Adriatico. Il numero di siti di campionamento è stato tra i 57 e i 69 per singola stagione, per un totale di 765 siti (Tabella 2.1.1). Poiché in ogni sito viene monitorato un tratto di spiaggia di 100 m, lo sforzo totale di campionamento è stato di 76,5 km di transetti lineari monitorati. Il numero di siti di campionamento per le diverse sottoregioni varia a seconda della lunghezza della costa. Il campionamento dei rifiuti sul litorale viene effettuato all’interno di un unico transetto rappresentato da un tratto di spiaggia di 100 m. L’area di campionamento copre l’intera profondità della spiaggia, dalla battigia fino al sistema dunale o alla vegetazione e/o ai manufatti presenti (ad esempio strade). Il transetto viene ripetuto con la massima precisione possibile in ogni campionamento e durante gli anni. Tutti gli oggetti di dimensioni superiori a 2,5 cm (lato più lungo) visibili sulla superficie della spiaggia vengono classificati secondo sottocategorie codificate. Si evidenzia che a partire dal monitoraggio del 2020, è stata adottata la categorizzazione dei rifiuti suggerita a livello europeo che comprende 163 sottocategorie (Hanke et al., 2013), mentre nei monitoraggi precedenti era stata utilizzata una lista sviluppata a livello nazionale che comprendeva 59 sottocategorie (Fortibuoni et al., 2021).



Figura 2.1.1. Mappa delle stazioni di campionamento dei rifiuti marini sul litorale tra il 2016 e il 2021 (Programma di Monitoraggio dei “Rifiuti spiaggiati” MADIT\_D10\_01; MWEIT-D10\_01; MICIT-D10\_01). Le stazioni appartenenti a diverse sottoregioni sono indicate con colori diversi.

Tabella 2.1.1. Numero di siti di campionamento corrispondenti a 100 m lineari di spiaggia monitorati tra il 2016 e il 2021.

Sottoregione	Anno	Stagione	Siti di campionamento	
Mar Adriatico	2016	primavera	18	
		autunno	20	
	2017	primavera	24	
		autunno	24	
	2018	primavera	24	
		autunno	24	
	2019	primavera	24	
		autunno	24	
	2020	primavera	19	
		autunno	24	
	2021	primavera	24	
		autunno	24	
	Mar Ionio e Mediterraneo centrale	2016	primavera	11
			autunno	11
2017		primavera	11	
		autunno	11	
2018		primavera	11	
		autunno	11	
2019		primavera	15	
		autunno	14	
2020		primavera	15	
		autunno	15	
2021		primavera	15	
		autunno	15	



Sottoregione	Anno	Stagione	Siti di campionamento
Mediterraneo occidentale	2016	primavera	29
		autunno	29
	2017	primavera	29
		autunno	28
	2018	primavera	28
		autunno	26
	2019	primavera	29
		autunno	29
	2020	primavera	23
		autunno	28
	2021	primavera	30
		autunno	29

### 2.1.1 Threshold e GES

La quantità di rifiuti sul litorale è stata calcolata per ogni stazione di campionamento e stagione come somma di tutti gli oggetti di ogni sottocategoria, ed espressa come densità lineare (rifiuti/100 m). Per il confronto con il Valore Soglia (*Threshold Value*, TV) di 20 rifiuti/100 m definito a livello EU per la valutazione del Buono Stato Ambientale (Van Loon et al., 2020), è stata calcolata la mediana delle densità lineari di rifiuti sul litorale registrate tra il 2016 e il 2021. La mediana è stata calcolata anche a livello di sottoregione, per identificare eventuali differenze spaziali.

Tabella 2.1.2. Densità di rifiuti sul litorale in Italia e nelle diverse sottoregioni.

Area	Mediana	25° percentile	75° percentile
<b>Italia</b>	<b>404</b>	<b>198</b>	<b>833</b>
Mar Adriatico	546	229	420
Mar Ionio e Mediterraneo	229	140	359
Mar Mediterraneo	420	195	921

Il valore mediano sia a livello nazionale (404 rifiuti/100 m) che di sottoregione (Tabella 2.1.2) è ampiamente al di sopra del TV (20 rifiuti/100 m), per cui l'elemento "rifiuti sul litorale" al momento non è in GES.

Lo scostamento dal GES è stato valutato per ogni stazione applicando la metodologia adottata nel "2023 Mediterranean Quality Status Report". Allo scopo, è stata calcolata la media della densità dei rifiuti totali per singola stazione per gli anni 2016-2021. Successivamente, sono state confrontate con le seguenti soglie ed è stata quindi assegnata una classe ad ogni stazione.

Tabella 2.1.2. Classificazione UNEP MAP (2023- Mediterranean Quality Status Report)

SOGLIE	CLASSI	GES non GES
≤ 0,5 x TV	HIGH	GES
0,5 x TV < ≤ 1 x TV	GOOD	
1 x TV < ≤ 2 x TV	MODERATE	nonGES
2 x TV < ≤ 5 x TV	POOR	
> 5 x TV	BAD	

Il 100 % delle spiagge monitorate sono in non GES poiché ricadono tutte in "bad" tranne una, che ricade nella classe "moderate".

## 2.1.2 Tipologie di rifiuti e TREND

Le sottocategorie sono inoltre state aggregate nelle categorie identificate dalla DECISIONE (UE) 2017/848 DELLA COMMISSIONE del 17 maggio 2017: materiali polimerici artificiali, gomma, tessuti/tessili, carta/cartone, prodotti trasformati e/o lavorati del legno, metallo, vetro/ceramica, prodotti chimici, non definiti, alimentari. La composizione media in termini di categorie nelle sottoregioni e a livello nazionale è riportata in Figura 2.1.2. Di queste categorie è stato calcolato il trend lineare nel sessennio, come suggerito dalla "Article 8 Assessment Guidance". Si osserva come tutti i suddetti trend siano negativi, indicando una diminuzione delle densità delle diverse categorie e dei rifiuti totali.

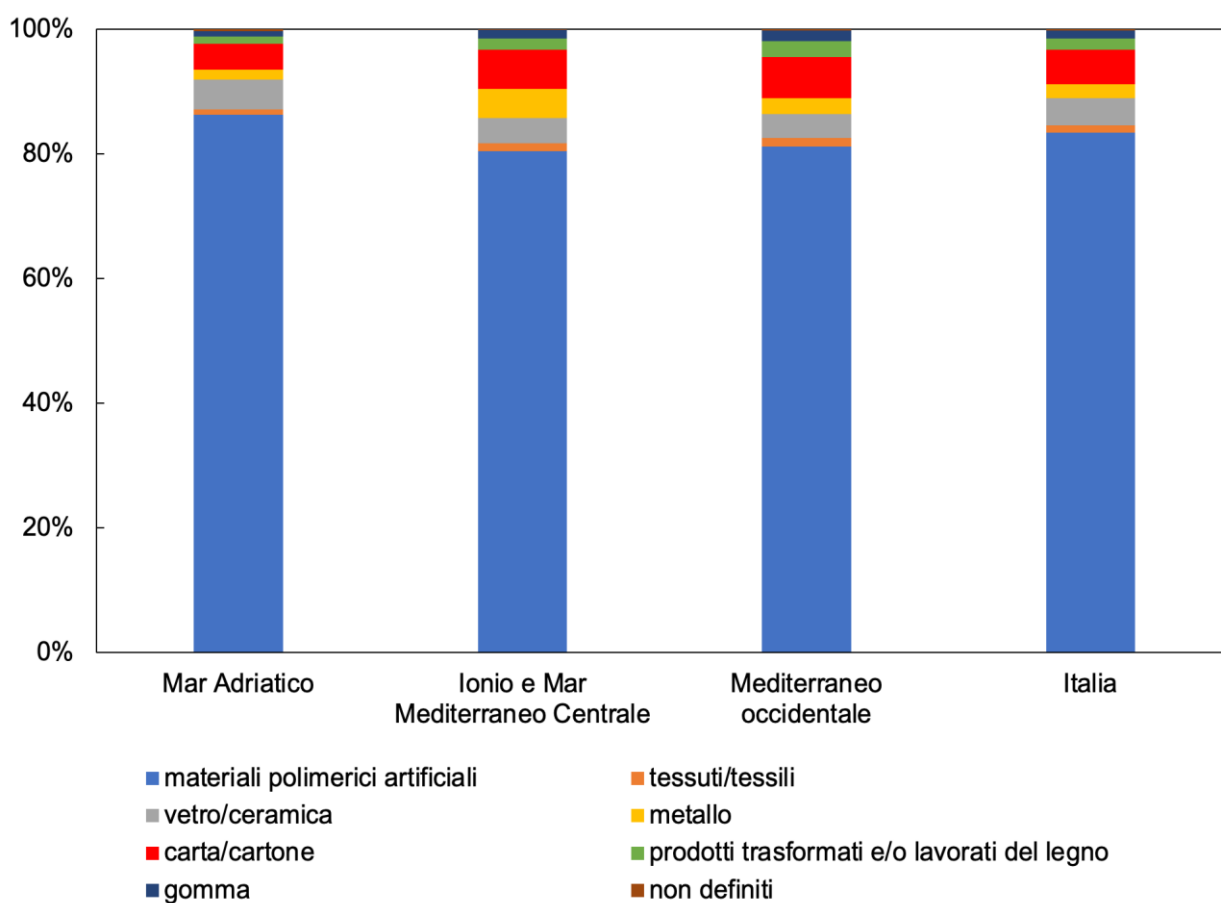


Figura 2.1.2. Composizione media (2016-2021) in termini di categorie della Strategia Marina nelle sottoregioni e a livello nazionale.

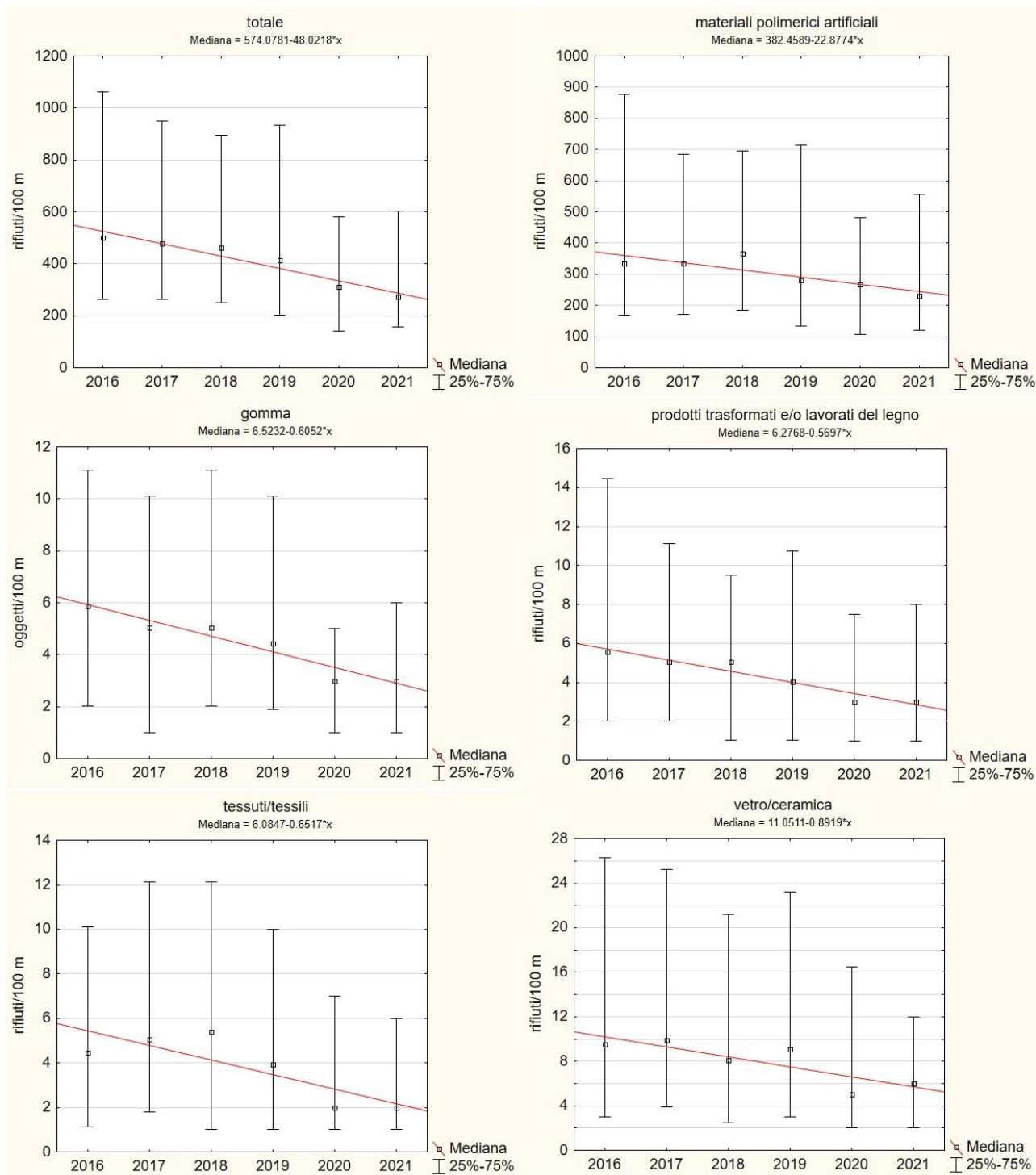


Figura 2.1.3. Trend lineari della mediana delle densità delle categorie di rifiuti stabiliti dalla DECISIONE (UE) 2017/848 e dei rifiuti totali. Le barre rappresentano il range interquartile.

Come suggerito dalla “Article 8 Assessment Guidance”, le sottocategorie di rifiuti sono poi state aggregate in prodotti di plastica monouso e rifiuti da attrezzi da pesca (che contengono plastica), rifiuti oggetto di misure in virtù della “DIRETTIVA (UE) 2019/904 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 5 giugno 2019 sulla riduzione dell’incidenza di determinati prodotti di plastica sull’ambiente”. I trend sono negativi (Figura 2.1.3).

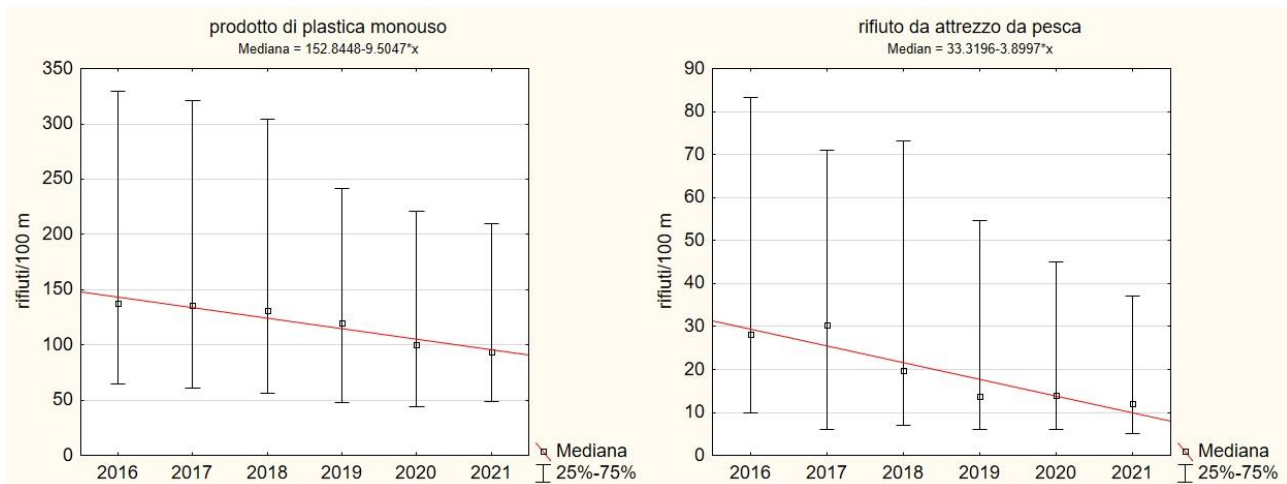


Figura 2.1.4. Trend lineari della mediana delle densità delle tipologie di rifiuto oggetto della DIRETTIVA (UE) 2019/904. Le barre rappresentano il range interquartile.

## Referenze

- Fortibuoni, T., Amadesi, B., & Vlachogianni, T. 2021. Composition and abundance of macrolitter along the Italian coastline: The first baseline assessment within the European Marine Strategy Framework Directive. *Environmental Pollution*, 268, 115886. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115886>.
- Hanke, G., Galgani, F., Werner, S., Oosterbaan, I., Nilsson, P., Fleet, D., Kinsey, S., Thompson, R., Palatinus, A., Van Franeker, J. A., Vlachogianni, T., Scoullou, M., Veiga, J. M., Matiddi, M., & Alcaro, L. 2013. Guidance on Monitoring Marine of Litter in European Seas. <https://doi.org/10.2788/99475>.
- Van Loon, W., Hanke, G., Fleet, D., Werner, S., Barry, J., Strand, J., Eriksson, J., Galgani, F., Gräwe, D., Schulz, M., Vlachogianni, T., Press, M., Blidberg, E. and Walvoort, D., 2020. *A European Threshold Value and Assessment Method for Macro Litter on Coastlines*. EUR 30347 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-21444-1, doi:10.2760/54369, JRC121707.

## 2.2 MONITORAGGIO DEI “RIFIUTI FLOTTANTI” - CRITERIO D10C1

### 2.2.1 Approccio alla valutazione utilizzato

Considerata l'eterogeneità della distribuzione e della densità di macro-rifiuti marini galleggianti (Floating Marine Macro Litter, FMML) emersa dagli studi scientifici disponibili (es. Arcangeli et al. 2020; Macias et al. 2022) e la diversità di condizioni in area costiera e di alto mare, la strategia di campionamento nazionale prevede due piani di campionamento sistematici, per acque costiere e offshore. Il piano di campionamento è stato strutturato in modo da garantire la copertura spaziale idonea per effettuare una valutazione a scala di Sotto-regione, con transetti fissi selezionati in modo da essere rappresentativi di aree a diversa pressione potenziale di area costiera (es. distanza dalla costa, dai porti, dalle foci fluviali, aree a diverso livello di protezione) e di alto mare (es. regimi di correnti, diversa influenza delle attività marittime).

I programmi di monitoraggio del primo ciclo della Strategia Marina e i risultati di alcuni progetti europei hanno permesso di disporre di una prima base di riferimento sulla quantità dei rifiuti marini nei suoi diversi comparti, individuare il range di valori di densità per i comparti costiero ed offshore, e mettere a punto il piano di campionamento ottimale (schema sotto. Arcangeli et al. 2020).

Summary of monitoring settings recommendations.

	Large vessel	Small-medium vessel
Speed of vessel	Up to max 28 knots	4–6 knots
Position of observer	From the side with better visibility, avoiding the turbulence generated by the bow, or, if not possible, from the front.	As for large vessel for medium vessel; for small vessel, frontal position with the strip ahead centred on the transect line, to avoid the foam generated on the side by small wavelets.
Strip width	50 m	5 m
Experience of the observers	Experienced observers or adequately trained people	Experienced observers or adequately trained people
Weather and visibility conditions	< 3 Beaufort scale	< 3 Beaufort scale
Minimum items size limit (larger dimension)	20 cm	2.5 cm
Spatial stratification	Suggested for high sea monitoring	Suggested for coastal monitoring
Temporal stratification	Seasonal stratification of surveys	Seasonal stratification of surveys
Minimum sample size per season (CV = 30%)	500–800 linear km with the standard strip width of 50 m/10–24 h at the speed range of 18–26 knots.	83 km linear km with the standard strip width of 5 m/7.5–11.25 h at the speed range of 4–6 knots.

Figura 2.2.1. Parametri suggeriti per il piano di campionamento ed il monitoraggio dei rifiuti marini galleggianti per grandi e piccole/medie imbarcazioni (Arcangeli et al. 2020).

Per l'area costiera, il monitoraggio del FMML è stato condotto lungo i transetti fissi già predisposti per l'indagine dei parametri chimico-fisici ai sensi della Direttiva Qualità delle Acque (WFD, Direttiva 2000/60/CE) e condotto dalle ARPA con piccole/medie imbarcazioni. Per l'ambiente offshore, il monitoraggio è stato predisposto lungo transetti transfrontalieri rappresentativi delle Sotto-regioni Mediterraneo Occidentale (WME) e Adriatico (MAD) condotti da ISPRA tramite accordi operativi ex art. 15 legge 241/90 con grandi imbarcazioni adeguate per monitoraggio di vaste aree offshore in tutte le stagioni. Dal 2021 sono stati introdotti in via sperimentale nuovi transetti nella Sotto-regione Mediterraneo Centrale (MIC). Nell'ambito degli accordi operativi ex art. 15 sono stati acquisiti dati pregressi all'attivazione dell'accordo: i dati precedenti il 2018 sono stati utilizzati come base dati per la predisposizione del piano di campionamento.

### 2.2.2 Coordinamento regionale per il campionamento e la valutazione

Il programma di monitoraggio dei rifiuti marini galleggianti prevede la raccolta sistematica di dati in particolare su: composizione, quantità e distribuzione territoriale dei rifiuti nello strato superficiale della colonna d'acqua al fine di coprire il Criterio D10C1.

Metodo di campionamento/indagine: Il metodo di campionamento utilizzato si basa sulle metodologie sviluppate nell'ambito del progetto Interreg MED MEDSEALITTER e condiviso con il JRC per l'aggiornamento delle linee guida per i monitoraggi della MSFD (Arcangeli et al. 2020; Vighi et al. 2022; MSFD TGML 2023); per la lista degli oggetti viene fatto riferimento alle nuove categorie approvate in ambito technical sub-group MSFD (*Joint List of Litter Categories*. Fleet et al. 2021). In generale, il piano di campionamento è stato condotto tramite monitoraggio visivo (visual census) con osservatore dedicato all'interno di una striscia definita lungo tutto il percorso del transetto. La larghezza della striscia campionata viene annotata e mantenuta accuratamente durante tutto il campionamento, solo gli oggetti all'interno della striscia vengono annotati.

Qualità del dato: le metodologie di monitoraggio sono state armonizzate per assicurare una elevata qualità del dato raccolto, considerando tutti i fattori che possono influenzare la probabilità di avvistamento o la rappresentatività statistica (range ottimale di velocità, larghezza della striscia di campionamento, dimensioni minime degli oggetti rilevati per tipo di imbarcazione; solo osservatori dedicati ed esperti; solo condizioni meteorologiche ottimali (<3 Beaufort); stratificazione spaziale: diversi transetti fissi rappresentativi in costa e in mare aperto; stratificazione temporale: diverse rilevazioni (2-5) per ogni stagione; definizione dello sforzo campionario minimo per stagione per il comparto costiero e offshore. Arcangeli et al., 2020).

Frequenza di campionamento: In acque costiere: sei surveys l'anno, ogni due mesi; in alto mare: tre/cinque surveys a stagione per ciascun transetto per le quattro stagioni dell'anno.

Controllo della qualità del dato. Il dato raccolto viene archiviato secondo gli standard informativi elaborati in ambito SINA e condivisi con ARPA e con gli enti preposti al campionamento. Il controllo dati finali è stato condotto da ISPRA.

Metodo di analisi: I transetti campionati sono stratificati per area di interesse (a. sotto-regione; b. aree buffer attorno a porti/distanza dalla costa; c. bacini). Per ogni 'unità geografica' vengono calcolate: 1) la densità come numero di oggetti su area indagata  $D = n/(w \times L)$  con n: numero di oggetti osservati, w: larghezza (width) della striscia campionata, L: lunghezza del transetto (Km) usando il singolo survey-transetto come unità statistica; 2) la composizione come % di oggetti della specifica categoria sul totale oggetti campionati. Il dato viene analizzato nel complesso degli anni relativi al periodo stabilito per la valutazione (2018-2021) e su base

stagionale. Le densità per Sotto-regione, fra stagioni e anni sono calcolate sia come valori medi che mediani e viene indicata la varianza in termini di Errore Standard, Deviazione Standard, Varianza, valore Minimo e Massimo e percentili 25mo e 75mo. Per una prima valutazione delle tendenze annuali è stata inserita anche l'annualità 2022. Differenze statistiche fra stagioni e anni sono state testate con i test Kruskal-Wallis (KW) per le differenze fra gruppi e Mann-Whitney per testare le differenze fra coppie. Per verificare l'assunto di correlazione fra valori medi e mediani (Van Loon et al. 2020) i valori di densità medi e mediani fra stagioni e anni per Sotto-regione sono stati testati con i test di Pearson e Spearman. Le analisi sono state condotte con QGIS e ArcGIS, Excel, Past ed R.

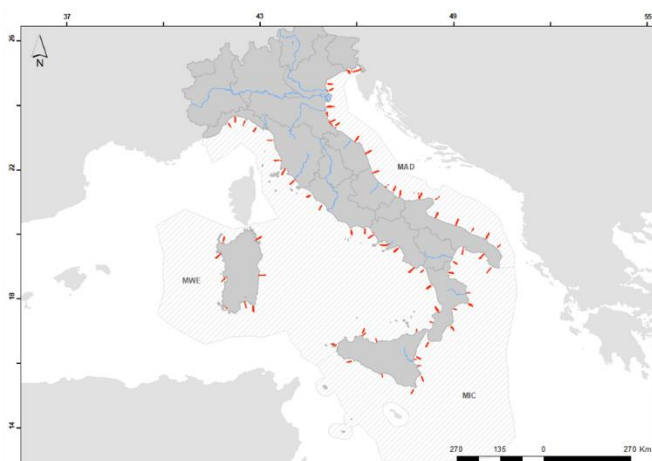
Riferimenti spaziali: la valutazione è stata condotta a livello di Sotto-regione, suddividendo la valutazione per l'ambiente costiero e offshore, nelle Marine Reporting Unit (MRU) Italiane: Mediterraneo Orientale, MWE; Adriatico, MAD; Mediterraneo Centrale, MIC (METHOD A. European Commission, 2023). Sistema di riferimento utilizzato GCS\_ETRS\_1989.



### 2.2.3 Dati utilizzati (2018-2021)

In Figura 2.2.2 e Tabella 2.2.1 viene riportato lo sforzo di campionamento per l'ambiente costiero e offshore in termini di transetti monitorati, km lineari, area investigata e numero di survey. La valutazione è stata condotta per il periodo di riferimento utilizzando i dati 2018-2021. Vengono riportati anche i dati di monitoraggio del 2022 che sono stati utilizzati per il calcolo degli andamenti annuali (trend) e dei percentili su cui individuare il valore soglia per la valutazione del buono stato ambientale (GES). I dati offshore in Mediterraneo Centrale attivati a partire dal 2021, vengono mostrati in mappa in colore arancione ma non sono stati utilizzati per questa valutazione.

#### Costiero



#### Offshore

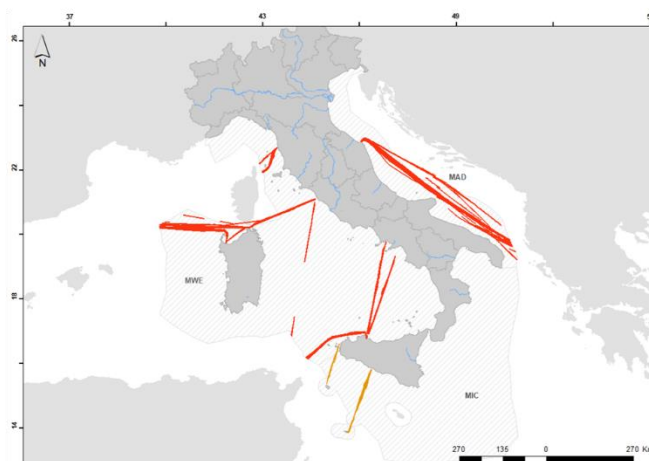


Figura 2.2.2. Distribuzione spaziale dei transetti monitorati per i parametri relativi ai criteri D10C1 - della Decisione UE 2017/48 della Commissione Europea (Rifiuti marini flottanti). A sinistra costiero (monitoraggio fra le stazioni WFD), relative al monitoraggio ARPA MSFD Modulo 2-bis. A destra transetti relativi al monitoraggio CNR MSFD (Sotto-regione Adriatico) e CONISMA (Sotto-regione Mediterraneo occidentale e centrale). Novità rispetto al Report 2018.

Tabella 2.2.1. Totali dello sforzo di monitoraggio effettuati per anno e stagioni per Sotto-regioni (Km lineari, area, numero di survey). A sinistra per il costiero, destra offshore.

<b>Costiero</b>					<b>Offshore</b>				
<b>Effort (Km)</b>	<b>MWE</b>	<b>MAD</b>	<b>MIC</b>	<b>TOT</b>	<b>Effort (Km)</b>	<b>MWE</b>	<b>MAD</b>	<b>MIC</b>	<b>TOT</b>
2018	193	229	75	497	2018	11187	2190		13377
2019	2418	1657	1012	5088	2019	7030	3753		10783
2020	1792	1167	837	3796	2020	4101			4101
2021	2191	1264	814	4269	2021	8318	1534	2379	9852
<b>TOT 2018-2021</b>	<b>6594</b>	<b>4318</b>	<b>2738</b>	<b>13650</b>	<b>TOT 2018-2021</b>	<b>30637</b>	<b>7477</b>		<b>38114</b>
2022	2332	1356	894	4582	2022	12480	6155	5241	18635
<b>TOT 2018-2022</b>	<b>8926</b>	<b>5674</b>	<b>3632</b>	<b>18231</b>	<b>TOT 2018-2022</b>	<b>43116</b>	<b>13632</b>		<b>56749</b>

<b>Effort (Km2)</b>	<b>MWE</b>	<b>MAD</b>	<b>MIC</b>	<b>TOT</b>	<b>Effort (Km2)</b>	<b>MWE</b>	<b>MAD</b>	<b>MIC</b>	<b>TOT</b>
2018	1,0	1,1	0,4	2,5	2018	1078,9	203,2		1282,1
2019	12,1	22,4	5,1	39,6	2019	391,8	208,1		599,9
2020	17,4	12,6	20,3	50,3	2020	197,9			197,9
2021	23,7	13,0	17,7	54,5	2021	415,9	76,7	119,0	492,6
<b>TOT 2018-2021</b>	<b>54,2</b>	<b>49,2</b>	<b>43,4</b>	<b>146,9</b>	<b>TOT 2018-2021</b>	<b>2084,5</b>	<b>488,0</b>		<b>2572,5</b>
2022	25,9	10,1	12,8	48,9	2022	621,0	307,8	262,1	928,8
<b>TOT 2018-2022</b>	<b>80,2</b>	<b>59,3</b>	<b>56,3</b>	<b>195,8</b>	<b>TOT 2018-2022</b>	<b>2705,5</b>	<b>795,8</b>		<b>3501,3</b>

<b>Effort (N survey)</b>	<b>MWE</b>	<b>MAD</b>	<b>MIC</b>	<b>TOT</b>	<b>Effort (N survey)</b>	<b>MWE</b>	<b>MAD</b>	<b>MIC</b>	<b>TOT</b>
2018	84	96	18	198	2018	75	10		85
2019	183	154	61	398	2019	49	15		64
2020	140	89	70	299	2020	30			30
2021	187	148	73	408	2021	45	7	18	52
<b>TOT 2018-2021</b>	<b>594</b>	<b>487</b>	<b>222</b>	<b>1303</b>	<b>TOT 2018-2021</b>	<b>199</b>	<b>32</b>		<b>231</b>
2022	203,0	165,0	85,0	453,0	2022	85	30	44	115,0
<b>TOT 2018-2022</b>	<b>797</b>	<b>652</b>	<b>307</b>	<b>1756</b>	<b>TOT 2018-2022</b>	<b>284</b>	<b>62</b>	<b>62</b>	<b>346</b>

<b>Costiero</b>				
<b>Effort (Km)</b>	<b>MWE</b>	<b>MAD</b>	<b>MIC</b>	<b>TOT</b>
Win	1521	1260	479	3260
Spr	1528	854	774	3156
Sum	2026	1365	770	4162
Aut	1520	839	714	3072
<b>TOT</b>	<b>6594</b>	<b>4318</b>	<b>2738</b>	<b>13650</b>

<b>Effort (Km2)</b>	<b>MWE</b>	<b>MAD</b>	<b>MIC</b>	<b>TOT</b>
Win	12,4	19,0	7,3	38,6
Spr	12,1	6,3	10,6	29,0
Sum	17,5	16,8	14,3	48,6
Aut	12,3	7,1	11,3	30,7
<b>TOT</b>	<b>54,2</b>	<b>49,2</b>	<b>43,4</b>	<b>146,9</b>

<b>Effort (N survey)</b>	<b>MWE</b>	<b>MAD</b>	<b>MIC</b>	<b>TOT</b>
Win	126	150	37	313
Spr	139	101	61	301
Sum	182	130	63	375
Aut	147	106	61	314
<b>TOT</b>	<b>594</b>	<b>487</b>	<b>222</b>	<b>1303</b>

<b>Offshore</b>			
<b>Effort (Km)</b>	<b>MWE</b>	<b>MAD</b>	<b>TOT</b>
Aut	6484	2468	8952
Win	6833	2040	8873
Spr	12356	1646	14001
Sum	4964	1323	6287
<b>TOT</b>	<b>284</b>	<b>62</b>	<b>346</b>

<b>Effort (Km2)</b>	<b>MWE</b>	<b>MAD</b>	<b>TOT</b>
Aut	430,1	148,1	578,2
Win	528,4	129,7	658,1
Spr	761,8	105,2	867,0
Sum	364,2	105,0	469,2
<b>TOT</b>	<b>2084,5</b>	<b>488,0</b>	<b>2572,5</b>

<b>Effort (N survey)</b>	<b>MWE</b>	<b>MAD</b>	<b>TOT</b>
Aut	38	11	49
Win	47	9	56
Spr	78	8	86
Sum	36	4	40
<b>TOT</b>	<b>199</b>	<b>32</b>	<b>231</b>

#### 2.2.4 Dataset e pulizia dei dati

È stato condotto uno screening preliminare sui dataset. In coerenza con il protocollo e per assicurare la comparabilità del dato, sono stati rimossi i frammenti inferiori a 2,5 cm in ambiente costiero e inferiori a 20 cm in ambiente offshore. Paraffina, cera, olio e altri inquinanti sono stati rimossi perché sono sostanze chimiche solide o liquide e richiedono altri metodi di monitoraggio dedicati (Van Loon et al, 2020).

Poiché i monitoraggi sono stati condotti prima dell'introduzione delle liste aggiornate dei rifiuti marini (Joint List of Litter Categories. Fleet et al. 2021), gli oggetti assegnati alle categorie precedenti (Master List of Categories of Litter Items. MSFD TG-ML, 2013) sono state convertite laddove possibile alla nuova categoria. Solo gli oggetti di legno processato generico (G170) e frammenti di carta (G156) sono rimasti assegnati alle precedenti categorie.

E' stato verificato il criterio relativo al minimum sample effort in coerenza con le indicazioni di letteratura che suggeriscono, per un coefficiente di variazione non superiore a 30%, un numero minimo effort di 83 km lineari in ambiente costiero con una striscia di 5m e di 500-800 km lineari in ambiente offshore con una striscia di 50m (Figura 1. Arcangeli et al. 2020). Le condizioni sono soddisfatte per sia in ambiente costiero che offshore con l'eccezione delle stagioni primavera, estate e inverno del 2018 in ambiente costiero.

I dati di densità sono stati ispezionati per verificarne la distribuzione ed eventuali valori anomali / outliers. Gli outliers sono stati individuati come punti al di fuori dei quartili del diagramma a scatola (boxplot); i valori anomali molto al di fuori dal range di valori del dataset sono stati eliminati dal dataset generale prima di procedere alle analisi.

- ✓ Nel dataset costiero (Fig. 2.2.3 e 2.2.4 sopra) sono stati eliminati 1 valore anomalo sopra i 4000 oggetti/km<sup>2</sup>. Il quartile più alto individuato dai 'baffi' del boxplot è il valore di 251,7 oggetti/km<sup>2</sup>: fuori dai quartili del boxplot rimangono 138 outliers superiori al valore di 251,7. Il dataset totale include: N totali = 1302 valori utilizzati per le successive analisi + 1 valore anomalo eliminato.
- ✓ Nel dataset offshore (Fig. 2.2.3 e 2.2.4 sotto) è stato eliminato un valore anomalo di 368,2 oggetti/km<sup>2</sup> (2022). Il quartile più alto individuato dai 'baffi' del boxplot è il valore di 7,16 oggetti/km<sup>2</sup>: fuori dai quartili del boxplot rimangono 17 outliers superiori al valore di 7,16. Il dataset totale include: N totali = 231 valori utilizzati per le successive analisi + 1 valore anomalo eliminato.

### Costiero

### Offshore

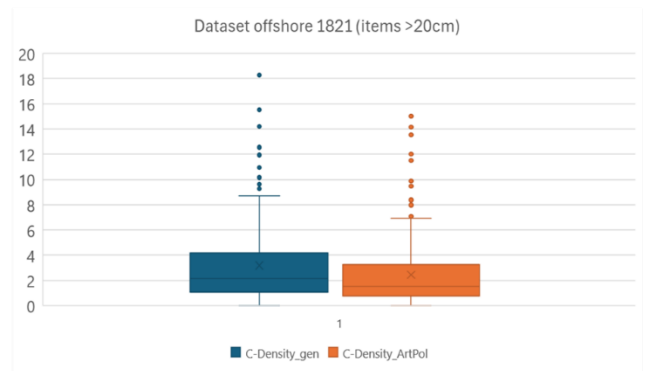
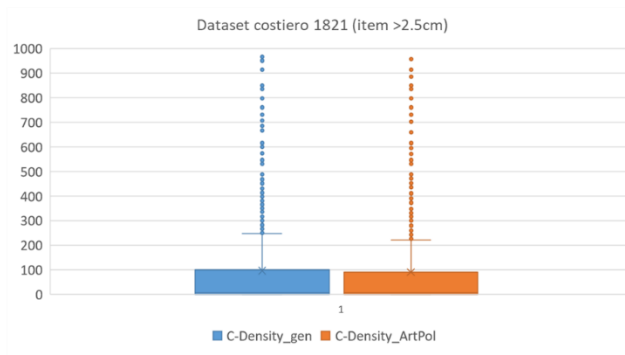


Figura 2.2.3. Distribuzione dati del Dataset FMML costiero (sinistra) e offshore (destra). Datasets completi esclusi valori anomali: sono stati considerati outliers i valori superiori a quello del 'baffo' superiore del boxplot (N = 247,1 oggetti/km2 per costiero e N = 8,69 per offshore). Boxplot FMML totale (blu a sinistra nel grafico) e Polimeri Artificiali (arancio a destra nei grafici).

### Costiero

### Offshore

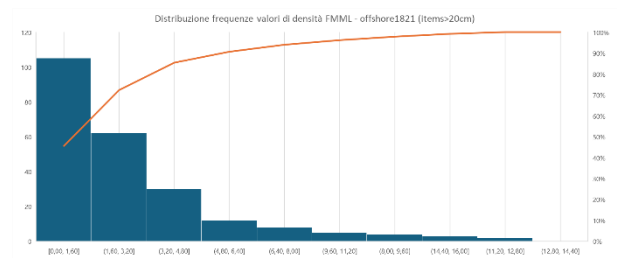
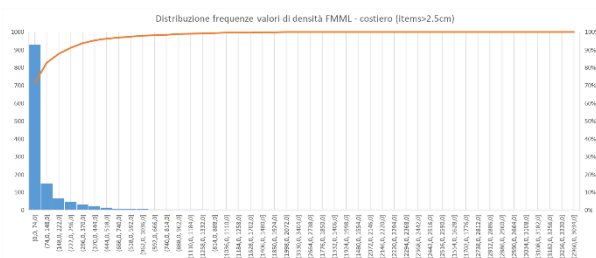
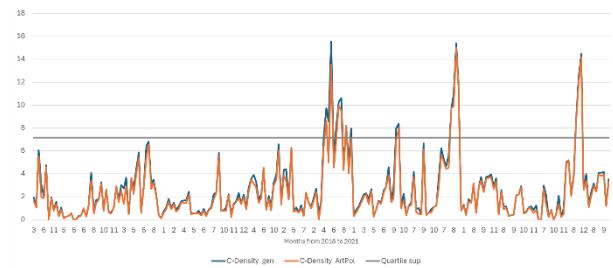
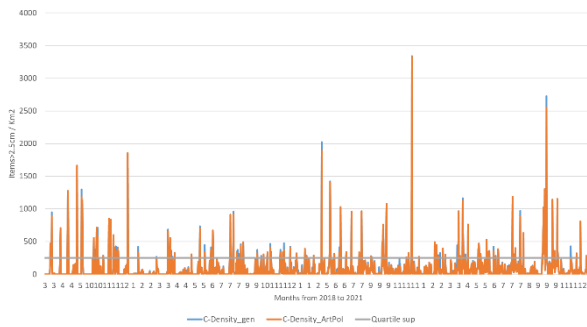


Figura 2.2.4. Distribuzione di frequenze dei valori del Dataset FMML costiero (sinistra) e offshore (destra). In alto la distribuzione nel tempo; in basso l'ordine decrescente delle frequenze dei valori (istogrammi) e la linea cumulativa su asse secondario come percentuali del totale.

## 2.2.5 Risultati

### a) CLASSI DI GRANDEZZE

Costiero			Offshore		
Classi	N	%	Classi	N	%
B=2,5-5	4109	40%			
C=5-10	2657	26%			
D=10-20	1630	16%			
E=20-30	883	9%	E=20-30	4831	47%
F=30-50	749	7%	F=30-50	3516	34%
G>50	226	2%	G>50	1218	12%
H>100	56	1%	H>100	465	4%
X>20	10	0%	X>20	309	3%
<b>TOT</b>	<b>10320</b>	<b>100%</b>	<b>TOT</b>	<b>10339</b>	<b>100%</b>
A<2,5	2981	22%	Y<20	319	3%

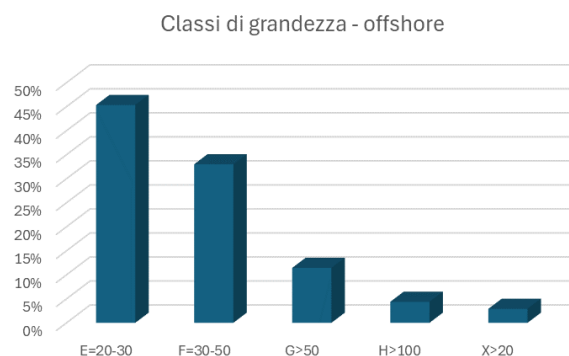
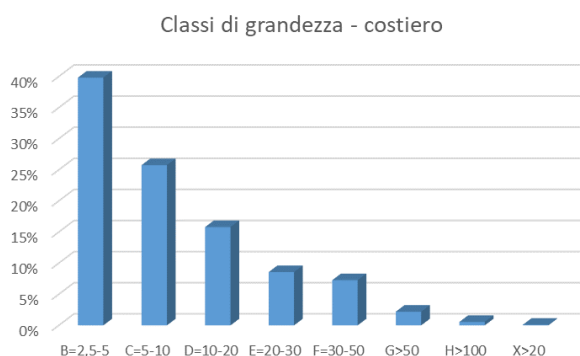


Figura 2.2.5. N oggetti (tabelle sopra) e percentuale (figure sotto) delle diverse classi di grandezza del totale di oggetti registrati. In italico in tabella gli oggetti al di sotto della classe di grandezza definita dal protocollo standard che sono stati esclusi dalle analisi successive.

I risultati confermano la diminuzione di frequenza degli oggetti in relazione alle classi di frequenza, dalle più grandi alle più piccole, sia in ambiente costiero che offshore, probabilmente legati ad un elevato tasso di frammentazione dei rifiuti in ambiente marino.

## b) COMPOSIZIONE

### Materiali

Costiero					Offshore				
Materiale	MWE	MAD	MIC	TOT	Materiale	MWE	MAD	MIC	TOT
Artificial polymer	3955	1723	1259	6937	Artificial polymer	3916	1150		5066
Clothes/Textile	10	11	6	27	Clothes/Textile	42	12		54
Food waste	2	2	0	4	Food waste				
Glass/Ceramic	4	11	2	17	Glass/Ceramic	19	10		29
Metal	12	17	12	41	Metal	24	10		34
Paper/Cartboard	41	75	19	135	Paper/Cartboard	167	59		226
Processed wood	91	67	30	188	Processed wood	91	31		122
Rubber	20	10	6	36	Rubber	44	9		53
<b>Tot FMML</b>	<b>4135</b>	<b>1916</b>	<b>1334</b>	<b>7385</b>	<b>Tot FMML</b>	<b>4303</b>	<b>1281</b>		<b>5584</b>
<i>Natural matter</i>	12	0	0	12	<i>Natural matter</i>	609	263		1419

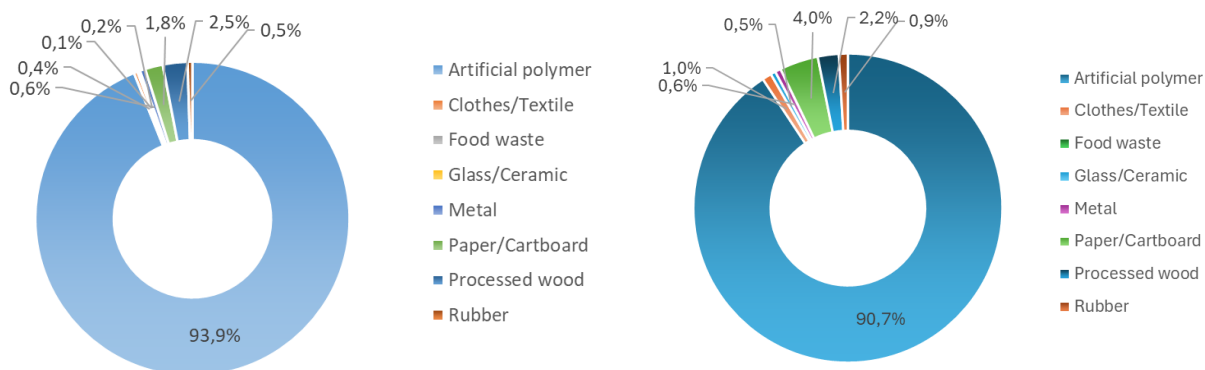


Figura 2.2.6. Composizione materiali FMML per Sotto-regione in ambiente costiero (sinistra) e offshore (destra). N oggetti (tabelle sopra) e composizione percentuale (figure sotto).

I risultati confermano l'elevata percentuale di materiale plastico, superiore al 90% sia in ambiente costiero che offshore.

## Top twenty

	TOT			MWE			MAD			MIC		
	Material	J-CODE	N. items	Material	J-CODE	N. items	Material	J-CODE	N. items	Material	J-CODE	N. items
Costiero	Artificial polymer	J67	28%	Artificial polymer	J67	29%	Artificial polymer	J67	26%	Artificial polymer	J67	25%
	Artificial polymer	J3	21%	Artificial polymer	J3	23%	Artificial polymer	J3	16%	Artificial polymer	J3	24%
	Artificial polymer	J79	20%	Artificial polymer	J79	23%	Artificial polymer	J79	12%	Artificial polymer	J79	21%
	Artificial polymer	J58	6%	Artificial polymer	J58	5%	Artificial polymer	J58	9%	Artificial polymer	J58	5%
	Artificial polymer	J82	3%	Artificial polymer	J82	3%	Artificial polymer	J82	5%	Artificial polymer	J30	3%
	Artificial polymer	J7	3%	Artificial polymer	J7	2%	Artificial polymer	J30	4%	Artificial polymer	J7	3%
	Artificial polymer	J30	2%	Artificial polymer	J228	1%	Artificial polymer	J7	4%	Artificial polymer	J82	2%
	Artificial polymer	J228	1%	Artificial polymer	J30	1%	Artificial polymer	J45	4%	Artificial polymer	J228	2%
	Processed wood	J171	1%	Artificial polymer	J144	1%	Artificial polymer	J59	2%	Artificial polymer	J18	1%
	Artificial polymer	J45	1%	Artificial polymer	J257	1%	Processed wood	J171	2%	Processed wood	J160	1%
	Artificial polymer	J59	1%	Artificial polymer	J21	1%	Paper/Cartboard	J158	2%	Artificial polymer	J21	1%
	Paper/Cartboard	J158	1%	Processed wood	J171	1%	Processed wood	G170	1%	Artificial polymer	J59	1%
	Artificial polymer	J21	1%	Processed wood	J163	1%	Artificial polymer	J228	1%	Artificial polymer	J8	1%
	Artificial polymer	J257	1%	Artificial polymer	J4	1%	Paper/Cartboard	J148	1%	Artificial polymer	J227	1%
	Artificial polymer	J18	1%	Artificial polymer	J227	1%	Artificial polymer	J18	1%	Artificial polymer	J232	1%
	Artificial polymer	J144	1%	Paper/Cartboard	J158	1%	Artificial polymer	J21	0%	Artificial polymer	J36	1%
	Artificial polymer	J227	0%	Artificial polymer	J8	0%	Artificial polymer	J57	0%	Paper/Cartboard	G156	1%
	Artificial polymer	J4	0%	Artificial polymer	J9	0%	Artificial polymer	J257	0%	Artificial polymer	J25	1%
	Artificial polymer	J8	0%	Artificial polymer	J96	0%	Glass/Ceramic	J200	0%	Artificial polymer	J27	0%
	Processed wood	J163	0%	Artificial polymer	J18	0%	Artificial polymer	J27	0%	Artificial polymer	J65	0%

	TOT			MWE			MAD			MIC		
	Material	J-CODE	N. items	Material	J-CODE	N. items	Material	J-CODE	N. items	Material	J-CODE	N. items
Offshore	Artificial Polymer	J67	27%	Artificial Polymer	J67	30%	Artificial Polymer	J58	20%			
	Artificial Polymer	J3	13%	Artificial Polymer	J3	14%	Artificial Polymer	J79	17%			
	Artificial Polymer	J79	12%	Artificial Polymer	J79	10%	Artificial Polymer	J67	16%			
	Artificial Polymer	J58	8%	Artificial Polymer	J58	4%	Artificial Polymer	J3	10%			
	Artificial Polymer	J62	3%	Artificial Polymer	J62	4%	Artificial Polymer	J7	5%			
	Artificial Polymer	J7	3%	Artificial Polymer	J8	3%	Artificial Polymer	J257	3%			
	Artificial Polymer	J13	2%	Artificial Polymer	J13	3%	Artificial Polymer	J18	3%			
	Artificial Polymer	J8	2%	Artificial Polymer	J82	3%	Artificial Polymer	J30	3%			
	Artificial Polymer	J82	2%	Artificial Polymer	J7	2%	Artificial Polymer	J65	2%			
	Artificial Polymer	J18	2%	Artificial Polymer	J241	2%	Paper/Cartboard	J158	1%			
	Artificial Polymer	J241	2%	Artificial Polymer	J18	2%	Artificial Polymer	J13	1%			
	Artificial Polymer	J30	2%	Artificial Polymer	J30	1%	Artificial Polymer	J241	1%			
	Artificial Polymer	J257	2%	Artificial Polymer	J16	1%	Artificial Polymer	J63	1%			
	Artificial Polymer	J65	1%	Artificial Polymer	J65	1%	Paper/Cartboard	J148	1%			
	Artificial Polymer	J16	1%	Paper/Cartboard	J147	1%	Artificial Polymer	J256	1%			
	Paper/Cartboard	J147	1%	Artificial Polymer	J257	1%	Artificial Polymer	J16	1%			
	Paper/Cartboard	J148	1%	Proc. wood	J171	1%	Proc. wood	J162	1%			
	Proc. wood	J171	1%	Paper/Cartboard	J148	1%	Paper/Cartboard	J150	1%			
	Paper/Cartboard	J158	1%	Artificial Polymer	J53	1%	Paper/Cartboard	J147	1%			
	Artificial Polymer	J63	1%	Artificial Polymer	J63	1%	Proc. wood	J171	1%			

Figura 2.2.7. Top 20. Oggetti più frequentemente osservati. Per la codifica del J-code fare riferimento alla Joint List JRC (Fleet et al. 2021).

I risultati mostrano coerenza fra ambiente costiero e offshore per quanto riguarda le stesse categorie dominanti. In particolare, fogli di plastica (J67), sacchetti di plastica per la spesa (J3), frammenti di plastica di medie dimensioni (J79) compongono oltre il 50% del totale sia in ambiente costiero che offshore, seguiti dalle cassette di polistirolo (J58) che risultano essere addirittura la categoria più frequente in ambiente offshore nella Sotto-regione Adriatico (MAD, 20% del totale). Altre categorie presenti in tutti gli ambienti e le Sotto-regioni sono le bottiglie d'acqua (J7 e J8). In generale, la composizione appare molto simile in termini di oggetti dominanti nel Mediterraneo occidentale (offshore e costiero) e nel Mediterraneo centrale (costiero), con oggetti principalmente di origine indefinita o legati a settori di packaging/alimentare. In Adriatico si nota invece un'alta frequenza di oggetti legati alla pesca, come le cassette di polistirolo (J58) e, limitatamente all'ambiente costiero, le calze utilizzate nella mitilicoltura (J45) e le lenze da pesca (J59). Fra i dieci oggetti più frequenti nella Sotto-regione MAD vengono anche rilevate le cassette di plastica usate per trasporto di oggetti e prodotti (J18) che, benché non considerate legate alla pesca, sono tuttavia molto probabilmente utilizzate nell'ambito di questo settore in Adriatico.

### c) DENSITA'

A livello nazionale viene confermato un gradiente di densità dei rifiuti fra l'ambiente costiero e quello offshore, con valori di densità medie di circa un ordine di magnitudine maggiori in ambiente costiero rispetto all'offshore.

Ambiente	Media	Errore Standard	Mediana
Costiero (Oggetti >2.5cm)	95,8	6,4	7,2
Costiero (Oggetti >20cm)	20,7	2	N.D.
Offshore (Oggetti >20cm)	2,7	0,18	1,8

#### Densità per SottoRegione

Tabella 2.2.2. Sommario delle statistiche descrittive per SottoRegione indagata dei valori di densità di Rifiuti marini galleggianti (Floating Marine Macro Litter, FMML), Polimeri Artificiali (Artificial Polymer, ArtPoly), Attrezzi da Pesca (Fishing Gear, FG), e Oggetti di plastica di uso singolo (Single Use Plastic, SUP) per l'ambiente costiero (sopra, oggetti >2.5cm) e offshore (sotto, oggetti >20cm).

	FMML			ArtPoly			FG			SUP			
	MWE	MAD	MIC	MWE	MAD	MIC	MWE	MAD	MIC	MWE	MAD	MIC	
Costiero (Oggetti >2.5cm)	N	593	487	222	593	487	222	593	487	222	593	487	222
	Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Max	3339,7	1295,1	1663,60	3328,1	1275,4	1663,6	264,5	580,9	415,9	1856,1	842,7	962,3
	<b>Mean</b>	<b>91,6</b>	<b>98,5</b>	<b>101,2</b>	<b>87,6</b>	<b>91,4</b>	<b>96,7</b>	<b>5,8</b>	<b>15,4</b>	<b>7,6</b>	<b>32,9</b>	<b>25,7</b>	<b>30,2</b>
	<i>Std, error</i>	<i>10,5</i>	<i>9,3</i>	<i>14,7</i>	<i>10,2</i>	<i>9,0</i>	<i>14,5</i>	<i>0,9</i>	<i>2,4</i>	<i>2,4</i>	<i>4,2</i>	<i>3,3</i>	<i>5,9</i>
	<i>Stand, dev</i>	<i>255,0</i>	<i>205,3</i>	<i>218,7</i>	<i>247,9</i>	<i>198,6</i>	<i>215,7</i>	<i>22,1</i>	<i>52,4</i>	<i>36,2</i>	<i>103,0</i>	<i>72,0</i>	<i>88,5</i>
	<b>Median</b>	<b>12,6</b>	<b>0,0</b>	<b>11,0</b>	<b>12,0</b>	<b>0,0</b>	<b>9,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
	25 prcnil	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	75 prcnil	83,1	119,6	106,4	76,2	104,2	83,5	0,0	1,2	0,0	33,4	24,0	19,6
Costiero (Oggetti >20cm)	N	593	487	222	593	487	222	593	487	222	593	487	222
	Min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Max	1004,2	950,5	380,20	992,4	894,6	292,1	118,6	546,8	190,1	330,8	722,3	292,1
	<b>Mean</b>	<b>18,9</b>	<b>24,9</b>	<b>16,3</b>	<b>17,2</b>	<b>22,7</b>	<b>14,3</b>	<b>1,9</b>	<b>7,4</b>	<b>2,8</b>	<b>7,7</b>	<b>8,9</b>	<b>7,6</b>
	<i>Std, error</i>	<i>2,8</i>	<i>3,9</i>	<i>3,2</i>	<i>2,7</i>	<i>3,8</i>	<i>2,7</i>	<i>0,4</i>	<i>1,6</i>	<i>1,0</i>	<i>1,1</i>	<i>2,0</i>	<i>2,0</i>
	<i>Stand, dev</i>	<i>67,6</i>	<i>86,4</i>	<i>47,1</i>	<i>64,9</i>	<i>82,8</i>	<i>40,6</i>	<i>8,9</i>	<i>35,3</i>	<i>15,3</i>	<i>27,6</i>	<i>43,2</i>	<i>29,1</i>
	<b>Median</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
	25 prcnil	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	75 prcnil	13,0	12,0	11,5	12,2	3,7	11,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4
Offshore (Oggetti >20cm)	N	199	32		199	32		199	32		199	32	
	Min	0	0		0	0		0	0		0	0	
	Max	15,6	6,6		15,0	6,0		2,0	1,9		4,4	2,3	
	<b>Mean</b>	<b>2,7</b>	<b>2,8</b>		<b>2,4</b>	<b>2,5</b>		<b>0,3</b>	<b>0,6</b>		<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	
	<i>Std, error</i>	<i>0,2</i>	<i>0,3</i>		<i>0,2</i>	<i>0,3</i>		<i>0,0</i>	<i>0,1</i>		<i>0,1</i>	<i>0,1</i>	
	<i>Stand, dev</i>	<i>3,0</i>	<i>1,5</i>		<i>2,8</i>	<i>1,4</i>		<i>0,4</i>	<i>0,5</i>		<i>0,9</i>	<i>0,5</i>	
	<b>Median</b>	<b>1,6</b>	<b>2,8</b>		<b>1,4</b>	<b>2,4</b>		<b>0,1</b>	<b>0,4</b>		<b>0,3</b>	<b>0,6</b>	
	25 prcnil	0,8	1,6		0,6	1,4		0,0	0,1		0,1	0,2	
	75 prcnil	3,3	3,8		3,0	3,5		0,4	0,9		0,8	0,9	



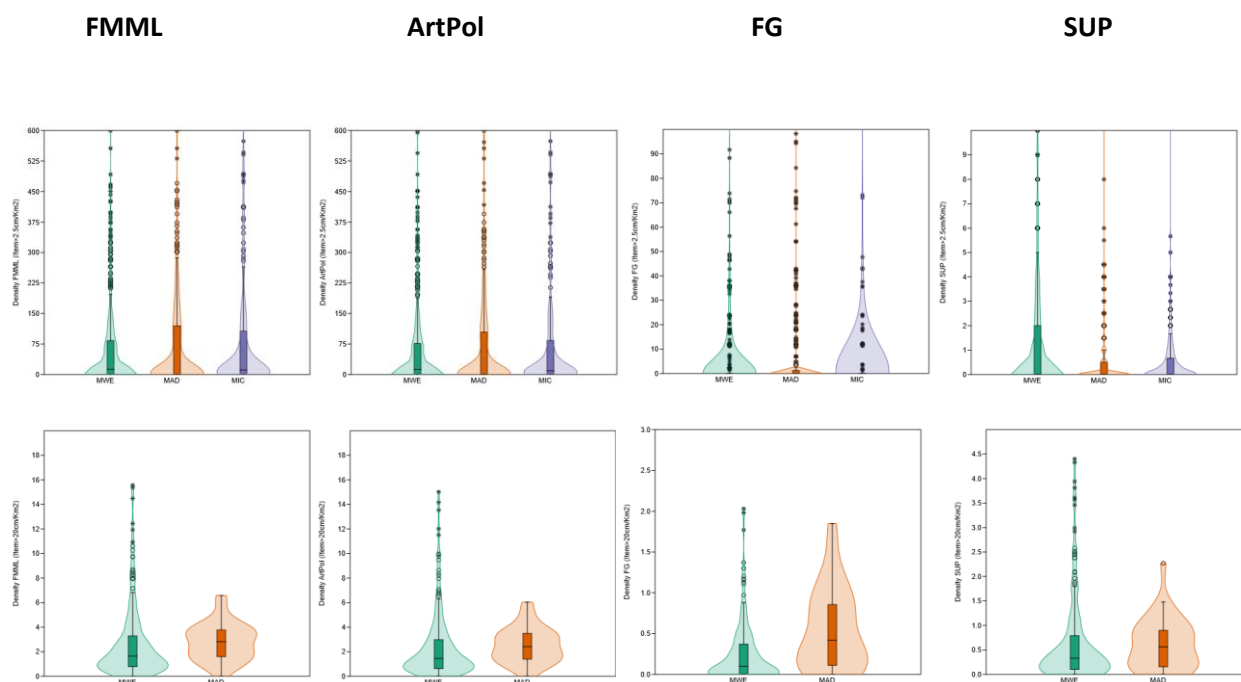


Figura 2.2.8. Distribuzione valori densità costiera (sopra) e offshore (sotto) di Macro Rifiuti Marini Galleggianti totale (FMML), Polimeri Artificiali (ArtPol), 'FishingGear' (FG) e 'SingleUsePlastic' (SUP) per SottoRegione indagata (Marine Reporting Unit – MRU: Mediterraneo Orientale (MWE), Adriatico (MAD), Mediterraneo Centrale (MIC). Plots a sinistra: dettaglio distribuzione esclusi gli outliers. [Densità costiero = N. oggetti > 2.5 cm per Km<sup>2</sup>; Densità offshore = N. oggetti > 20 cm per Km<sup>2</sup>; Violin & BoxPlots].

In ambiente costiero non si riscontrano differenze statisticamente significative fra i valori di densità medi e mediani fra le Sotto-regioni indagate per il FMML totale e per la componente dei Polimeri Artificiali (ANOVA e KW;  $p > 0,05$ ). I valori di densità risultano invece significativamente diversi per FG e SUP (ANOVA e KW;  $p < 0,005$ ), con la Sotto-regione Adriatico (MAD) significativamente diversa da entrambe le altre Sotto-regioni (MWE e MIC). In generale, i valori di densità di FG sono significativamente più elevati nella Sotto-regione Adriatico, mentre valori più elevati di SUP vengono rilevati nella Sotto-regione Mediterraneo occidentale e centrale.

In ambiente offshore si riscontrano differenze statisticamente significative fra i valori di densità medi e mediani fra le Sotto-regioni MWE e MAD per il FMML totale e per la componente dei Polimeri Artificiali (MW,  $p < 0,05$ ) e per FG (MW,  $p < 0,005$ ). Non si riscontrano differenze significative per la componente SUP (MW,  $p > 0,5$ ).

In ambiente costiero viene rilevata correlazione positiva statisticamente significativa fra i valori medi e mediani delle Sotto-regioni (Pearson's corr.,  $p < 0,05$ ). I risultati per sottoregione confermano densità di circa un ordine di magnitudine più elevate in ambiente costiero rispetto all'offshore, in linea con i risultati di Arcangeli et al. (2020).

## Densità stagionale

Tabella 2.2.3. Sommario delle statistiche descrittive per Sotto-regione nelle diverse stagioni dei valori di densità di Rifiuti marini galleggianti (Floating Marine Macro Litter, FMML) per l'ambiente costiero (sopra) e offshore (sotto).

	MWE				MAD				MIC			
	win	spr	sum	aut	win	spr	sum	aut	win	spr	sum	aut
<b>Costiero</b>												
N	126	139	181	147	150	101	130	106	37	61	63	61
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	2020,3	1419,3	2725,7	3339,7	1165,4	1275,4	1295,1	849,8	492,0	1663,6	1186,1	476,7
<b>Mean</b>	<b>79,8</b>	<b>88,6</b>	<b>103,2</b>	<b>90,3</b>	<b>68,7</b>	<b>94,4</b>	<b>128,9</b>	<b>107,4</b>	<b>43,4</b>	<b>111,2</b>	<b>146,8</b>	<b>79,3</b>
<i>Std. error</i>	19,5	15,6	19,7	26,6	13,4	18,7	22,2	19,9	15,4	35,2	34,1	15,7
Stand. dev	218,6	184,2	264,5	322,8	163,7	188,2	253,2	204,9	93,8	274,7	270,4	122,7
<b>Median</b>	<b>8,1</b>	<b>17,7</b>	<b>24,1</b>	<b>2,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>28,0</b>	<b>0,0</b>	<b>6,0</b>	<b>10,2</b>	<b>11,2</b>	<b>14,4</b>
25 prcnil	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
75 prcnil	71,4	93,2	99,3	71,6	76,9	133,1	143,2	135,1	48,7	70,3	130,4	119,2
<b>Offshore</b>												
N	36	47	78	38	4	9	8	11				
Min	0,14	0	0	0	1,13	1,08	0	0,88				
Max	6,25	15,56	15,38	3,54	3,59	6,08	4,74	6,58				
<b>Mean</b>	<b>1,75</b>	<b>2,55</b>	<b>3,89</b>	<b>1,22</b>	<b>2,35</b>	<b>3,11</b>	<b>2,13</b>	<b>3,23</b>				
<i>Std. error</i>	0,22	0,46	0,40	0,14	0,53	0,52	0,55	0,47				
Stand. dev	1,35	3,12	3,55	0,84	1,06	1,56	1,55	1,56				
<b>Median</b>	<b>1,25</b>	<b>1,53</b>	<b>2,85</b>	<b>1,04</b>	<b>2,34</b>	<b>3,11</b>	<b>2,01</b>	<b>3,62</b>				
25 prcnil	0,85	0,56	1,18	0,62	1,33	1,86	0,94	1,55				
75 prcnil	2,28	2,93	5,21	1,73	3,38	4,22	3,44	3,92				

Only preliminary data

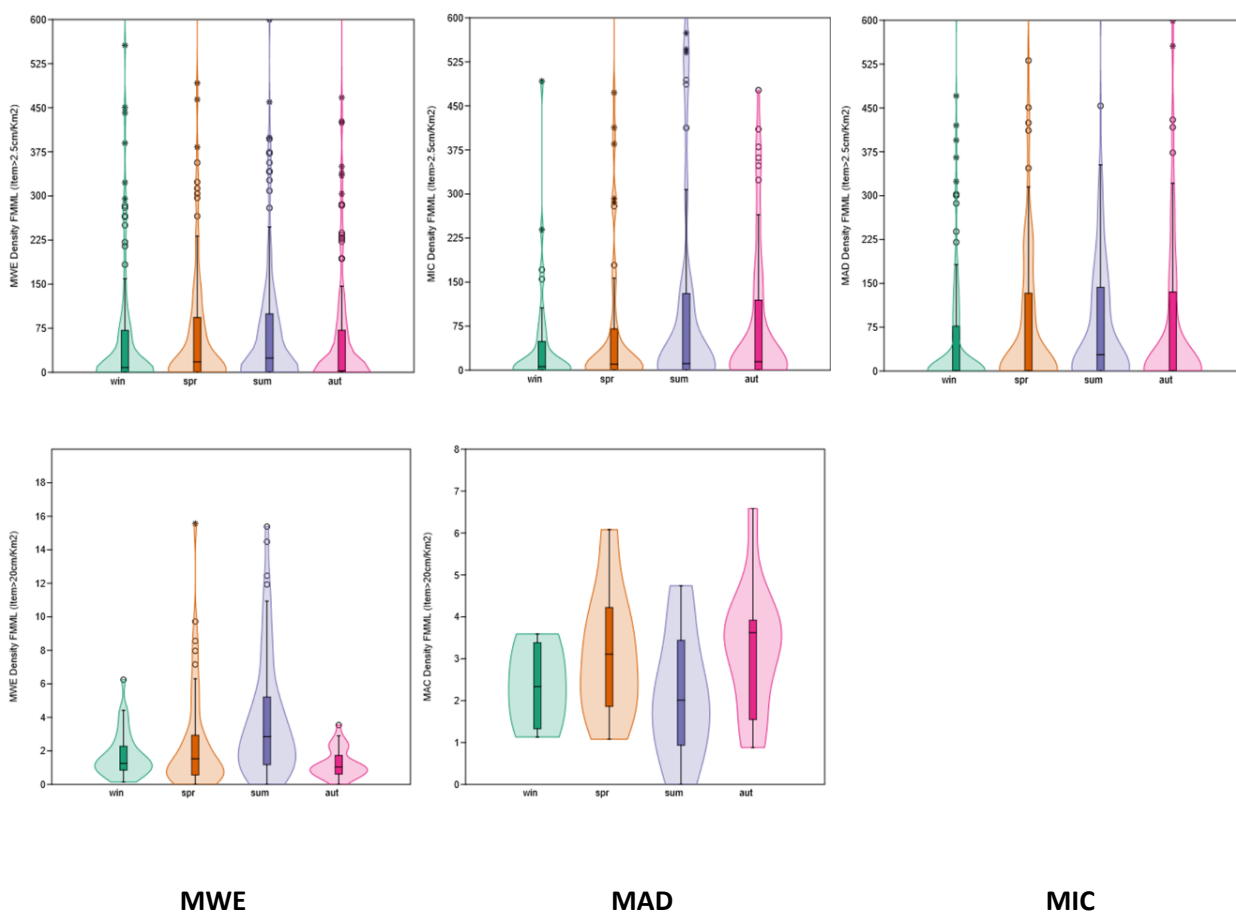


Figura 2.2.9. Distribuzione stagionale valori densità costiera e offshore di Macro Rifiuti Marini Galleggianti totale (FMML), Polimeri Artificiali (ArtPol), 'FishingGear' (FG) e 'SingleUsePlastic' (SUP) per Sotto-regione indagata (Marine Reporting Unit – MRU: Mediterraneo Orientale (MWE), Adriatico (MAD), Mediterraneo Centrale (MIC). [Densità costiera = N. oggetti > 2.5 cm per Km<sup>2</sup>; Densità offshore = N. oggetti > 20 cm per Km<sup>2</sup>; Violin & BoxPlots].

In ambiente costiero non vengono rilevate differenze statisticamente significative nella distribuzione dei valori di densità, sia nella Sotto-regione MWE che MIC. In MAD le mediane dei valori di densità estivi sono significativamente maggiori che in inverno (Kw, MW,  $p < 0.005$ ).

In ambiente offshore vengono rilevate differenze significative in MWE con densità di rifiuti più elevate in estate rispetto a tutte le altre stagioni (Kw, MW,  $p < 0.005$ ). Non vengono rilevate differenze significative fra le densità dei rifiuti nelle diverse stagioni in MAD.

## d) TREND

Tabella 2.2.4. Sommario delle statistiche descrittive per Sotto-regione negli anni dei valori di densità di Rifiuti marini galleggianti (Floating Marine Macro Litter, FMML), per l'ambiente costiero (sopra) e offshore (sotto).

	MWE					MAD					MIC				
	2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
<b>Costiero</b>															
N	84	183	140	186	203	96	154	89	148	164	18	61	70	73	84
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	1856	959	3339,7	2725,7	1880,6	1295,1	913,5	956,8	1165,4	3633,3	1663,6	736,2	1031,5	1186,1	897,4
<b>Mean</b>	<b>56,3</b>	<b>68,4</b>	<b>117,4</b>	<b>111,0</b>	<b>60,2</b>	<b>148,0</b>	<b>46,1</b>	<b>90,6</b>	<b>125,8</b>	<b>145,8</b>	<b>206,7</b>	<b>71,7</b>	<b>93,2</b>	<b>107,6</b>	<b>128,0</b>
Std. error	24,8	9,9	30,7	18,8	10,4	31,3	10,2	13,7	17,7	25,5	92,4	17,1	25,7	25,5	19,0
Stand. dev	227,0	134,0	363,8	256,7	148,0	307,1	126,8	129,7	215,2	326,7	391,8	133,9	215,4	218,1	173,9
<b>Median</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>17,9</b>	<b>36,9</b>	<b>24,9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>53,8</b>	<b>53,85</b>	<b>65,3</b>	<b>72,75</b>	<b>23,9</b>	<b>7,2</b>	<b>9,3</b>	<b>70,05</b>
25 prcnil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	0	0	0	0	0
75 prcnil	0	71,5	88,95	120,9	72,3	111,8	11,15	143,4	157,6	160,75	287,525	95,6	52,4	108,35	172,7
<b>Offshore</b>															
N	75,0	49,0	30,0	45,0	84,0	10,0	15,0		7	30					
Min	0,0	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,9		2,6	0,8					
Max	6,8	15,6	15,4	14,8	8,6	6,1	6,6	NA	3,9	20,1	NA	NA	NA		
<b>Mean</b>	<b>1,7</b>	<b>3,8</b>	<b>3,5</b>	<b>2,5</b>	<b>1,5</b>	<b>2,3</b>	<b>2,8</b>		<b>3,5</b>	<b>5,7</b>					
Std. error	0,2	0,5	0,7	0,4	0,2	0,6	0,4		0,2	1,0					
Stand. dev	1,5	3,7	3,9	3,0	1,4	1,8	1,6		0,5	5,5					
<b>Median</b>	<b>1,1</b>	<b>2,3</b>	<b>1,5</b>	<b>2,1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,9</b>	<b>2,8</b>		<b>3,7</b>	<b>3,8</b>					
25 prcnil	0,6	1,2	0,9	0,6	0,7	1,0	1,5		2,9	1,6					
75 prcnil	2,4	5,4	5,4	3,4	1,9	3,5	3,9		3,8	6,5					

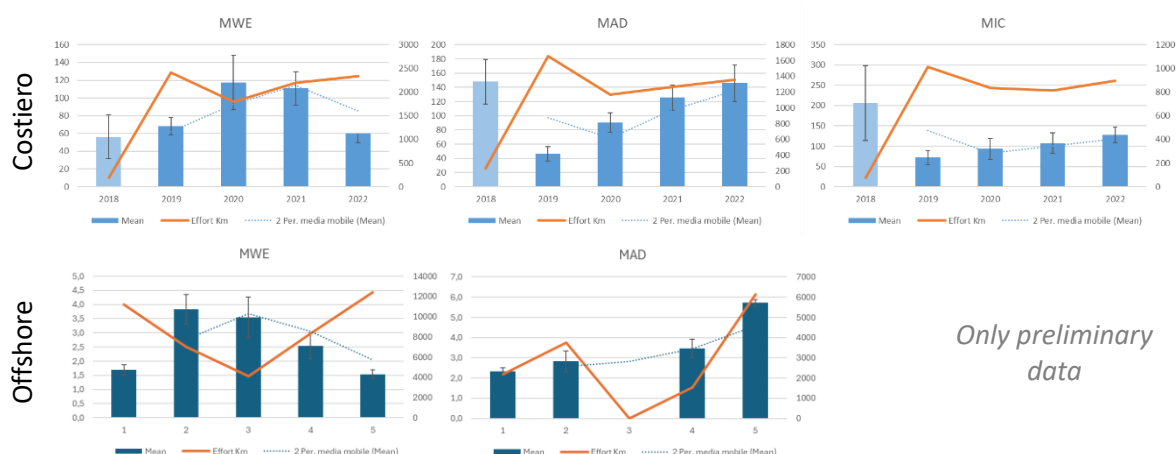


Figura 2.2.10. Andamento annuale della densità costiera e offshore di Macro Rifiuti Marini Galleggianti totale (FMML) per Sotto-regione indagata (Marine Reporting Unit – MRU: Mediterraneo Orientale (MWE), Adriatico (MAD), Mediterraneo Centrale (MIC). La linea continua arancione indica lo sforzo di campionamento (in km di effort) negli anni. La linea tratteggiata celeste indica l'andamento (trend) calcolato come media mobile.

Per il calcolo del trend sono state utilizzate tutte le annualità disponibili compreso il 2022. I risultati mostrano coerenza nei trend annuali del comparto costiero e offshore, con un trend in diminuzione nel 2022 nel Mediterraneo occidentale ed in aumento nell'Adriatico. Una maggiore stabilità è invece riscontrata in ambiente costiero nel Mediterraneo centrale.

### e) Threshold e GES

La definizione del BUONO STATO AMBIENTALE (GES) per il Descrittore 10, ai sensi del DM 15 febbraio 2019 recita: *“G 10.1 La composizione e la quantità dei rifiuti marini sul litorale, nello strato superficiale della colonna d’acqua, sul fondo marino, dei microrifiuti nello strato superficiale della colonna d’acqua e dei rifiuti marini ingeriti dagli animali marini sono tali da non provocare rilevanti impatti sull’ecosistema costiero e marino”*.

Ad oggi non sono stati stabiliti valori di riferimento ufficiali e non è stato stabilito alcun Valore Soglia (Threshold Value, TV) per i rifiuti marini galleggianti<sup>1</sup> (Vasilakopoulos et al. 2022). Sono disponibili dei range di valori di riferimento per ambiente costiero ed offshore (UNEP 2015; Arcangeli et al. 2020 Fig. 2.2.11) e per mega-rifiuti >30 cm in ambiente offshore (*“0.8 mega-debris per km, ranging between 0 and 111 litter items per km”*. UNEP, 2023). Per i rifiuti spiaggiati è stato stabilito un TV sul valore del 15mo percentile del totale dei valori di densità disponibili (20 oggetti/km<sup>2</sup>. Van Loon et al. 2020).

**Table 6**  
Reference density range values (items/km<sup>2</sup>) in the amount of floating marine macro litter for items  $\geq 2.5$  cm and  $\geq 20$  cm in three different environments: river mouth, coastal areas, high sea areas. N-A. = not assessed.

Sea areas	Range for item density $\geq 2.5$ cm (mean = median)	Range for item density $\geq 20$ cm (mean = median)
High sea	N.A.	1–10 items/km <sup>2</sup>
Coastal	0–600 items/km <sup>2</sup>	10–100 items/km <sup>2</sup>
Riverine	> 1000 items/km <sup>2</sup>	> 100 items/km <sup>2</sup>

Figura 2.2.11. Valori di riferimento per il range di rifiuti marini galleggianti (da Arcangeli et al. 2020).

Il MSFD TGML suggerisce due possibili approcci per il calcolo del valore di riferimento, in questo caso per i rifiuti spiaggiati: (a) l'uso delle abbondanze mediane di rifiuti spiaggiati in aree quasi incontaminate (ad esempio, in Groenlandia, 1,8 oggetti/100 m) e (b) l'uso di un valore di percentile basso (ad esempio, il 1°, il 5°, il 10° o il 15° valore di percentile) calcolato con il dataset di riferimento europeo sui rifiuti spiaggiati (Van Loon et al. 2020). Utilizzando lo stesso approccio per i rifiuti galleggianti, per la prima opzione andrebbero individuate le aree considerate incontaminate mentre nel secondo caso è possibile fare riferimento al dataset più completo disponibile, con l'esclusione dei valori zero se presenti in grande percentuale (assimilabili ad aree 'incontaminate').

<sup>1</sup> 'The threshold values still to be defined at Union level, in line with the Decision, are those for marine litter in the surface layer of the water column and in the seabed' (COMMUNICATION FROM THE COMMISSION Commission Notice on the threshold values set under the Marine Strategy Framework Directive 2008/56/EC and Commission Decision (EU) 2017/848 (C/2024/2078))

In accordo con le linee guida sull'Articolo 8 MSFD (European Commission, 2022) per il reporting è stato valutato lo stato e il GES in relazione all'elemento 'densità totale di macro-litter' (FMML).

Seguendo quindi l'approccio stabilito per i rifiuti spiaggiati, sono stati valutati i valori dei percentili di FMML utilizzando tutto il dataset disponibile dal 2018 al 2022 compreso, mantenendo separati i dataset per l'ambiente costiero ed offshore. La distribuzione delle frequenze dei valori di densità è mostrata in figura 2.2.12, con i valori dei percentili calcolati con i valori di densità '0' inclusi ed esclusi a destra.

Il MSFD TGML suggerisce per i rifiuti spiaggiati di utilizzare il valore mediano, invece della media, come valore soglia in quanto più robusto rispetto ai valori estremi, che possono essere frequenti in caso di elevata variabilità come nel caso dei rifiuti galleggianti fatto salvo di verificare la correlazione fra valori medi e mediani ( *'It was agreed in TG ML that the median assessment value is suitable for beach litter assessment, because it is robust against extreme values, which frequently occur in beach litter monitoring, and because median beach litter abundances show a good correlation with mean beach litter abundances'* . Van Loon et al. 2020). I risultati per i rifiuti galleggianti hanno però dato risultati inconsistenti quando testata la correlazione fra valori medi e mediani sia per Sotto-regioni, stagioni, che per anni. Inoltre, non essendo ancora stato stabilito un criterio unico a livello unionale per i rifiuti galleggianti, vengono di seguito riportati i risultati della valutazione sia rispetto all'utilizzo del valore medio che di quello mediano. Questo permette anche un confronto dei risultati con i dati di letteratura che generalmente riferiscono in termini di valori medi.

Costiero				Offshore			
Percentili	Valore (zero inclusi)	Percentili	Valore (zero esclusi)	Percentili	Valore (zero inclusi)	Percentili	Valore (zero esclusi)
10	0,0	10	10,8	10	0,4	10	0,4
15	0,0	15	14,4	15	0,5	15	0,6
20	0,0	20	20,2	20	0,7	20	0,8
25	0,0	25	32,5	25	0,9	25	0,9
30	0,0	30	35,9	30	1,0	30	1,1
35	0,0	35	48,2	35	1,1	35	1,2
40	0,0	40	59,4	40	1,2	40	1,3
45	7,2	45	70,0	45	1,5	45	1,5
50	14,7	50	80,7	50	1,6	50	1,7
55	30,5	55	98,2	55	1,8	55	1,9
60	38,9	60	108,1	60	2,2	60	2,2
65	60,7	65	125,3	65	2,6	65	2,6
70	78,9	70	146,1	70	2,9	70	2,9
75	106,3	75	178,0	75	3,3	75	3,5
80	131,6	80	223,1	80	3,9	80	4,0
85	175,6	85	286,1	85	4,6	85	4,7
90	263,9	90	378,1	90	5,9	90	6,0
95	424,5	95	590,4	95	8,5	95	8,6
Max	3633,3	Max	3633,3	Max	20,1	Max	20,1

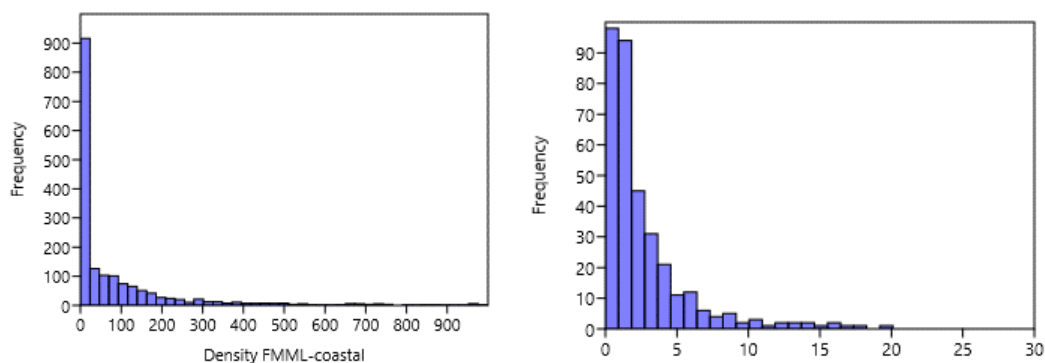


Figura 2.2.12. Distribuzione dei dati e calcolo percentili per l'ambiente costiero (sinistra) e offshore (destra).

In ambiente costiero i valori di densità pari a zero sono il 40% del totale: il valore soglia del 50mo percentile includendo le aree a rifiuti zero (assimilabile all'Opzione a. aree incontaminate, Van Loon et al., 2020) risulta molto simile al valore calcolato sul 15mo percentile del dataset in cui sono stati esclusi i casi a valore zero di rifiuti (assimilabile all'Opzione b. percentile basso calcolato su tutto il dataset, Van Loon et al., 2020). In ambiente offshore i valori zero risultano essere solo il 3% dei valori totali, per cui i percentili per i valori soglia non differiscono di molto quando usato il dataset completo o escludendo gli zero.

Considerata l'elevata variabilità riscontrata soprattutto in ambiente costiero, con elevati valori zero e picchi oltre i mille oggetti per Km<sup>2</sup>, l'elevato tasso di dispersione dei rifiuti in ambiente marino (Macias et al., 2022) ed il fatto che, una volta arrivati a mare, i rifiuti rimangono nell'ambiente (in colonna d'acqua o a fondo o frantumati in micro-litter), si è ritenuto inadeguato considerare l'opzione (a) (aree incontaminate) per il

calcolo del valore soglia, e si è quindi proceduto all'utilizzo del valore di percentile basso (15mo percentile, in coerenza con il TV spiaggiato) con l'esclusione dei valori zero sia in ambiente costiero che offshore.

Il calcolo dei valori soglia è stato quindi condotto escludendo i valori zero e utilizzando il 15mo percentile di tutto il dataset disponibile (Opzione b. Van Loon et al, 2020), ottenendo i valori soglia di **14.4 oggetti >2.5cm/Km<sup>2</sup>** in ambiente costiero e **0.6 oggetti >20cm/Km<sup>2</sup>** in ambiente offshore.

Le tabelle sotto mostrano i risultati della valutazione in ambiente costiero e offshore sulla base dei valori medi e medianti per il periodo 2018-2021: risultati in cinque classi di stato e rispetto al valore soglia calcolato sul 15mo percentile.

Tabella 2.2.5. Threshold e GES per ambiente costiero Opzione b (Van Loon et al., 2020): percentili calcolati con esclusione dei valori densità pari a zero

				MWE	MAD	MIC
Min	0	GOOD	GES		0 (median)	
10prcnt	10.8			12,6 (median)		10.8 (median)
15prcnt	14.4	MODERATE				
25prcnt	32.5	POOR				
50prcnt	80.7	BAD	NO GES	91,6 (mean)	98,5 (mean)	101,2 (mean)
75prcnt	178	VERY BAD				
Max	3633.3					

Tabella 2.2.6. Threshold e GES per ambiente offshore Opzione b (Van Loon et al., 2020): percentili calcolati con esclusione dei valori densità pari a zero

				MWE	MAD	MIC
Min	0	GOOD	GES			ND
10prcnt	0.4					
15prcnt	0.6	MODERATE				
25prcnt	0.9	POOR				
50prcnt	1.7	BAD	NO GES	1.6 (median)	2.8 (mean& median)	ND
75prcnt	3.5	VERY BAD		2.7 (mean)		
Max	20.1					



Il GES non è raggiunto in tutte le Sotto-regioni, sia in ambiente costiero che offshore, con gradazioni da moderato a cattivo. Solo i valori delle mediane in ambiente costiero nelle Sotto-regioni Adriatico e Mediterraneo centrale sembrano rientrare nei valori soglia. Questo dato è però da prendere con estrema cautela, essendo guidato da una estrema variabilità con un numero elevati di casi con valore zero e picchi che raggiungono i 4000 oggetti al km<sup>2</sup>. Questo può essere dovuto alla lunghezza limitata dei singoli transetti (ca 3 miglia nautiche) e alla estrema variabilità di condizioni rilevate in ambiente costiero che possono determinare momenti estremi di accumulo o di dispersione (es. venti da terra). Considerando l'impossibilità che i rifiuti giunti a mare possano essere eliminati, il dato di assenza deve quindi essere letto principalmente come eventi di maggiore dispersione dei rifiuti in altre aree o altri comparti (offshore, fondo, micro). Si raccomanda quindi l'utilizzo dei valori medi.

In linea con le linee guida Articolo 8 MSFD (European Commission, 2022), per le categorie di litter (Polimeri Artificiali, Single Use Plastic – SUP, e Fishing Gear – FG) è stato valutato il trend negli anni disponibili (Figura 2.2.13)

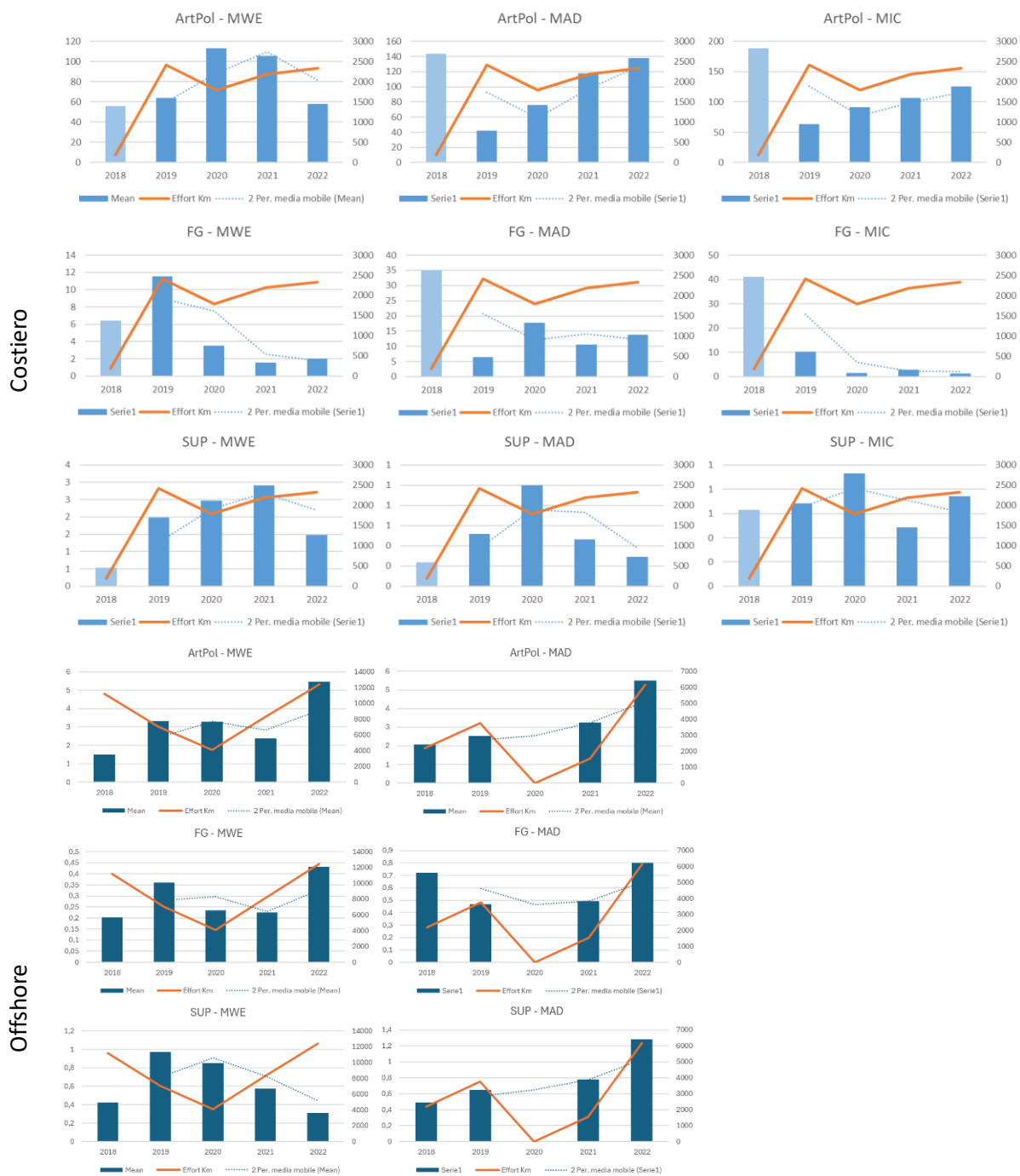


Figure 2.2.13. Tendenze delle categorie di litter (Polimeri Artificiali - ArtPol, Single Use Plastic – SUP, e Fishing Gear – FG) dal 2018 al 2022. Linea piena arancione l’effort, linea spzzata tendenza su media mobile di due anni.

## 2.4 MONITORAGGIO DEI “RIFIUTI SUL FONDO” - CRITERIO D10C1

Il programma di monitoraggio dei rifiuti marini sul fondo prevede l’acquisizione di informazioni su distribuzione spaziale, tipologia e quantità di rifiuti presenti sul fondo delle aree di indagine e l’eventuale impatto che questi possono arrecare ad organismi bentonici. Al fine di ridurre ed ottimizzare gli sforzi di campionamento, il programma “Rifiuti sul fondo” è associato ai programmi di monitoraggio del D1 “Monitoraggio dell’habitat a coralligeno” e “Monitoraggio dell’habitat a coralli profondi e coralli bianchi”. I programmi prevedono di svolgere attività di campo nel corso delle quali siano acquisiti dati relativi alla distribuzione, all’estensione e alla condizione dell’habitat, nonché dati sulla distribuzione ed impatto dei rifiuti marini, mediante l’applicazione di protocolli di indagine standardizzati, basati sull’ acquisizione di dati acustici (ecoscandaglio multibeam, MBES) e video (Remotely Operated Vehicle, ROV).

I criteri primari e secondari associati e considerati per la valutazione sono:

D10C1 - composizione, quantità e distribuzione spaziale dei rifiuti sul fondo marino;

D10C4 - numero di individui di ciascuna specie target che subiscono danni a causa dei rifiuti, come ad esempio l’impigliamento.

I parametri considerati sono:

- Composizione, abbondanza e distribuzione dei rifiuti marini;
- Effetto dei rifiuti sulle comunità bentoniche (impigliamento).

Le informazioni riguardanti questi due tipologie di habitat sono state raccolte nel corso delle attività di monitoraggio in mare condotte dalle Agenzie Regionali per la Protezione dell’Ambiente (ARPA) per il coralligeno, fino ad una profondità di 100 metri, e da ISPRA per i coralli profondi e coralli bianchi a profondità superiori (oltre 100 m di profondità).

### 2.4.1 Fondi a coralligeno

I risultati qui riportati e utilizzati per la valutazione sono relativi al primo e secondo ciclo della MSFD italiana (2015-2019) per l’habitat coralligeno. Le attività di monitoraggio sono state condotte dalle ARPA in ciascuna regione italiana in cui era nota la presenza di habitat coralligeno, ovvero Calabria, Campania, Lazio, Liguria, Puglia, Sardegna, Sicilia e Toscana (Fig. 2.3.1). Le aree monitorate sono state individuate da dati bibliografici entro 12 Mn dalle coste italiane e/o 100 m di profondità, selezionando quelle quanto più rappresentative possibile delle diverse condizioni ambientali di ciascuna regione italiana. I dati raccolti hanno incluso rilievi preliminari effettuati mediante MBES e/o Side Scan Sonar, per acquisire dati batimorfologici sulla natura e

conformazione del substrato su aree ampie 25 km<sup>2</sup>. Queste mappe sono state utilizzate per identificare aree rocciose dove verificare la presenza e l'estensione degli habitat del coralligeno attraverso veicoli a comando remoto (ROV) seguendo un protocollo MSFD *ad hoc* (MATTM-ISPRA, 2019). In ciascuna area sono stati individuati tre siti e, in ciascuno di essi, sui reef del coralligeno sono stati effettuati tre transetti della lunghezza di 200 m. In questi ambienti sono stati raccolti dati sulla quantità, composizione e distribuzione dei rifiuti marini e sul loro impatto (*entanglement*) sulle specie strutturanti che formano l'habitat. I rifiuti sono stati catalogati seguendo la *MSFD Joint List of Litter Categories* (Fleet et al. 2021), anche laddove i monitoraggi erano stati condotti prima dell'introduzione di questa lista aggiornata. I valori sono stati aggregati a livello di sotto-regioni e sono stati calcolati come macrocategorie (Plastica e polistirolo, gomma, tessuti, carta e cartone, legno, metallo, vetro/ceramica, rifiuti sanitari, rifiuti medici, feci) su base percentuale, per avere indicazione della composizione dei rifiuti. L'abbondanza di rifiuti sul fondo è stata calcolata come items 100 m<sup>-2</sup> per ciascun transetto, includendo tutte le categorie di rifiuti. Per la valutazione, sono stati utilizzati i dati relativi a 95 aree afferenti alle tre sottoregioni italiane, a profondità comprese tra 14 e 199 m. La maggior parte delle aree (n = 69, 72,6 %) è situata nella sottoregione MWE, poiché l'habitat coralligeno in Italia è presente principalmente in questa sottoregione.

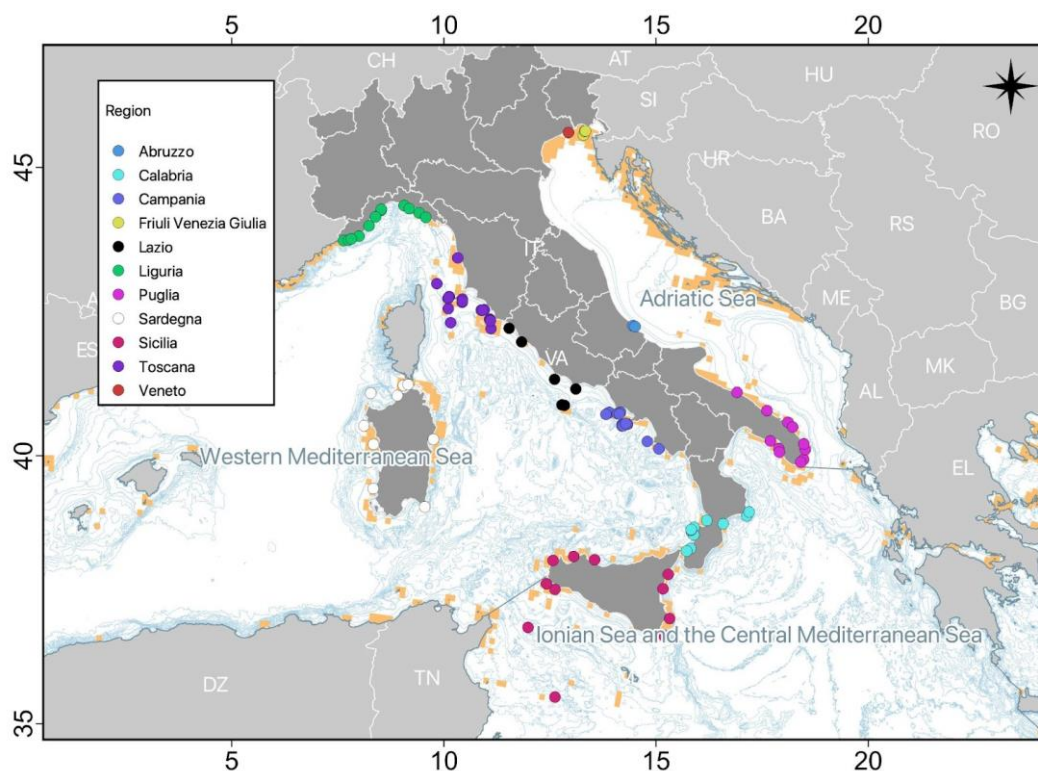


Fig.2.3.1 Distribuzione spaziale delle aree indagate nelle tre Sottoregioni relative al monitoraggio sul coralligeno (n. 95 aree), per i parametri relativi ai criteri D10C1 e D10C4 della Decisione UE 2017/48 della Commissione Europea.

## 2.4.2 Biocenosi dei coralli profondi – coralli bianchi

Nel corso degli anni 2020 e 2021, ISPRA ha condotto cinque campagne oceanografiche per lo studio degli habitat profondi e dei coralli bianchi. Nei mesi di agosto e settembre 2020, sono stati esplorati alcuni siti nelle aree del Canyon di Dohrn (CD) e del Canale di Corsica (CC) per i coralli bianchi. Successivamente, a luglio e agosto 2021, sono stati studiati alcuni siti intorno l'isola di Linosa (LI), di fronte Siracusa (SS) e nelle acque dell'Arcipelago Pontino (AP) (Tabella 2.3.1, Fig. 2.3.2) per le biocenosi dei coralli profondi.

Complessivamente, durante le attività di monitoraggio, sono state effettuate da ISPRA 46 immersioni con il ROV: 11 nel CD, 4 nel CC, 6 nel LI e 13 nel SS e 23 nel AP (Tabella 2.3.1, Fig. 2.3.2). Nel complesso, le attività svolte hanno totalizzato 85 ore di rilievi video ROV, coprendo una distanza lineare di 33 km, consentendo di quantificare la presenza di rifiuti marini. In questi ambienti sono stati raccolti dati sulla quantità, composizione e distribuzione dei rifiuti marini e sul loro impatto (*entanglement*) sulle specie strutturanti seguendo un protocollo *ad hoc* (Angiolillo et al 2023a). I rifiuti sono stati catalogati seguendo la *MSFD Joint List of Litter Categories* (Fleet et al. 2021), anche laddove i monitoraggi erano stati condotti prima dell'introduzione di questa lista aggiornata. I valori sono stati aggregati a livello di sotto-regioni e sono stati calcolati per macrocategorie (Plastica e polistirolo, gomma, tessuti, carta e cartone, legno, metallo, vetro/ceramica, rifiuti sanitari, rifiuti medici, feci) su base percentuale, per avere indicazione della composizione dei rifiuti. L'abbondanza di rifiuti sul fondo è stata calcolata come items 100 m<sup>2</sup> per ciascun transetto, includendo tutte le categorie di rifiuti.

Tabella 2.3.1 Aree di indagine del monitoraggio ISPRA MSFD Coralli profondi – coralli bianchi (n. 46 stazioni) per i parametri per i parametri relativi ai criteri D10C1 e D10C4 della Decisione UE 2017/48 della Commissione Europea.

Anno	Sottoregione	Area	Dive (n.)	Profondità (m)
2020	Mediterraneo Occidentale	Canyon Dohrn	11	322–452
2020	Mediterraneo Occidentale	Canale di Corsica)	4	341–457
2021	Mediterraneo Centrale e Mar Ionio	Isola di Linosa	6	115–345
2021	Mediterraneo Centrale e Mar Ionio	Siracusa	13	76–358
2021	Mediterraneo Occidentale	Arcipelago Pontino	23	100–270

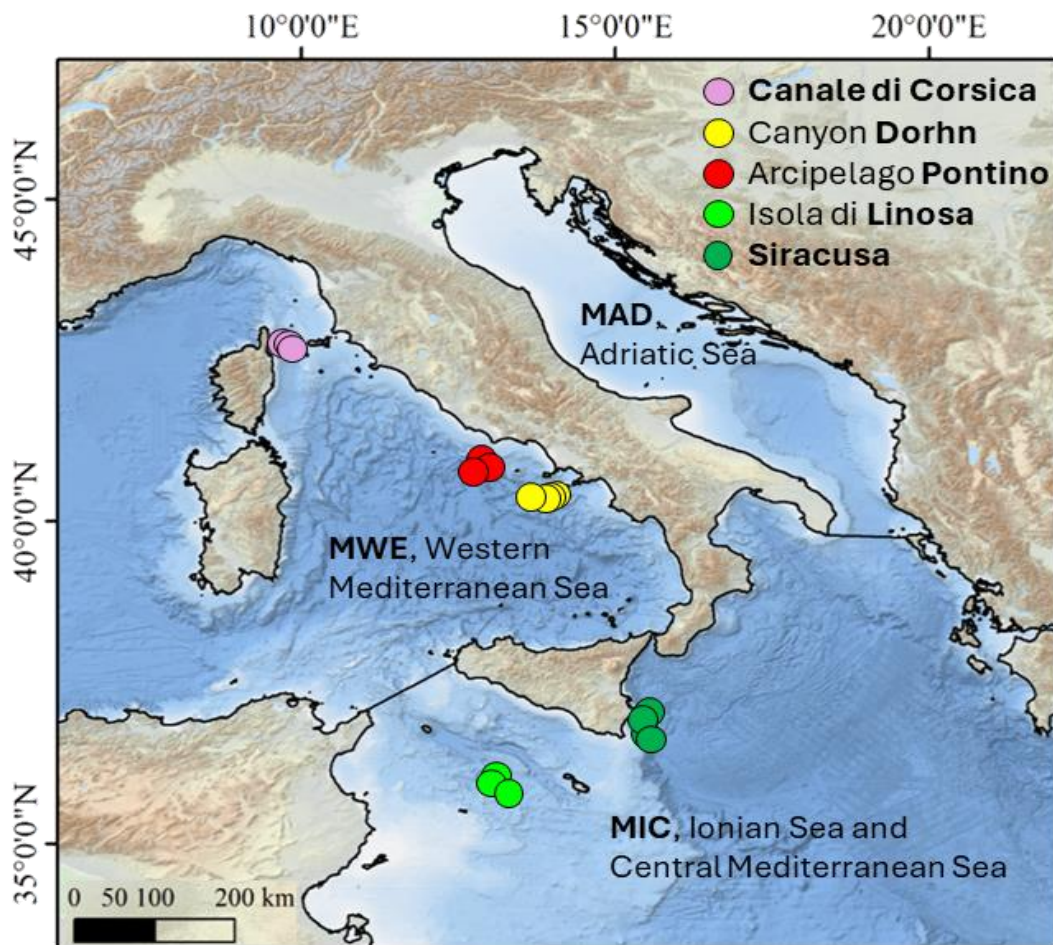


Fig. 2.3.2 Distribuzione spaziale delle aree indagate nelle Sottoregioni “Mediterraneo Occidentale” (Canyon Dohrn, Canale di Corsica e Arcipelago Pontino) e “Mediterraneo Centrale e Mar Ionio” (Isola di Linosa e Siracusa) relative al monitoraggio ISPRA coralli profondi – coralli bianchi (n. 46 stazioni), per i parametri relativi ai criteri D10C1 e D10C4 della Decisione UE 2017/48 della Commissione Europea.

### 2.4.3 Risultati

#### Fondi a coralligeno

I dati negli anni di riferimento (2015 e 2019) sono relativi a cicli di esplorazione, pertanto, la mancanza di una replicabilità temporale del dato in una stessa area non ha consentito la quantificazione di un eventuale trend nella distribuzione dei rifiuti e del loro impatto sulle comunità bentoniche. Non esiste nemmeno una definizione dei valori soglia, né a livello nazionale che unionale o UNEP/MAP. Tuttavia, i dati raccolti permettono di ampliare le conoscenze sulla distribuzione dei rifiuti sul fondo nei mari italiani in aree caratterizzate dalla presenza di biocenosi e habitat di pregio, che costituiranno la base di riferimento per il prossimo ciclo attuativo ai fini della valutazione. Comunque, un tentativo di quantificare il GES per il Criterio

D10C1 è stato fatto, utilizzando l'approccio definito nel "2023 Mediterranean Quality Status Report" (UNEP/MED WG.550/13).

Complessivamente, sono stati censiti 4316 rifiuti lungo gli affioramenti del coralligeno italiani (Angiolillo et al. 2023b). La categoria più comune è quella dei polimeri artificiali (89,3%), seguiti da materiali non identificati (5,5%), metallo (1,5%) e vetro/ceramica (1,6%) (Tabella 2.3.2). I rifiuti legati alla pesca (principalmente lenze, cime e reti) costituiscono la maggior parte dei rifiuti trovati (86,04%), interessando gli affioramenti del coralligeno in quasi tutte le aree monitorate (94%). La densità mediana dei rifiuti è di 2 items 100 m<sup>-2</sup> (media = 5,48 items 100 m<sup>-2</sup>) ed emergono differenze significative a livello di subregione nella quantità di rifiuti (KW-H (2, 692) = 24,21, p < 0,001; Fig. 2.3.3, Tabella 2.3.3). La sottoregione Mare Adriatico presenta le densità di rifiuti minori (mediana = 1 items 100 m<sup>-2</sup>; media = 1,91 items 100 m<sup>-2</sup>), mentre la sottoregione Mar Mediterraneo occidentale è quella risultata più contaminata (mediana = 3 items 100 m<sup>-2</sup>; media = 6,75 items 100 m<sup>-2</sup>). La sottoregione del Mar Ionio e del Mediterraneo centrale è caratterizzata da una densità mediana di 2 items 100 m<sup>-2</sup> (media = 3,56 items 100 m<sup>-2</sup>).

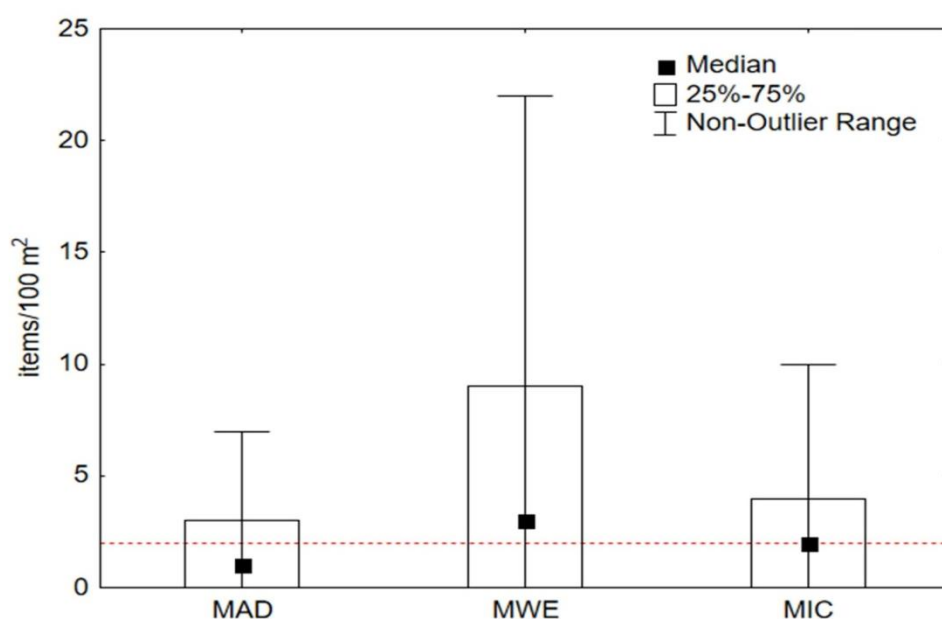


Figura 2.3.3. Densità dei rifiuti marini (items 100 m<sup>-2</sup>) per sottoregione, stimata dalle indagini visive (ROV). I riquadri indicano il 25° e il 75° percentile, mentre le linee verticali indicano l'intervallo dei valori. Il quadrato nero indica la mediana. La linea rossa tratteggiata rappresenta il valore mediano della densità dei rifiuti a livello nazionale (2 oggetti 100 m<sup>-2</sup>).

Tabella 2.3.2 Elenco, fonte e percentuale (%) delle sottocategorie registrate durante i rilievi visivi della MSFD tra il 2015 e il 2019 su scogliere coralligene in acque italiane.

Category	Subcategory	Source	%
Artificial polymer materials	Lines	Fisheries & Aquaculture	49.37
Artificial polymer materials	Ropes	Fisheries & Aquaculture	23.62
Artificial polymer materials	Nets	Fisheries & Aquaculture	9.95
Undefined	Other	Non-Sourced	5.50
Artificial polymer materials	Plastic objects	Shoreline, Tourism and Recreational Activities	2.20
Glass/ceramics	Glass objects	Non-Sourced	1.60
Artificial polymer materials	Pots	Fisheries & Aquaculture	1.31
Metal	Metal objects	Non-Sourced	1.28
Artificial polymer materials	Ghost nets	Fisheries & Aquaculture	1.26
Rubber	Tyres	Shipping / Fly-Tipping	1.07
Artificial polymer materials	Plastic bags	Shoreline, Tourism and Recreational Activities	1.05
Processed/worked wood	Wood machined	Non-Sourced	0.50
Cloth/textile	Textile objects	Non-Sourced	0.45
Artificial polymer materials	Trawl nets	Fisheries & Aquaculture	0.29
Artificial polymer materials	Gillnets	Fisheries & Aquaculture	0.24
Metal	Anchors	Shipping	0.24
Metal	Oil barrels	Fly-Tipping	0.03
Paper/cardboard	Paper	Non-Sourced	0.03
Rubber	Rubber objects	Non-Sourced	0.03

Tabella 2.3.3. Statistiche riassuntive della densità totale di rifiuti sul fondo nel coralligeno (items 100 m<sup>-2</sup>) nelle tre sottoregioni e a livello nazionale (2015-2019). MWE = Mar Mediterraneo occidentale; MIC = Mar Ionio e Mediterraneo centrale; MAD = Mar Adriatico.

	N. transects	Mean	Median	Min	Max	Q1	Q3	Std. Dev.	Std. Error
<b>MAD</b>	98	1.91	1	0	17	0	3	2.70	0.27
<b>MWE</b>	468	6.75	3	0	120	0	9	11.07	0.51
<b>MIC</b>	126	3.56	2	0	29	0	4	4.90	0.44
<b>Overall</b>	692	5.48	2	0	120	0	7	9.58	0.36



#### 2.4.4 Threshold e GES

Sebbene attualmente per l'indicatore dei rifiuti marini sul fondo non esista un valore soglia accordato ed utilizzato, né a livello Europeo né nell'ambito della Convenzione di Barcellona, si è deciso di far riferimento alla metodologia di elaborazione del valore soglia, per il criterio D10C1, adottata nel "2023 Mediterranean Quality Status Report" (UNEP/MED WG.550/13).

Il valore soglia, quindi, è stato calcolato analizzando la mediana della densità dei rifiuti sul fondo del coralligeno, sull'intero dataset (anni 2015-2019) e considerando il valore del 15° percentile (1 item 100 m<sup>-2</sup>). Per valutare il raggiungimento del GES, il valore di abbondanza per ogni transetto è stato confrontato con il valore soglia e a ciascun transetto è stata assegnata una delle 6 classi di stato (high, good, moderate, poor, bad, very bad; Tabella 2.1.3). In base alla percentuale di transetti in uno stato tra alto e buono è stato valutato il raggiungimento del GES. A livello nazionale il 56.2% dei transetti per il Criterio D10C1 non è in GES (Tabella 2.3.4). Tale valore negativo sembra essere trainato soprattutto dalla sotto-Regione Mediterraneo Occidentale, che presenta il 37.8% dei transetti in pessimo stato, mentre la sotto-Regione Adriatica mostra un valore di Buono Stato Ecologico per circa il 59.2% di transetti analizzati (Tabella 2.3.5). Questo può essere però dovuto al numero minore di transetti monitorati in questa sottoregione.

Il GES non è raggiunto, eccetto per la sottoregione adriatica (Tabella 2.3.5). Va sottolineato che questo dato è però da prendere con estrema cautela, nonostante rispecchi le conoscenze attuali ed i dati presenti in letteratura.

Ai fini della valutazione per questa sottoregione lo stato del criterio esaminato (D10C1) è 'Not good'.

Tabella 2.3.4 Macro-rifiuti sul fondo. Percentuali dei transetti nella sottoregione Mar Adriatico, ricadenti in una delle 6 classi ai fini della valutazione: GES – nonGES.

Intervallo del Valore soglia (TV)	Condizione	n. totale transetti	% transetti ITALY	% transetti WME	% transetti MIC	% transetti MAD
≤ 0,5 x TV	Elevata	217	31.4	30.1	28.6	40.8
0,5 x TV < ≤ 1 x TV	Buona	86	12.4	11.3	11.9	18.4
1 x TV < ≤ 2 x TV	Moderata	61	8.8	6.4	15.1	12.2
2 x TV < ≤ 5 x TV	Povera	116	16.8	14.3	23.0	20.4
> 5 x TV	Pessima	212	30.6	37.8	21.4	8.2

Tabella 2.3.5 GES-NO GES per il Criterio D10C1 applicando la suddivisione proposta dall'UNEP nel report QSR2023 (UNEP/MED WG.550/13)

Intervallo valori soglia (TV)	Condizione	MWE	MIC	MAD
≤ 0,5 x TV	HIGH	GES 41.5%	GES 40.5%	GES 59.2%
0,5 x TV < ≤ 1 x TV	GOOD			
1 x TV < ≤ 2 x TV	MODERATE	NO GES 58.5%	NO GES 59.5%	NO GES 40.8%
2 x TV < ≤ 5 x TV	POOR			
> 5 x TV	VERY BAD			

#### Biocenosi dei coralli profondi – coralli bianchi

I monitoraggi nei due anni di riferimento (2020 e 2021) sono stati eseguiti su aree diverse; pertanto, la mancanza di una replicabilità temporale del dato in una stessa area non ha consentito la quantificazione di un eventuale trend nella distribuzione dei rifiuti e del loro impatto sulle comunità bentoniche. Non esiste nemmeno una definizione dei valori soglia, né a livello nazionale che unionale o UNEP/MAP.

Tuttavia, i dati raccolti permettono di ampliare le conoscenze sulla distribuzione dei rifiuti sul fondo nei mari italiani in aree caratterizzate dalla presenza di biocenosi e habitat di pregio, che costituiranno la base di riferimento per il prossimo ciclo attuativo ai fini della valutazione. Pertanto, sono riportati di seguito i risultati per sottoregione per ciascuna tipologia di habitat, per i quali è stato possibile fornire una baseline.

#### **Biocenosi dei coralli profondi - Sottoregione Mediterraneo occidentale**

Nella sottoregione Mediterraneo occidentale, nelle aree indagate per una superficie esplorata di circa 19200 m<sup>2</sup>, sono stati trovati un totale di 413 rifiuti. I tipi di rifiuti dominanti erano caratterizzati da polimeri artificiali, principalmente legati alle attività di pesca (82,6%), rappresentati prevalentemente da lenze (63,4%), cime (12,3%) e reti (6,8%) (Fig. 2.3.4). Un minor contributo era fornito dalla spazzatura generica, rappresentata da vari oggetti di plastica (7,7%), come bottiglie, bicchieri, sacchetti e altri imballaggi, vetro (bottiglie) e ceramica (6,1%) e oggetti di metallo (2,4%). La densità dei rifiuti media è di circa 2,1 items 100 m<sup>-2</sup> e varia da 0 a 5,9 items 100 m<sup>-2</sup>. I rifiuti erano distribuiti in tutto il range batimetrico, compreso tra 100 m e 270 m. La presenza di attrezzi da pesca persi/abbandonati è risultato un fattore cruciale nel determinare gli eventi di

*entanglement*, che nella maggior parte dei casi erano dovuti a lenze (56,9%), cime (39,9%) e reti (2,9%). In totale sono stati registrati 276 eventi di *entanglement* su 3424 organismi strutturanti, con una percentuale totale del 8% di organismi impigliati. Gli organismi maggiormente danneggiati sono risultati essere gli antozoi strutturanti, in particolar modo le specie più cospicue come gli antipatari, *Parantipathes larix* (45,0% dei casi), *Antipathella subpinnata* (23,6% dei casi) e *Leiopathes glaberrima* (9,1% dei casi); la spugna massiva *Pachastrella monilifera* (6,9% dei casi); la gorgonia *Paramuricea macrospina* (4,3% dei casi); la scleractinia *Dendrophyllia cornigera* (3,6%) e altre specie di piccole gorgonie e spugne (che associate raggiungono circa il 8% del totale).

Ai fini della valutazione per questa sottoregione lo stato dei criteri esaminati (D10C1 e D10C4) è 'Unknown'.

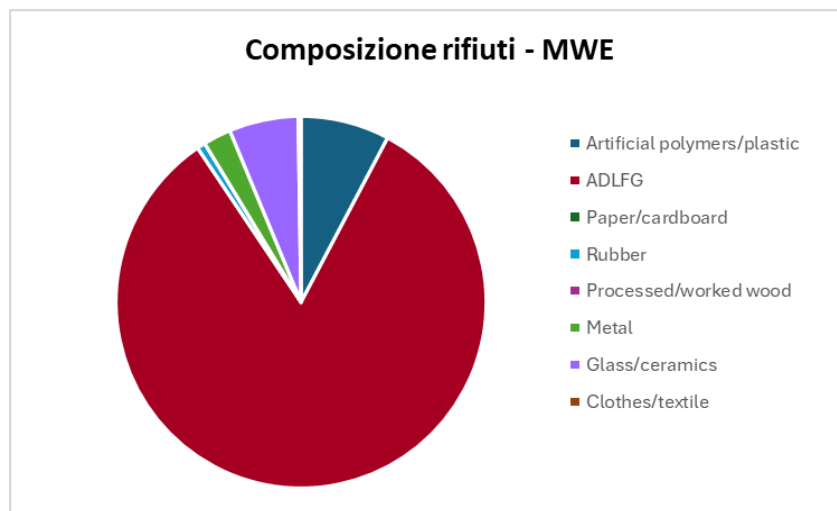


Figura 2.3.4 Composizione percentuale delle principali categorie di rifiuti marini trovati sul fondo delle biocenosi dei coralli profondi investigate nel Mediterraneo occidentale.

### Biocenosi dei coralli profondi - Sottoregione Ionio e Mediterraneo centrale

Nella sottoregione mar Ionio - Mediterraneo centrale, nelle aree indagate, per una superficie esplorata di circa 5.600 m<sup>2</sup>, sono stati trovati un totale di 204 rifiuti (Angiolillo et al., 2022, 2023c). I tipi di rifiuti dominanti erano caratterizzati da polimeri artificiali, legati alle attività di pesca (54,9%), come lenze (34,0%) e cime (12,1%) (Fig. 2.3.5). Altre tipologie di rifiuti frequentemente osservati erano composte da altri oggetti plastica (17,6%), come ad esempio teli, bottiglie e frammenti, bottiglie di vetro e mattoni forati (12,3%), oggetti metallici e lattine (4,4%). I rifiuti erano distribuiti in tutto il range batimetrico, compreso tra 72 m e 360 m. La densità di rifiuti media è di circa 3,6 items 100 m<sup>-2</sup> e variava da 0 items 100 m<sup>-2</sup> a 8,5 items 100 m<sup>-2</sup>. Le aree esplorate hanno compreso anche fondi mobili ed alcuni rifiuti erano parzialmente sepolti, rendendo difficile la corretta identificazione. Sono stati osservati 15 fenomeni di impigliamento su diverse colonie del corallo nero *A. suppinata* (~3% dei casi), su colonie di *Dendrophyllia ramea* (~10 % dei casi) e su un Cerianthario. La presenza di epibionti è stata osservata sui rifiuti di grandi dimensioni, con briozoi, spugne e bivalvi, insediati sulle loro superfici.

Ai fini della valutazione per questa sottoregione lo stato dei criteri esaminati (D10C1 e D10C4) è 'Unknown'.

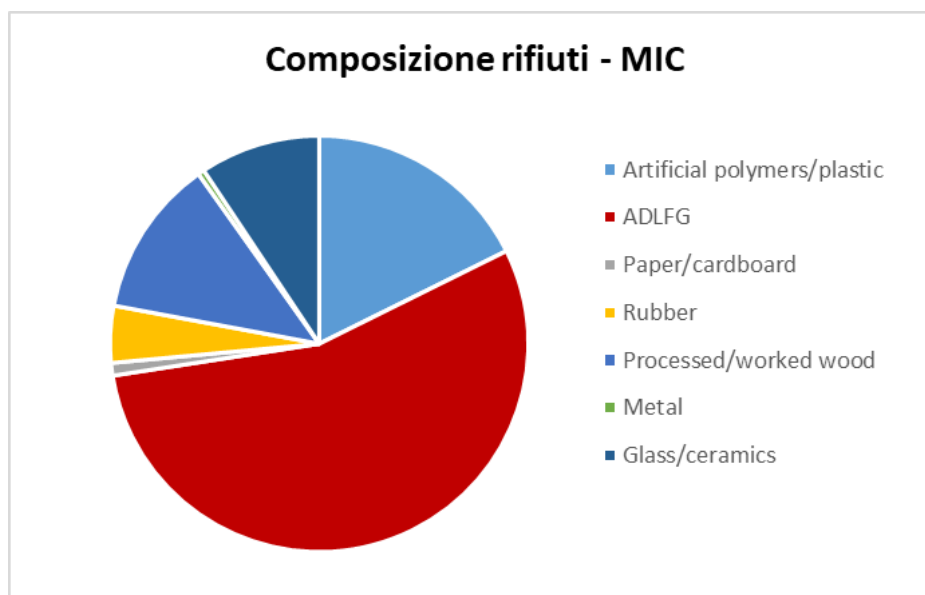


Figura 2.3.5. Composizione percentuale delle principali categorie di rifiuti marini trovati sul fondo delle biocenosi dei coralli profondi investigate nel Mediterraneo occidentale.

### Biocenosi dei coralli bianchi - Sottoregione Mediterraneo occidentale

Nella sottoregione Mediterraneo occidentale, nelle aree indagate per una superficie esplorata di circa 18.538 m<sup>2</sup>, sono stati trovati un totale di 139 rifiuti (Angiolillo et al., 2023a). I tipi di rifiuti dominanti erano caratterizzati da polimeri artificiali, principalmente legati alle attività di pesca (85,6%), come lenze (62,2%), cime (17,3%) e piccoli frammenti di reti (5,2%) (Fig. 2.3.6). Altre tipologie di rifiuti osservati erano composte da oggetti metallici e lattine (5,8%), bottiglie di vetro (3,6%), teli di plastica e vestiti. I rifiuti sono stati trovati lungo tutte le batimetriche esplorate, ma principalmente a 360-380 e 430-450 m. La densità di rifiuti media era di circa 0,8 items 100 m<sup>-2</sup> e variava da 0,34 items 100 m<sup>-2</sup> a 1,60 items 100 m<sup>-2</sup>. Per quanto riguarda l'impatto dei rifiuti sugli attrezzi da pesca, circa il 47% degli attrezzi da pesca persi era in diretto contatto con le specie strutturanti. Un totale di 173 colonie/esemplari di 11 specie strutturanti sono state oggetto d'impigliamento: *Desmophyllum pertusum*, *D. dianthus*, *Madrepora oculata*, *Cerhiantus* sp., *Leiopathes glaberrima*, *Parantipathes larix*, *Callogorgia verticillata*, *Muriceides lepida*, *Paramuricea hirsuta*, *Viminella flagellum* e *Neopycnodonte zibrowii*. Diverse colonie di coralli bianchi (*M. oculata*), inoltre, sono state osservate crescere direttamente sugli attrezzi persi, soprattutto sulle lenze.

Ai fini della valutazione per questa sottoregione lo stato dei criteri esaminati (D10C1 e D10C4) è 'Unknown'.

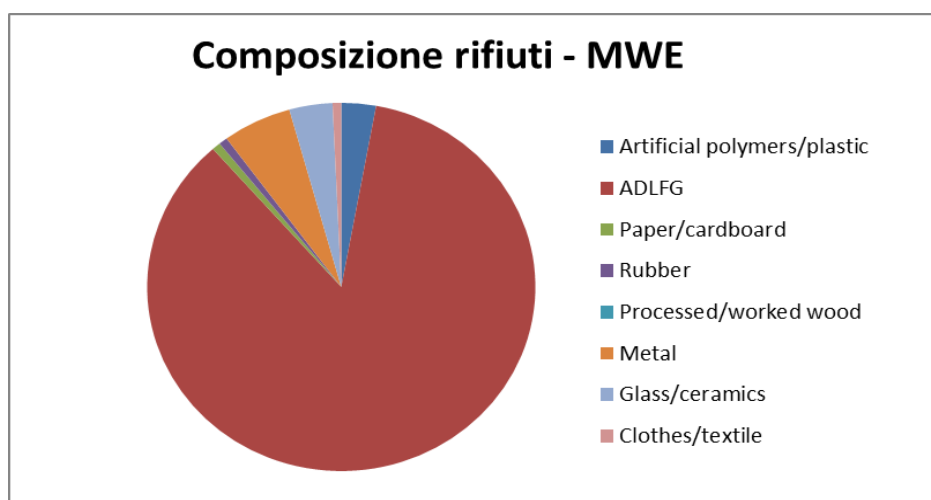


Figura 2.3.6 Composizione percentuale delle principali categorie di rifiuti marini trovati sul fondo nelle aree a coralli bianchi investigate del Mediterraneo occidentale.

## 2.5 MONITORAGGIO DEI “MICRORIFIUTI” - CRITERIO D10C2

Per il Criterio D10C2 – Microrifiuti, l'Italia ha effettuato il monitoraggio dei microrifiuti nello strato superficiale della colonna d'acqua. Composizione, quantità e distribuzione dei microrifiuti sulla superficie della colonna d'acqua tali da non provocare danni all'ambiente costiero e marino sono tra i requisiti per raggiungere il buono stato ambientale delle acque marine, ai fini dell'attuazione della Direttiva. Nell'analisi del dato raccolto in Italia si evince che circa il 99% dei microrifiuti campionati risultano essere composti da microplastiche e quindi ascrivibili alla categoria "polimeri artificiali", mentre solo l'1% farebbe parte di "altro". Pertanto, nell'ottica di uniformarci alla trattazione UNEP/MAP, solo la frazione microplastiche è stata utilizzata per l'analisi dei trend, del valore soglia e del possibile GES. La definizione utilizzata in questo report deriva quindi da Matiddi et al., 2021 e UNEP/MED WG.509/34-2021 *“All sorts of small particles of plastic, less than 5 mm in two of the three dimension or diameter that pass through a 5 mm mesh screen but are retained by a lower one, according to the chosen size class”* (microparticelle di plastica, che hanno una dimensione inferiori a 5 mm in due delle tre dimensioni o nel diametro, che passano attraverso un setaccio con maglie di 5 mm ma sono trattenute da una maglia di dimensioni inferiore, in base alla classe di dimensioni scelta). In questo caso il valore minimo è 330 µm della maglia della rete manta con cui si effettuano i campionamenti. È molto difficile assegnare l'origine dei microrifiuti una volta che entrano nell'ambiente. Le microparticelle in mare hanno una doppia provenienza: primaria e secondaria. La primaria include la produzione di microparticelle quali pellets e microgranuli usati nella cosmetica o prodotti abrasivi di pulizia prodotti dalle industrie. La secondaria proviene dalla frammentazione e degradazione in piccole particelle da macrorifiuti. I dati elaborati ai fini di questa valutazione sono riferiti alle tre sottoregioni (Adriatico, Ionio e Mediterraneo centrale, Mediterraneo occidentale) considerando gli anni 2016-2021. Il numero delle stazioni campionate è stato 225, su transetti distanti dalla costa 0.5, 1,5, 3, 6, 12, 24 miglia nautiche, per un totale di 1210 campioni analizzati. La posizione delle stazioni per il monitoraggio costiero è stata determinata in base alle caratteristiche dell'area di studio (ad esempio, zone di afloramento e di affondamento, aree di accumulo per le condizioni idrodinamiche locali, distanza dalle fonti di input dirette, come le bocche dei fiumi, distanza dalle strutture portuali o insediamenti urbani rilevanti, ecc.). La posizione delle stazioni per il campionamento offshore è stata individuata affinché fossero complementari a quelle costiere e/o rientrare nelle aree di accumulo previste dai modelli predittivi. Il campionamento e le analisi dei microrifiuti nello strato superficiale della colonna d'acqua sono stati effettuati secondo le linee guida UNEP/MED WG.509/34-2021 e MSFD Technical Group on Marine Litter. 2023. E' stata quindi utilizzata una particolare rete tipo “manta” (maglia di 330 µm), costruita appositamente per navigare nello strato superficiale della colonna d'acqua e campionare quindi entro lo strato interessato dal rimescolamento causato dal moto ondoso. Una volta in posizione nel

punto di campionamento, la rete veniva calata e trainata per 20 minuti lungo un percorso lineare, con velocità compresa tra 1 e 2 nodi in modo da permettere alla rete di filtrare l'acqua senza rigurgiti. La cala di 20 minuti viene realizzata in senso opposto alla corrente superficiale o comunque alla direzione del vento. Il materiale raccolto nel bicchiere raccogliatore è stato trasferito su due setacci (da 5 mm e 300 µm) e sciacquato, al fine di recuperare tutte le microparticelle. Il calcolo della quantità di microparticelle/m<sup>2</sup> viene eseguito sulla base della superficie di acqua filtrata (S) calcolata mediante la seguente formula:

$$S = L \times I$$

dove:

L è la lunghezza del percorso lineare campionato

I è la larghezza della bocca della manta

Le frazioni di campione contenenti le microparticelle sono state trasferite in beker di vetro, successivamente spostati su piastre Petri con fondo retinato e analizzate allo stereomicroscopio associato a videocamera con software per analisi immagini e misurazioni. Si è proceduto poi con lo smistamento (*sorting*) della componente flottante separando, con l'ausilio di una pinzetta, il materiale plastico da altri residui di tipo organico (vegetali, legno ecc.). Le microplastiche sono state suddivise e conteggiate in base alla forma (granulo, pellet, foam, filamento, frammento, foglio) e al colore.

Di seguito si riporta una sintetica descrizione delle categorie per forma:

- ✓ Frammento: porzione di plastica dura rotta; può avere contorno sub circolare, angolare, sub angolare
- ✓ Foglio: porzione di plastica morbida rotta spesso di forma angolare o sub angolare
- ✓ Filamento: elemento filiforme, flessibile, di forma allungata, sottile
- ✓ Foam: forma sferoidale, consistenza morbida (polistirolo)
- ✓ Granulo: forma sferica irregolare o anche liscia di consistenza dura
- ✓ Pellet: possono avere forma cilindrica, ovoidale, discoidale, sferuloide, piatta.

Le fibre sono state distinte dai filamenti al fine di non includerle nei conteggi. Per quanto riguarda il colore, sono stati considerati i seguenti colori: bianco, nero, rosso, blu, verde, altro colore; il colore giallo è stato inserito nella categoria bianco ed il colore marrone inserito nella categoria nero. Nella categoria "altro colore" sono stati inseriti tutti i restanti colori non elencati. Inoltre, sempre nella categoria "altro colore", è

stato inserito un eventuale frammento che presentasse sui due lati colori differenti. Le microplastiche sono state suddivise e contate in base alla forma (granulo, pellet, foam, filamento, frammento, foglio) e al colore. Sul 10% delle microplastiche conteggiate sono state condotte analisi di microspettroscopia ATR-FTIR (Bruker VERTEX 70 interferometer) e/o Raman (ploRA Nano Raman Microspectrometer (Horiba Scientific) per la determinazione dei polimeri.

### 2.5.1 Risultati

La concentrazione e la distribuzione delle microplastiche sulla superficie dell'acqua sono molto variabili a causa di diversi fattori. Le microplastiche galleggianti infatti sono trasportate dai movimenti dell'acqua di mare e la loro distribuzione rifletterà la circolazione superficiale e del vento. Nelle aree costiere, molteplici fattori antropici possono influenzare il loro accumulo e dispersione. La vicinanza alle grandi città e alle attività antropiche (ad es. turismo costiero, nautica da diporto, agricoltura, porti, attività industriali, pesca, acquacoltura) può contribuire in modo significativo alla quantità di rifiuti marini negli ambienti marini.

#### Baseline

I risultati ottenuti dall'analisi dei dati (2016-2021) mette in evidenza che il valore mediano di densità delle microparticelle presenti nelle superfici dei nostri mari è di 0,04 su m<sup>2</sup>, ossia 40.000 microparticelle su km<sup>2</sup>.

#### Trend

Sebbene sia molto difficile stabilire un trend a meno che non si abbiano serie storiche molto lunghe è stato calcolato, utilizzando le mediane, il trend lineare nel sessennio, come suggerito dalla "Article 8 Assessment Guidance". Si osserva come dall'analisi dei dati 2016-2021 tutti i suddetti trend siano negativi con una diminuzione, negli anni, della concentrazione delle microplastiche sulla superficie marina (Fig. 2.4.1, 2.4.2, 2.4.3, 2.4.4).



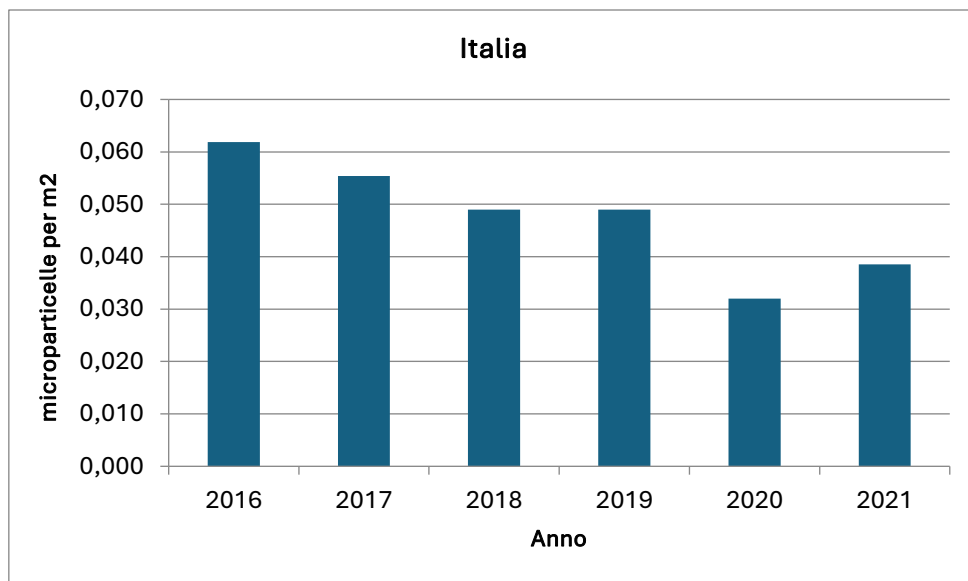


Fig.2.4.1. Valori mediani delle concentrazioni delle microplastiche sulla superficie del mare, a livello nazionale

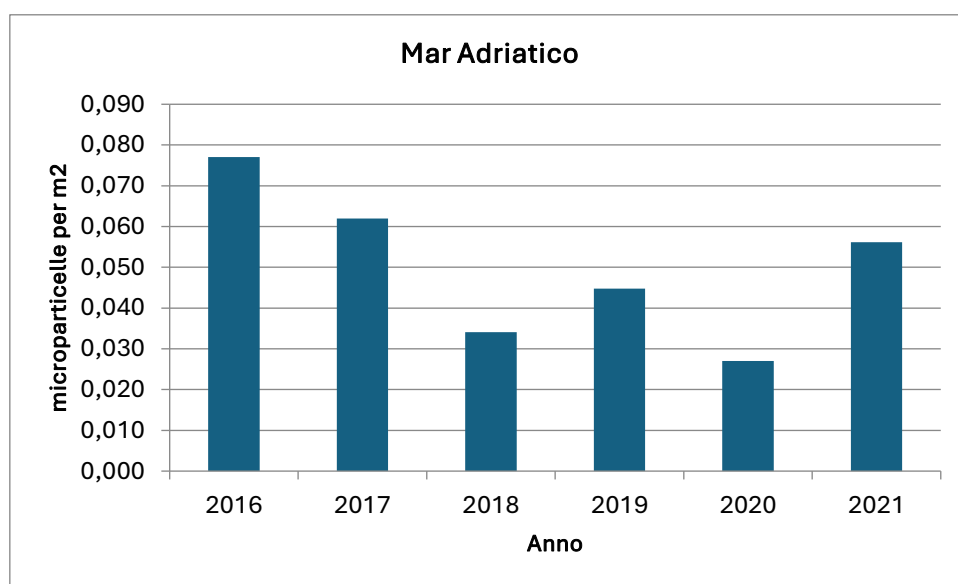


Fig.2.4.2. Valori mediani delle concentrazioni delle microplastiche sulla superficie del mare, a livello di sottoregione Adriatica.

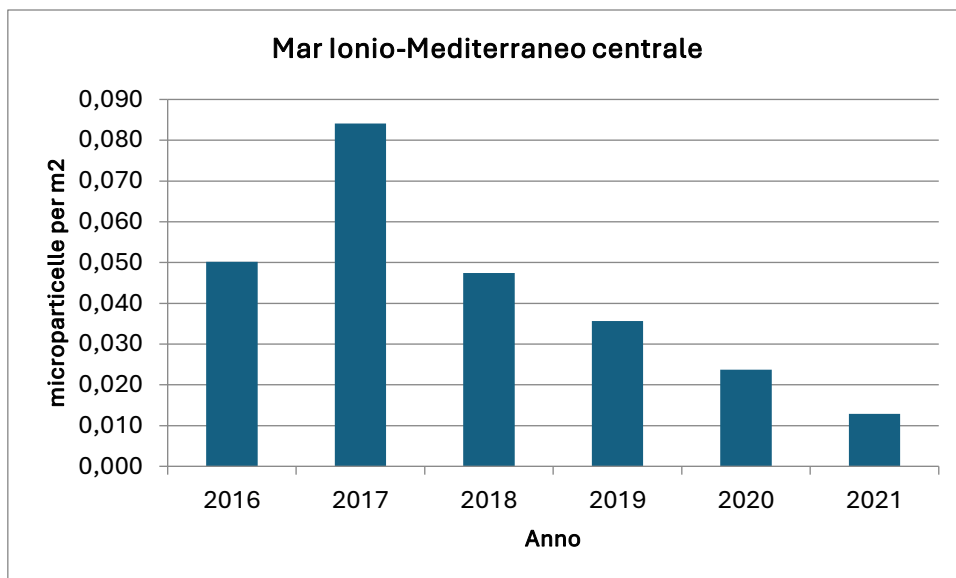


Fig.2.4.3. Valori mediani delle concentrazioni delle microplastiche sulla superficie del mare, a livello di sottoregione Ionio Mediterraneo centrale.

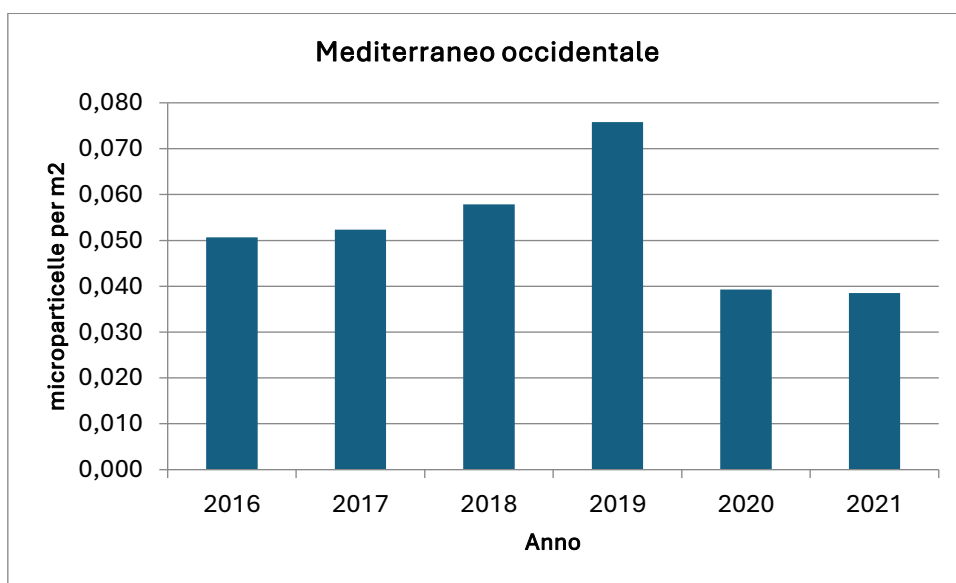


Fig.2.4.4. Valori mediani delle concentrazioni delle microplastiche sulla superficie del mare, a livello di sottoregione Mediterraneo occidentale

Una seconda valutazione dei trend è stata effettuata utilizzando anche l'indice a base variabile per identificare le variazioni del fenomeno da un anno all'altro. Nel 2021 si è registrato rispetto al 2020 un decremento generale, nelle tre sottoregioni della concentrazione delle microplastiche, più marcato per il Mar Ionio e Mediterraneo centrale e il Mar Mediterraneo occidentale (-30% e -20%) e meno importante nel Mar Adriatico (-12%).

Le Figure 2.4.5, 2.4.6, 2.4.7, riportano la concentrazione della distribuzione annuale delle microplastiche per ciascuna sottoregione. In particolare, le barre in grigio rappresentano l'indice di variabilità a base mobile, mentre la linea blu la percentuale annuale delle microplastiche e N è il numero di campioni effettuati nell'anno e serve a controllare che il numero dei campioni effettuati sia stabile nel tempo. Nel Mar Adriatico la concentrazione delle microplastiche (Fig. 2.4.5) mette in evidenza che per l'anno 2021 si è registrata una flessione della concentrazione rispetto al 2020 pari al 12%. La percentuale annuale della concentrazione delle microplastiche (linea blu) evidenzia la diminuzione costante dell'accumulo delle microplastiche nei campioni dal 2016 al 2019, mentre nel 2020 è pari a 11,7%; tale valore comunque risulta più basso rispetto a quelli registrati nel 2016 e 2017. La diminuzione della percentuale annuale della concentrazione delle microplastiche riprende nel 2021 con valori pari a circa il 10% tuttavia più elevati rispetto a quelli registrati nel 2019 (8%). Le concentrazioni delle microplastiche nella sottoregione Mar Ionio e Mediterraneo centrale (Fig.2.4.6) ha avuto un andamento nel tempo variabile fino al 2019 ma il dato più evidente è il forte decremento registrato prima nel 2020 rispetto al 2019 pari al 70% e confermato nel 2021 con un ulteriore decremento del 30% rispetto al 2020. La percentuale delle microplastiche per il 2021 è la più bassa finora registrata e pari al 2,4%. Nel Mediterraneo occidentale (Fig. 2.4.7) l'intensità della concentrazione delle microplastiche tra un anno e l'altro è piuttosto omogenea fino al 2019, mentre diminuisce nel 2020 del 25%, con una percentuale delle microplastiche pari all'8,8%. Si conferma una concentrazione delle microplastiche decrescente anche per il 2021 con una concentrazione pari al 7%, valore più basso di sempre e inferiore del 20% rispetto al 2020.

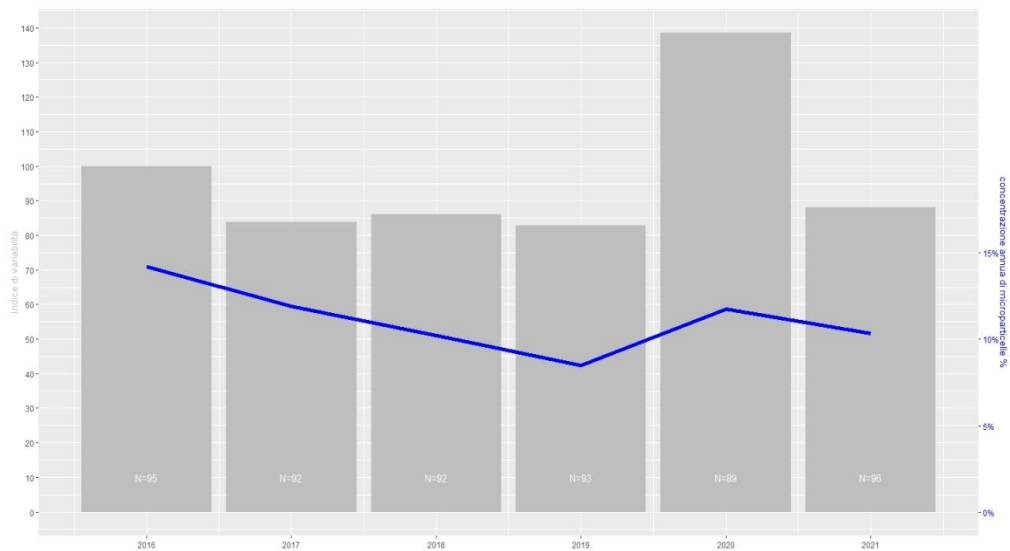


Fig. 2.4.5. Concentrazione annuale delle microplastiche nel Mar Adriatico. Le barre in grigio rappresentano l'indice di variabilità a base mobile. La linea blu rappresenta la percentuale annuale delle microplastiche. N è il numero di campioni effettuati nell'anno.

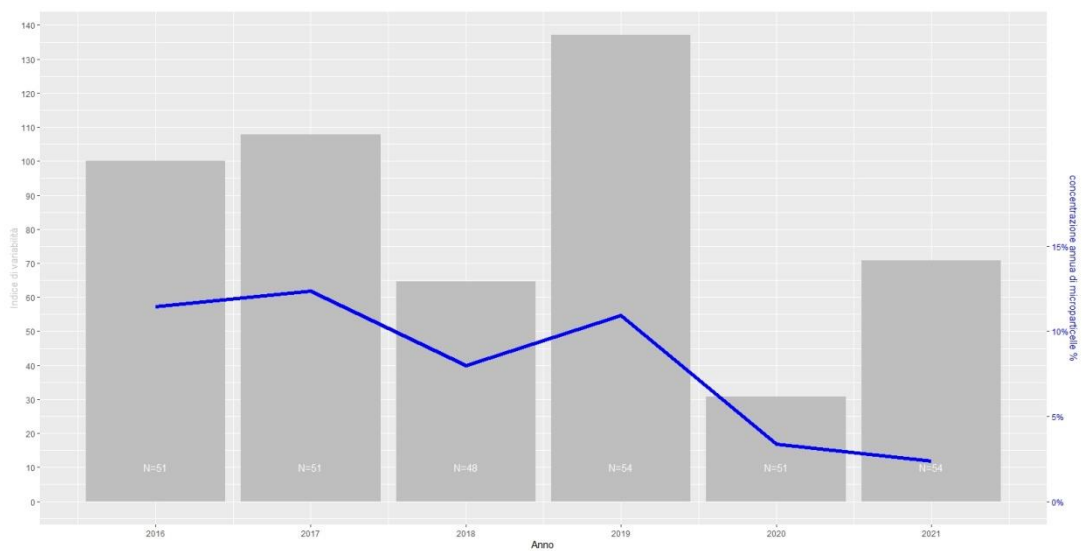


Fig. 2.4.6. Concentrazione annuale delle microplastiche nel Mar Ionio e Mediterraneo centrale. Le barre in grigio rappresentano l'indice di variabilità a base mobile. La linea blu rappresenta la percentuale annuale delle microplastiche. N è il numero di campioni effettuati nell'anno.

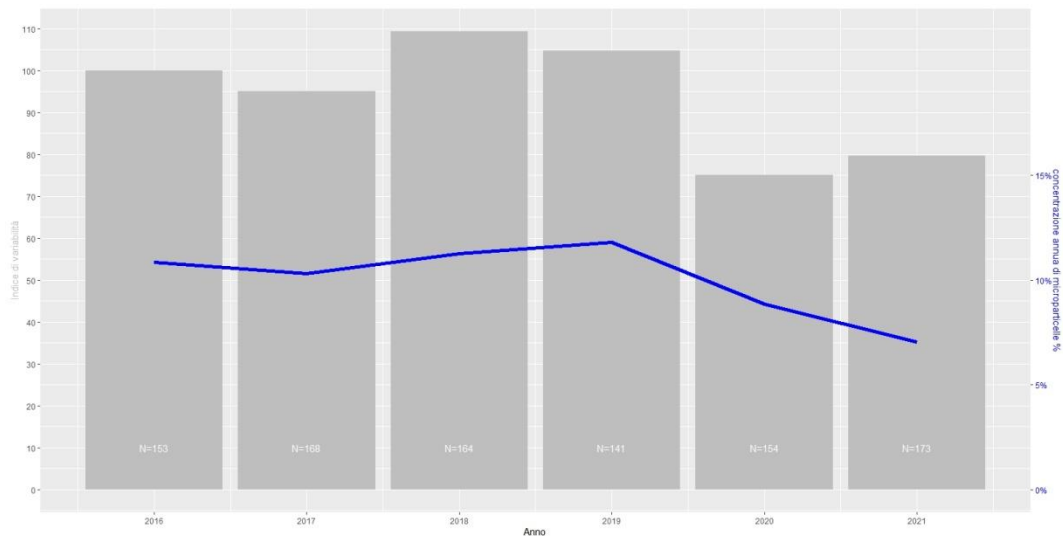
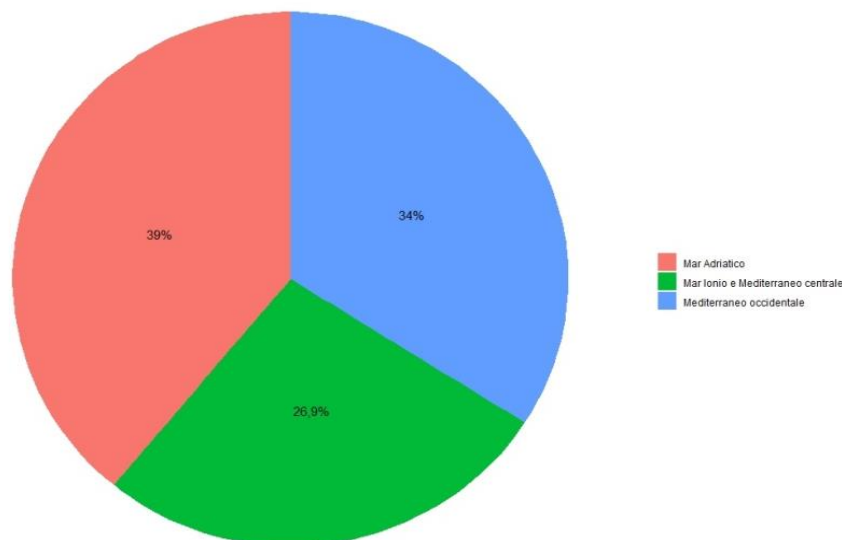


Fig. 2.4.7. Concentrazione annuale delle microplastiche nel Mediterraneo occidentale. Le barre in grigio rappresentano l'indice di variabilità a base mobile. La linea blu rappresenta la percentuale annuale delle microplastiche. N è il numero di campioni effettuati nell'anno.

#### Contributo di ogni sottoregione alla concentrazione territoriale delle microplastiche

La concentrazione territoriale delle microplastiche mostra una distribuzione pressoché omogenea nelle due sottoregioni del Mari Adriatico e Mar Mediterraneo Occidentale (rispettivamente 39% e 34%), risulta inferiore invece la concentrazione nel Mar Ionio e Mediterraneo centrale (27%) (Ionio e Mediterraneo centrale) (Fig.2.4.8).

Fig.2.4.8. Contributo di ogni sottoregione alla concentrazione territoriale delle microplastiche



#### Caratterizzazione e classificazione delle microplastiche

Per quanto riguarda le diverse tipologie di microplastiche campionate, la percentuale maggiore (60%) è relativa alla componente dei frammenti seguita dai fogli con il 20% (Tab. 2.4.1; Fig. 2.4.9). Tali percentuali indicano che la maggior parte delle microplastiche ritrovate sono di origine secondaria. Il colore più abbondante riscontrato a livello nazionale sono il bianco (69%) seguito dal blu (11%) e dal nero (9%), (Tab. 2.4.2, Fig. 2.4.10).

Tab. 2.4.1. Concentrazione media e % delle diverse tipologie delle microplastiche totali e nelle tre sottoregioni

Subregion	MediaMP metroquadro	%Forme					
		Filamenti	Foam	Frammenti	Granuli	Pellet	Foglio
Mediterraneo occidentale	0,239948435	12,95%	5,60%	59,56%	2,54%	0,48%	18,86%
Mar Adriatico	0,266343965	8,76%	2,94%	66,56%	2,43%	1,16%	18,16%
Ionio Med. Centrale	0,142609261	20,99%	9,80%	45,30%	1,38%	0,56%	21,96%
<b>Total</b>	<b>0,223906484</b>	<b>12,86%</b>	<b>5,40%</b>	<b>59,57%</b>	<b>2,31%</b>	<b>0,72%</b>	<b>19,13%</b>

Tab. 2.4.2. Percentuali (%) dei diversi colori delle microplastiche, totali e nelle rispettive sottoregioni

	%Colori					
	Nero	Blu	Verde	Rosso	Bianco	Altri colori
Mediterraneo occidentale	8,14%	12,35%	4,86%	2,37%	67,94%	4,35%
Mar Adriatico	8,89%	6,74%	3,33%	2,21%	73,71%	5,12%
Ionio Med.centrale	11,45%	14,34%	2,74%	3,33%	62,91%	5,23%
<b>Total</b>	<b>8,90%</b>	<b>10,78%</b>	<b>4,02%</b>	<b>2,46%</b>	<b>69,10%</b>	<b>4,74%</b>

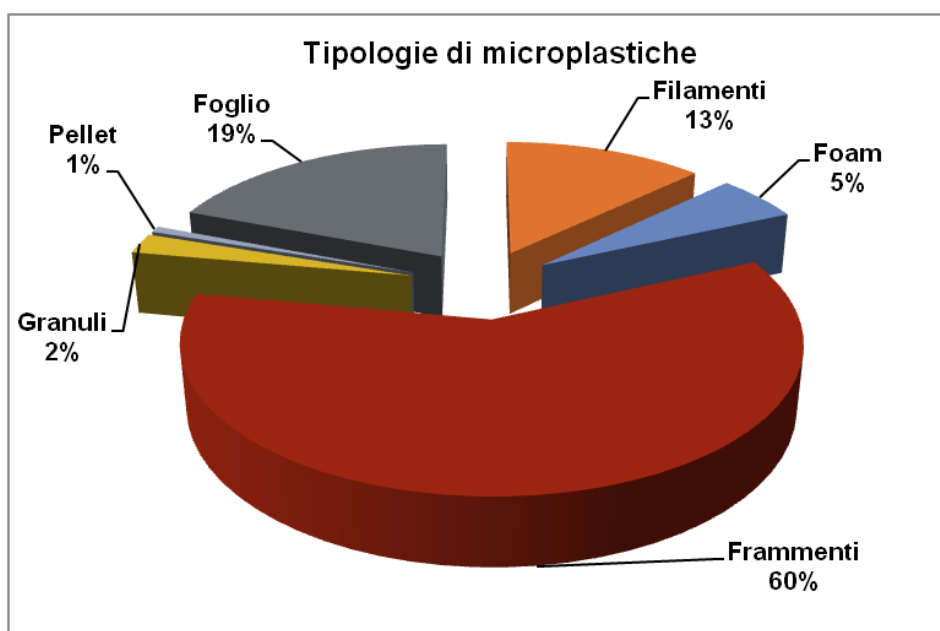


Fig. 2.4.9. Diverse tipologie delle microplastiche in percentuale

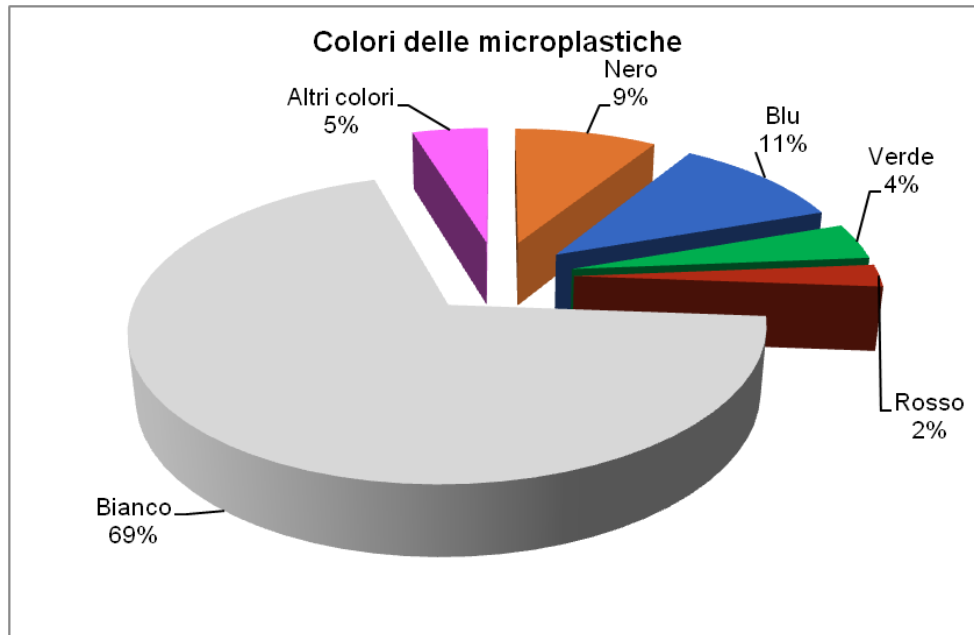


Fig. 2.4.10. Colori delle microplastiche in percentuale

Utilizzando il 10% dei campioni per le analisi polimeriche le percentuali dei principali polimeri individuati è stata la seguente: 72% polietilene (PE), 24% polipropilene (PP), 4% polistirene (PS).

### 2.5.2 Threshold e GES

La metodologia utilizzata per valutare lo scostamento dal GES è stata quella applicata da UNEP/MAP nel "2023 Mediterranean Quality Status Report. Considerando il valore soglia definito nell'ambito della Convenzione di Barcellona pari a 0,000845 microplastiche/m<sup>2</sup> ossia 845 microplastiche/km<sup>2</sup> per ogni stazione monitorata è stata calcolata la media delle concentrazioni delle microplastiche negli anni 2016-2021 e confrontate con il valore soglia e assegnando loro una delle 6 classi (high, good, moderate, poor, bad, very bad) mostrate nelle tabelle 2.4.3, 2.4.4, 2.4.5 che mostrano i risultati per ogni sottoregione. Tutte le stazioni non raggiungono il GES e la maggior parte ricade nella classe BAD in quanto le concentrazioni ricadono in valori da 100 a 1000 volte superiori al valore soglia.

Le Fig. 2.4.11, 2.4.12, 2.4.13, 2.4.14, mostrano la distribuzione delle stazioni monitorate in GES-nonGES.

Tab 2.4.3 Microrifiuti sullo strato superficiale del mare. Percentuali delle stazioni nella sottoregione Mar Adriatico, ricadenti in una delle 6 classi ai fini della valutazione: GES – nonGES.

Mar Adriatico					
Boundary limits		No of stations	% of stations	% of stations in GES	% of stations in Non GES
≤ 0.5xTV	HIGH	0	0,00%	0,00%	100,00%
0.5xTV < ≤ 1xTV	GOOD	0	0,00%		
1xTV < ≤ 10xTV	MODERATE	1	1,59%		
10xTV < ≤ 100xTV	POOR	16	25,40%		
100xTV < ≤ 1000xTV	BAD	44	69,84%		
> 1000x TV	VERY BAD	2	3,17%		

Tab2.4.4 Microrifiuti sullo strato superficiale del mare. Percentuali delle stazioni nella sottoregione Ionio e Mediterraneo centrale, ricadenti in una delle 6 classi ai fini della valutazione: GES – nonGES

Ionio e Mediterraneo centrale					
Boundary limits		No of stations	% of stations	% of stations in GES	% of stations in Non GES
≤ 0.5xTV	HIGH	0	0,00%	0,00%	100,00%
0.5xTV < ≤ 1xTV	GOOD	0	0,00%		
1xTV < ≤ 10xTV	MODERATE	1	1,82%		
10xTV < ≤ 100xTV	POOR	19	34,55%		
100xTV < ≤ 1000xTV	BAD	35	63,64%		
> 1000x TV	VERY BAD	0	0,00%		

Tab2.4.5 Microrifiuti sullo strato superficiale del mare. Percentuali delle stazioni nella sottoregione Mediterraneo centrale, ricadenti in una delle 6 classi ai fini della valutazione: GES – nonGES

Mediterraneo occidentale					
Boundary limits		No of stations	% of stations	% of stations in GES	% of stations in Non GES
≤ 0.5xTV	HIGH	0	0,00%	0,00%	100,00%
0.5xTV < ≤ 1xTV	GOOD	0	0,00%		
1xTV < ≤ 10xTV	MODERATE	0	0,00%		
10xTV < ≤ 100xTV	POOR	18	16,82%		
100xTV < ≤ 1000xTV	BAD	85	79,44%		
> 1000x TV	VERY BAD	4	3,74%		



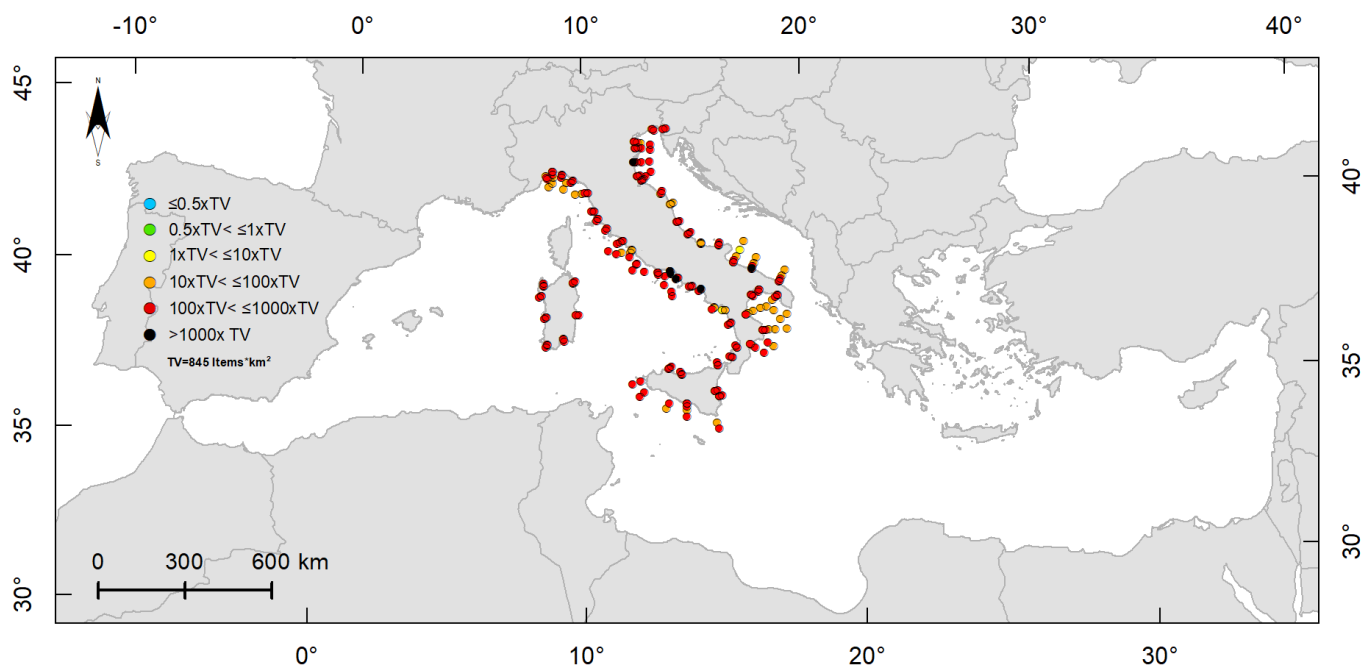


Fig.2.4.11. Microrifiuti sullo strato superficiale del mare. Distribuzione nazionale delle stazioni monitorate ricadenti in una delle 6 classi ai fini della valutazione del GES-nonGES.

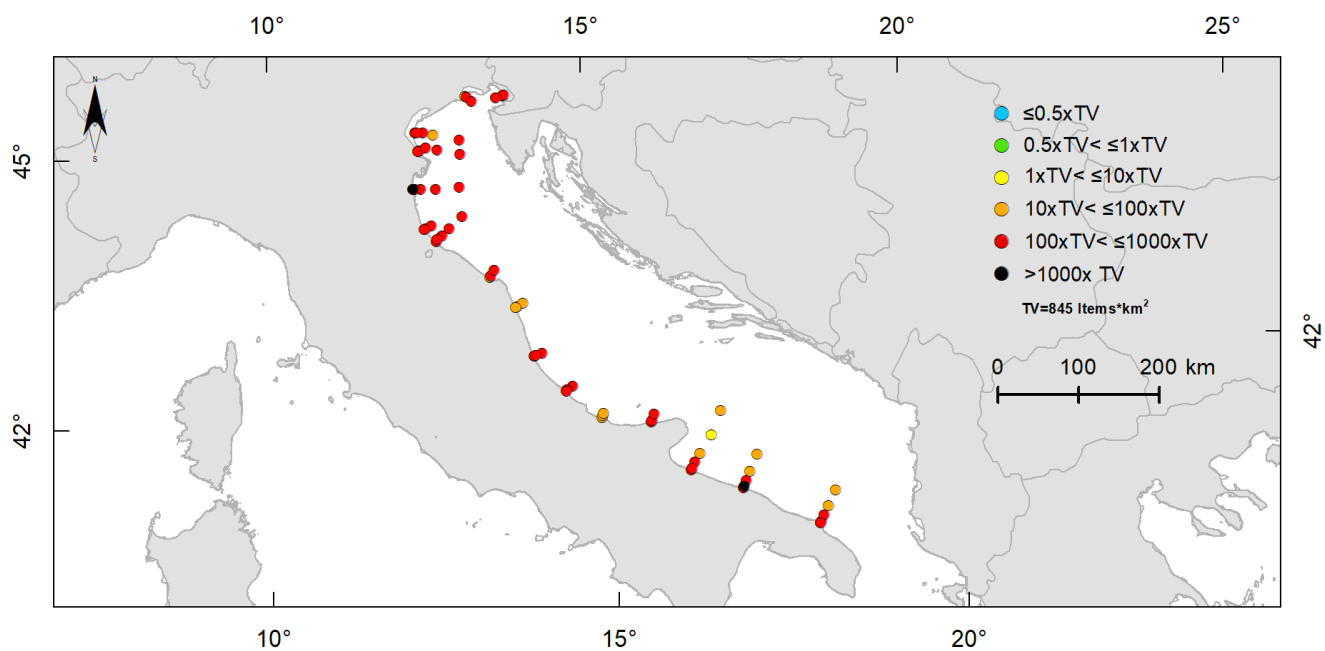


Fig.2.4.12. Microrifiuti sullo strato superficiale del mare. Distribuzione nella sottoregione Mar Adriatico delle stazioni monitorate ricadenti in una delle 6 classi ai fini della valutazione del GES-nonGES.

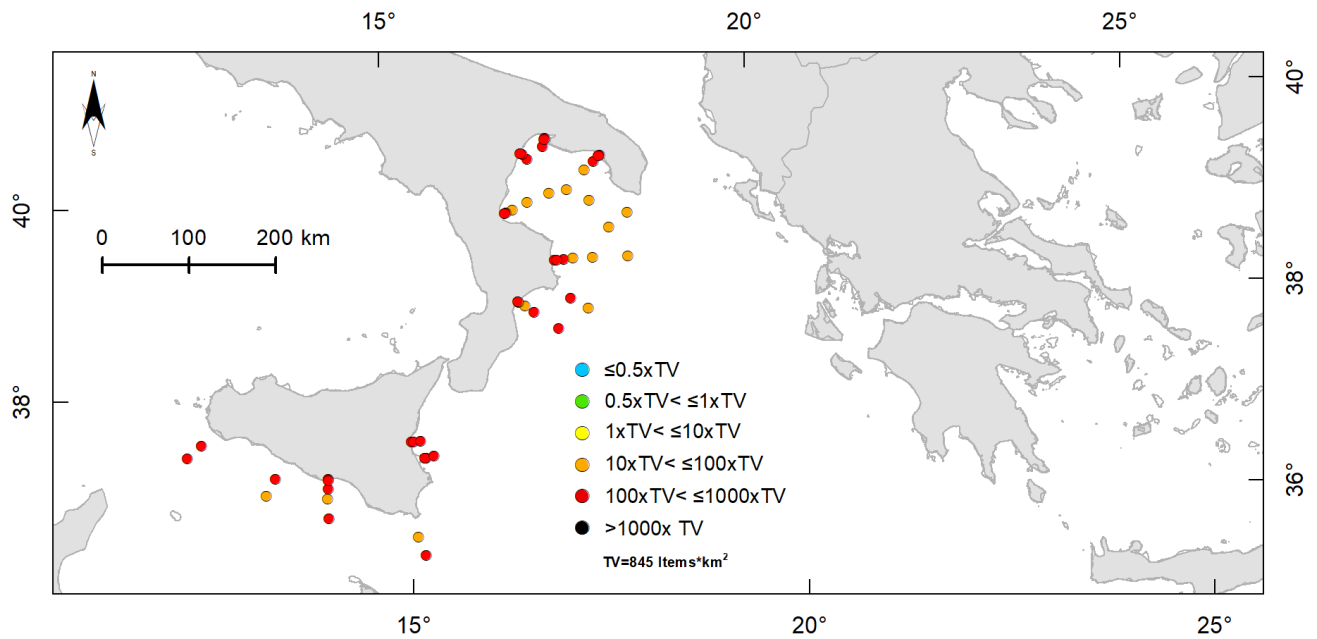


Fig.2.4.13. Microrifiuti sullo strato superficiale del mare. Distribuzione nella sottoregione Ionio Mediterraneo centrale delle stazioni monitorate ricadenti in una delle 6 classi ai fini della valutazione del GES-nonGES.

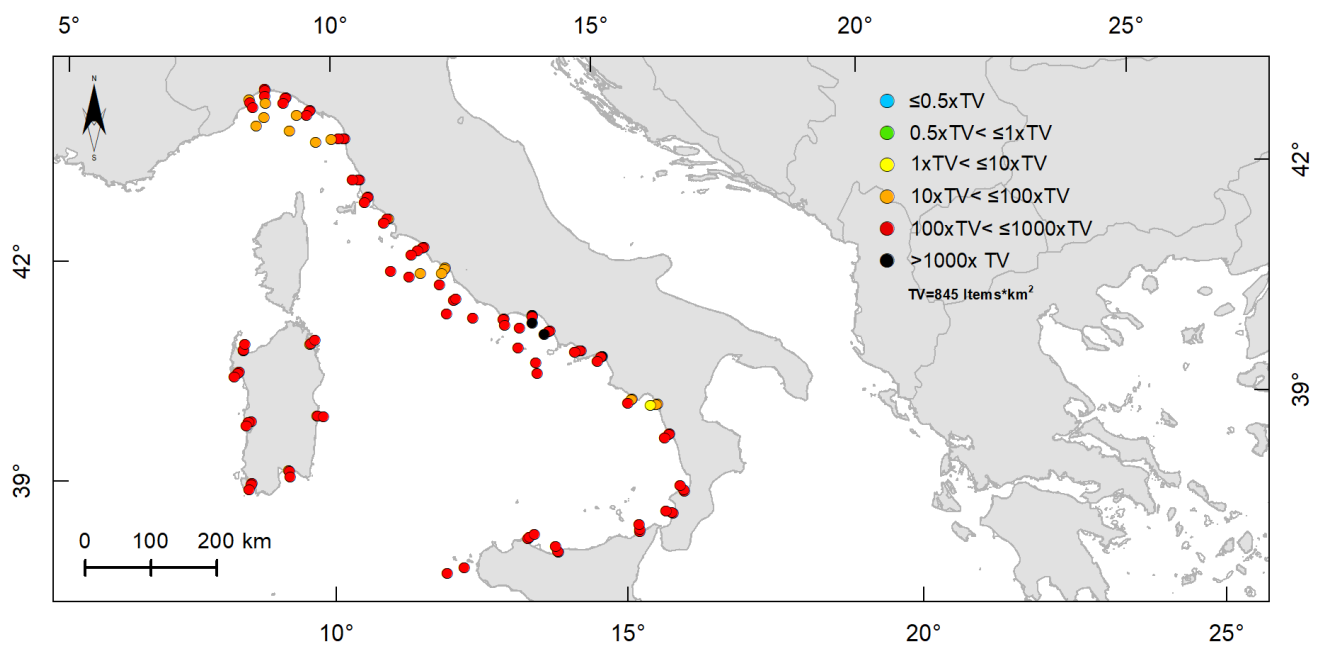


Fig.2.4.14. Microrifiuti sullo strato superficiale del mare. Distribuzione nella sottoregione Mediterraneo occidentale delle stazioni monitorate ricadenti in una delle 6 classi ai fini della valutazione del GES-nonGES.

## 2.6 MONITORAGGIO DEI “RIFIUTI INGERITI DA TARTARUGA MARINA- *Caretta caretta*” - CRITERIO D10C3

L’obiettivo del presente report è quello di rispondere ai requisiti fissati dalla Direttiva Quadro sulla Strategia per l’Ambiente Marino (MSFD), dell’Unione Europea, sul Criterio D10C3 relativo alla quantità dei rifiuti ingeriti dagli animali marini come riportato nella DECISIONE (UE) 2017/848. La metodologia di indagine si riferisce nello specifico all’analisi dei contenuti stomacali della tartaruga marina *Caretta caretta*, per gli esemplari ritrovati morti spiaggiati lungo le coste Italiane. Tale metodica è stata sperimentata per la prima volta in Italia ed incorporata nelle prime linee guida redatte dal JRC con il supporto del gruppo tecnico MSFD TG-ML (Matiddi et al., 2011; MSFD TG Marine Litter 2013), successivamente applicata lungo le coste italiane e spagnole (Matiddi et al., 2017; Domenech et al., 2019).

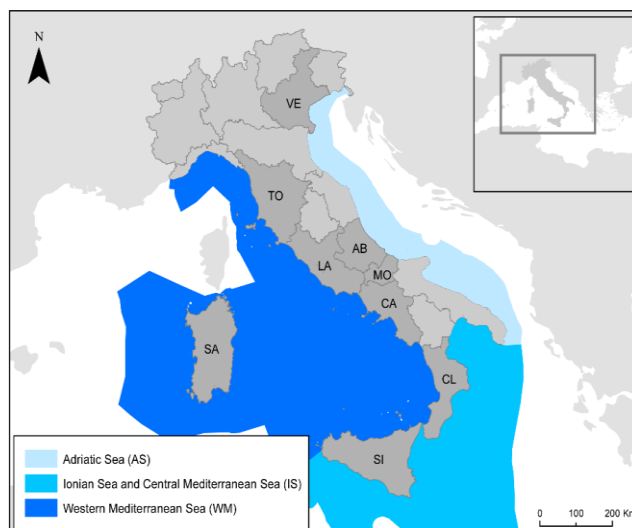
Infine, il protocollo è stato consolidato nell’ambito del progetto europeo INDICIT (Indicator Impact Turtle; Project number: 11.0661/2016/748064/SUB/ENV.C2) e armonizzato con il protocollo SPA/RAC (INDICIT 2018; RAC/SPA- INDICIT, 2019). Le procedure di analisi delle tartarughe marine morte, inclusa la caratterizzazione dei rifiuti marini ingeriti e i possibili scenari per il GES, sono state specificate e pubblicate come video-tutorial sulla rivista scientifica JOVE (Matiddi et al., 2019). Brevemente, la procedura prevede il recupero dell’animale morto spiaggiato, la necropsia presso un centro autorizzato, il prelievo e la filtrazione del contenuto stomacali e l’analisi dei rifiuti marini ingeriti. I rifiuti ingeriti sono stati caratterizzati in base a sette diverse tipologie, rispetto alla forma ed origine (Tab.2.5.1). Inoltre, sono stati prelevati i resti di cibo ingerito ed il materiale naturale che non rientra nella normale dieta della tartaruga. Tutto il materiale raccolto è stato seccato, contato e pesato.

Tab.2.5.1: Tipologia di rifiuto marino caratterizzato per forma e origine, incluso il cibo ed altro materiale naturale

Tipologia	Codice	Descrizione
Plastica Industriale	IND PLA	Plastica industriale come i pellet, spesso cilindrici ma anche ovali, sferici o a forma cubica.
Fogli di uso comune	USE SHE	Resti di buste di plastica di diversa origine, fogli di plastica
Filamenti di uso comune	USE THR	Materiale plastico filamentoso quali lenze da pesca, pezzi di rete, ecc.
Spugna di uso comune	USE FOA	Materiale plastico spugnoso come polistirolo, polistirene, gomma piuma, ecc.
Frammenti di uso comune	USE FRAG	Frammenti plastici, pezzi di oggetti più grandi, giocattoli di plastica, tappi e bottiglie, ecc.
Altra plastica di uso comune	USE POTH	Altro materiale plastica inclusi elastici, palloni gonfiabili, gomma dura, palline giocattolo ecc.
Rifiuti non plastici	OTHER	Altri rifiuti composti da materiale non plastico
Cibo naturale	FOO	Cibo della tartaruga (es. Pezzi di granchio, meduse, alghe)
Materiale naturale non cibo	NFO	Altro materiale naturale ma non ascrivibile alla dieta dell’animale (es. sassi, pomice, legno)

Gli animali utilizzati per il seguente reporting sono stati campionati dal 2017 al 2021 lungo le coste Italiane in tutte e tre le sotto-Regioni per un totale di n. 814 esemplari (Fig.2.5.1).

Figura 2.5.1: Regioni Italiane dove sono state campionate le tartarughe oggetto dell'indagine.



I diversi colori indicano le divisioni rispetto alle sotto-regioni della Strategia Marina.

Fra questi n. 355 tartarughe sono state escluse dal dataset perché presentavano il tratto gastrointestinale completamente vuoto, sintomo di una prolungata mancata alimentazione e quindi considerate non rappresentative, oppure recuperate mummificate o con perdita di contenuto stomacale, quindi in uno stato di conservazione non ottimale per le analisi.

Pertanto, 459 esemplari sono stati utilizzati per l'elaborazione del dato, nello specifico 231 esemplari dal Mediterraneo Occidentale, 204 dal Mar Adriatico e 24 dallo Ionio e Mediterraneo Centrale.

### 2.6.1 Risultati

Fra le tartarughe analizzate circa il 63% ha ingerito almeno un oggetto e/o frammento di materiale plastico, per un totale di 4528 oggetti ed un peso di 613 grammi totali.

La categoria di rifiuto plastico più abbondante in termini di numero, risulta essere composto da fogli e buste di plastica (USE SHE 61%) seguito da frammenti (USE FRAG 18%) e filamenti (USE THR 13%) (Fig. 2.5.2a). Anche considerando la massa le fogli e buste di plastica sono la percentuale più alta (USE SHE 48%) seguita dai frammenti (USE FRAG 26%) e filamenti (USE THR 13%) (Fig. 2.5.2b).

### Percentuale Numero di Rifiuti per Categoria - Italia

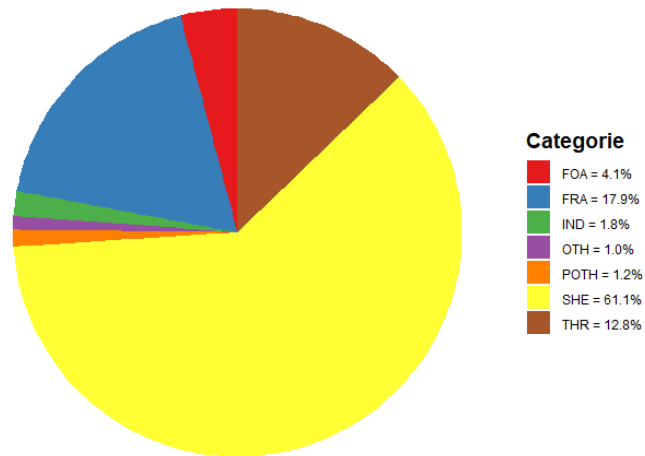


Fig.2.5.2a. Percentuale di rifiuti ingeriti in numero per categoria

### Percentuale Massa di Rifiuti per Categoria - Italia

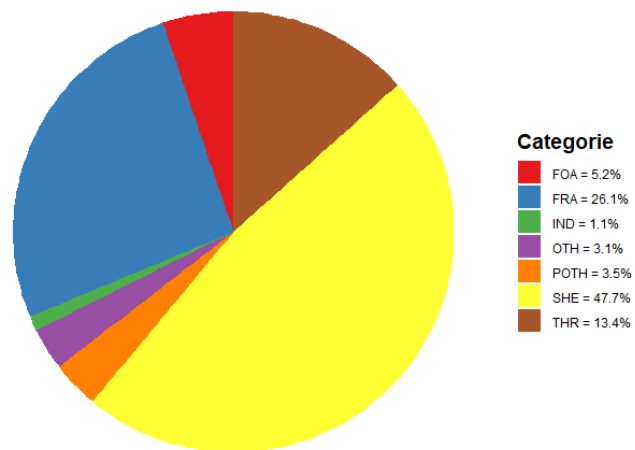


Fig.2.5.2b. Percentuale di rifiuti ingeriti in peso per categoria

Gli oggetti trasparenti (40%) e quelli di colore bianco (34%) rappresentano la quasi totalità dei colori ingeriti (Fig. 2.5.3).

**Percentuale Numero di Rifiuti per Colore - Italia**

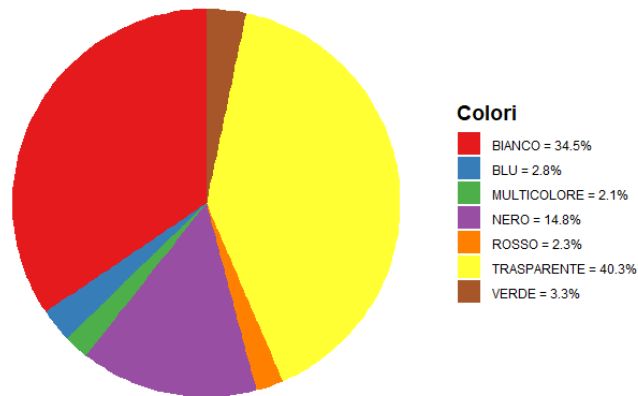


Figura 2.5.3. Percentuale di rifiuti ingeriti in numero di oggetti per colore

### Trend

Dall'analisi della massa di rifiuti ingeriti dalle tartarughe marine analizzate negli anni 2017-2021, non risulta un *trend* significativo né in aumento né in diminuzione sia per l'intero Paese Italia che per le diverse sotto-Regioni, anche se si riscontra una lieve tendenza alla diminuzione per la sotto-Regione Adriatica (Fig.2.5.5), una lieve tendenza all'aumento per la sotto-Regione Mediterraneo Occidentale (Fig.2.5.7). e Una maggiore serie di dati e di anni di confronto risulterebbero necessari per una puntuale valutazione del *trend*.

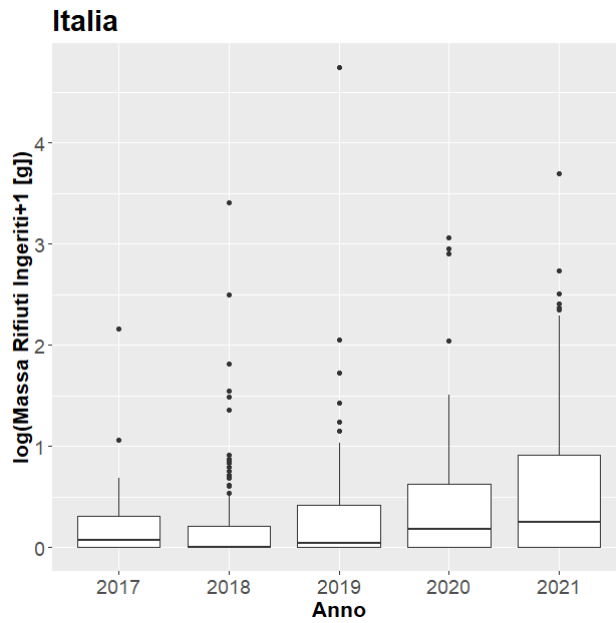


Fig.2.5.4. Tendenza del tasso di ingestione dei rifiuti ingeriti dalle tartarughe marine negli anni, a livello nazionale

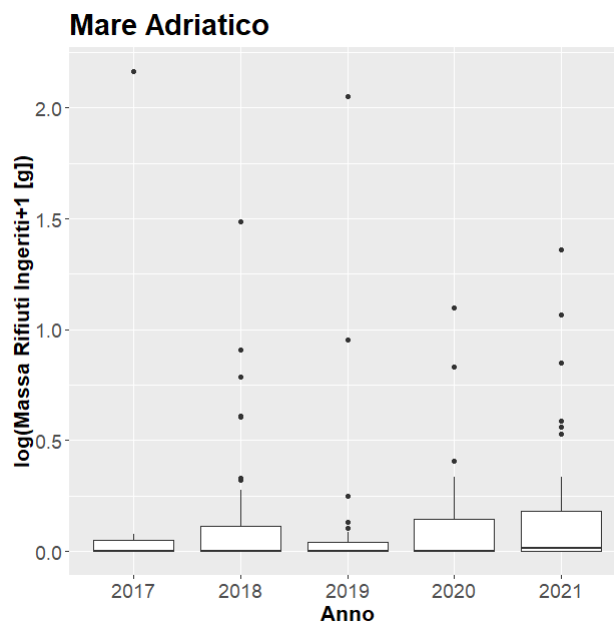


Fig.2.5.5. Tendenza del tasso di ingestione dei rifiuti ingeriti dalle tartarughe marine negli anni, a livello di sottoregione Adriatica

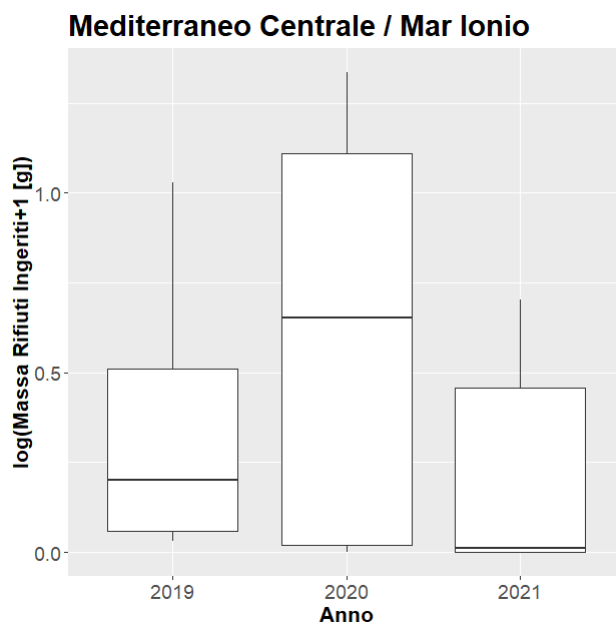


Fig.2.5.6. Tendenza del tasso di ingestione dei rifiuti ingeriti dalle tartarughe marine negli anni, a livello di sottoregione Mar Ionio e Mediterraneo centrale

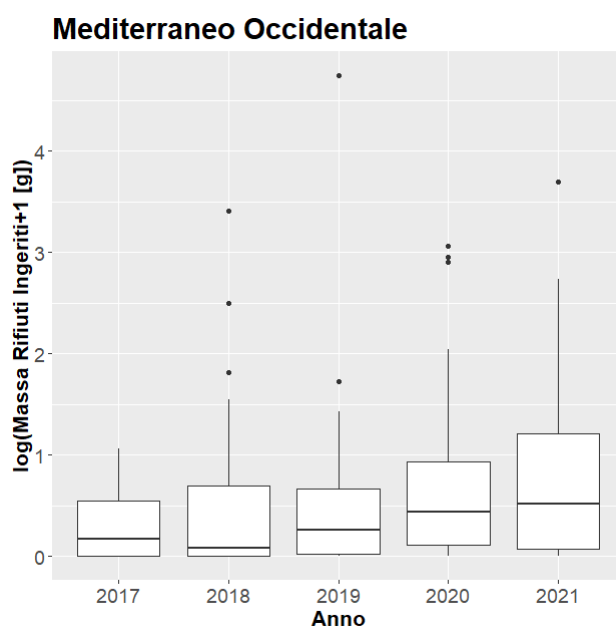


Fig.2.5.7. Tendenza del tasso di ingestione dei rifiuti ingeriti dalle tartarughe marine negli anni, a livello di sottoregione Mediterraneo occidentale



## 2.6.2 Threshold e GES

Attualmente per l'indicatore dei rifiuti marini ingeriti da tartaruga non esiste un valore soglia accordato ed utilizzato, né a livello Europeo né nell'ambito della Convenzione di Barcellona. E' stato fatto quindi un esercizio utilizzando la metodologia di elaborazione del valore soglia per il Criterio D10C1, fissato al 15° percentile dell'abbondanza totale di rifiuti censiti lungo il litorale (Van Loon et al., 2020; UNEP/MED WG.550/13). Il parametro di riferimento preso in considerazione è stato il peso in grammi dei rifiuti ingeriti, così come proposto per il *Fulmarus glacialis* (van Franeker et al., 2021) ed applicato dai Paesi firmatari della convenzione OSPAR (Convenzione per la protezione dell'ambiente marino dei Paesi del Nord-Est Atlantico). Il valore soglia quindi è stato calcolato analizzando l'intero dataset dei rifiuti ingeriti da tartaruga marina (anni 2017-2021), utilizzando solo le tartarughe con almeno un pezzo di plastica ingerita ed estraendo il 15° percentile del valore in grammi dei rifiuti ingeriti che è risultato essere, 0,05 grammi di rifiuti marini ingeriti. Tale valore (0,05 grammi) risulta più restrittivo rispetto all'utilizzo di un possibile valore medio includendo gli 0, ipotizzato da Matiddi et al., 2017 e dal progetto INDICIT (Darmon et al., 2021).

Sempre come puro esercizio per un futuro raggiungimento del Buono Stato Ambientale GES) il valore soglia è stato rapportato a tutte le tartarughe del dataset. Il risultato è stato che a livello nazionale il 54% delle tartarughe ha ingerito più di 0,05 grammi di rifiuti. Tale valore negativo sembra essere trainato dalla sotto-Regione Mediterraneo Occidentale (70% oltre il valore soglia), mentre la sotto-Regione Adriatica mostra un valore di Buono Stato Ecologico per circa il 68% degli esemplari analizzati.

La sotto-Regione Ionio e Mediterraneo Centrale, non è stata utilizzata per questo esercizio perché il numero di tartarughe raccolte non ha raggiunto il minimo richiesto per l'elaborazione in termini statistici. L'approccio dell'utilizzo del 15 percentile si ritiene possa essere utilizzato nel prossimo ciclo. Ad oggi sia perché la sottoregione del Mar Ionio e Mediterraneo centrale non ha il numero adeguato di campioni sia perché il criterio è secondario si è ritenuto di non utilizzare tale criterio per la valutazione.

## 2.7 VERIFICA DEL RAGGIUNGIMENTO DEI TRAGUARDI AMBIENTALI

Il traguardo **IT-D010-T001** (T10.1), è stato raggiunto, in quanto dalla valutazione effettuata per il sessennio 2016-2021 si evince che ci sia una tendenza al decremento dei rifiuti sul litorale ed è ridotto il tasso di incremento dei rifiuti marini e dei microrifiuti nello strato superficiale della colonna d'acqua.

Il traguardo **IT-D10-T002** (T10.2), non è stato raggiunto, in quanto non è stata riscontrata una tendenza decrescente nella quantità dei rifiuti ingeriti da *Caretta caretta*.

Il traguardo **IT-D10-T003** (T10.3), è stato parzialmente raggiunto, in quanto ci sono ancora delle lacune conoscitive, sulla dispersione e sugli impatti dei rifiuti agli organismi marini

### 3. Sintesi

In sintesi, ai fini della valutazione del Buono Stato Ambientale per il Descrittore 10, “Rifiuti marini”, è stata calcolata la linea di base di ogni parametro come valore mediano dell’intero data-set (Tab.5.1) e sono stati considerati i valore medi e mediani della densità dei rifiuti totali per singola stazione/transetto e confrontati con i valori soglia (Tab.4.2) secondo le metodologie della Commissione Europea (Van Loon et al., 2020) e dell’UNEP-MAP, QSR-2023 ( UNEP/MED WG.555/4).

Tabella 3.1. Valore mediano a livello nazionale dei parametri relativi al Descrittore 10

Critero	Parametro	Valore mediano (2016-2021)
D10C1	Quantità di rifiuti sul litorale	404 oggetti/100 m
	Quantità di rifiuti galleggianti	80,7 oggetti /Km <sup>2</sup> in ambiente costiero.
		1,7 oggetti/Km <sup>2</sup> in ambiente offshore
	Quantità di rifiuti sul fondo	2 oggetti/100 m <sup>2</sup> (fondi a coralligeno)
D10C2	Quantità di microrifiuti nello strato superficiale della colonna d’acqua	0,04 microparticelle/m <sup>2</sup>

Gli approcci metodologici per la valutazione dello stato di qualità delle acque marine per il Descrittore 10 sono stati i seguenti:

- ✓ “Quantità dei rifiuti sul litorale”: 1) è stato calcolato il valore mediano delle densità dei rifiuti totali per sottoregione e confrontato con il valore soglia; 2) è stato calcolato il valore medio della densità dei rifiuti totali per singola stazione, confrontato con il valore soglia e calcolata la % delle stazioni ricadenti in GES o nonGES per ogni sottoregione e per tutta l’Italia.
- ✓ “Quantità dei rifiuti galleggianti “: 1) è stato calcolato il valore mediano delle densità dei rifiuti totali per sottoregione a livello costiero e offshore e confrontato con i valori soglia. 2) è stato calcolato il valore medio delle densità dei rifiuti totali per sottoregione, a livello costiero e offshore, e confrontato con i valori soglia.
- ✓ “Quantità di rifiuti sul fondo”, è stato calcolato il valore mediano delle densità dei rifiuti totali per singolo transetto e confrontato con il valore soglia. In base alla % dei transetti ricadenti in uno stato tra alto e buono è stato valutato il raggiungimento GES o nonGES per ogni sottoregione e per tutta l’Italia.
- ✓ Quantità di microrifiuti nello strato superficiale della colonna d’acqua : è stato calcolato il valore medio delle densità dei rifiuti totali per singola stazione e confrontato con il valore soglia e calcolata la % delle stazioni ricadenti in GES o nonGES per ogni sottoregione e per tutta l’Italia.

In tabella 5.2 si riportano le valutazioni a livello di parametro e criterio nelle tre sottoregioni considerando il valore medio della densità dei rifiuti totali per singola stazione/transetto e confrontato con i valori soglia per tutti i parametri tranne che per quello “Quantità di rifiuti sul fondo”, su cui è stato considerato il valore mediano.

Tabella 3.1. Risultati della valutazione a livello di criterio, nelle tre sottoregioni (MWE = Mar Mediterraneo occidentale; MIC = Mar Ionio e Mar Mediterraneo centrale; MAD = Mar Adriatico). (GES “conseguito” in verde; GES “non conseguito” in rosso; GES “sconosciuto” in giallo; GES “non valutato” in grigio).

Parametro	Sottoregione					
	MWE	MIC	MAD	MWE	MIC	MAD
	Valutazione criterio			Valutazione criterio D10C2		
Quantità di rifiuti sul litorale	Red	Red	Red			
Quantità di rifiuti galleggianti costieri	Red	Red	Red			
Quantità di rifiuti galleggianti offshore	Red	Yellow	Red			
Quantità di rifiuti sul fondo	Red	Red	Red			
Quantità di microrifiuti nello strato superficiale della colonna d’acqua				Red	Red	Red

## 4. Bibliografia

- Anastasopoulou, A., Andresmaa, E., Angiolillo, M., Bakker Paiva, M., Booth, A. M., Buhhalko, N., Cadiou, B., Clarò, F., Consoli, P., Darmon, G., Deudero, S., Fleet, D., Fortibuoni, T., Fossi, M.C., Gago, J., G rigny, O., Giorgetti, A., González-Fernández, D., Guse, N., Haseler, M., Ioakeimidis, C., Kammann, U., K hn, S., Lacroix, C., Lips, I., Loza, A. L., Molina Jack, M. E., Nor n, K., Papadoyannakis, M., Pragnel-Raasch, H., Rindorf, A., Ruiz, M., Setälä, O., Schulz, M., Schultze, M., Silvestri, C., Soederberg, L., Stoica, E., Storr-Paulsen, M., Strand, J., Valente, T., van Franeker, J., van Loon, W. M. G. M., Vighi, M., Vinci, M., Vlachogianni, T., Volckaert, A., Weiel, S., Wenneker, B., Werner, S., Zeri, C., Zorzo, P., and Hanke, G., Guidance on the Monitoring of Marine Litter in European Seas An update to improve the harmonised monitoring of marine litter under the Marine Strategy Framework Directive, EUR 31539 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2023, ISBN 978-92-68-04093-5, doi:10.2760/59137, JRC133594.
- Angiolillo M, Fortibuoni T Di Lorenzo B, Tunesi L (2023b). First baseline assessment of seafloor litter on Italian coralligenous assemblages (Mediterranean Sea) in accordance with the European Marine Strategy Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 187, 114597. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114597>
- Angiolillo M., Giusti M., Rossi L., Tunesi L. (2022). A *Dendrophyllia ramea* Population in the Ionian Sea (Central Mediterranean Sea) Threatened by Anthropogenic Impacts. *Front. Mar. Sci.* 9, 838274
- Angiolillo, M., Bertasi, F., Grossi, L., Loia, M., Vani, D., Rende, S.F., Giusti, M., Tunesi, L. (2023c). Deep Aggregations of the Polychaete *Amage adpersa* (Grube, 1863) in the Ionian Sea (Central Mediterranean Sea) as Revealed via ROV Observations. *Diversity*, 15, 906. <https://doi.org/10.3390/d15080906>
- Angiolillo, M., Bo, M., Toma, M., Giusti, M., Salvati, E., Giova, A., Lagudi, A., Rossi, L., Collina, M., Bruno, F., Canese, S., Tunesi, L. (2023a). A baseline for the monitoring of Mediterranean upper bathyal biogenic reefs within the Marine Strategy Framework Directive objectives. *Deep-sea Research Part I* 194, 103963. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2023.103963>
- Arcangeli, A., David, L., Aguilar, A., Atzori, F., Borrell, A., Campana, I., Carosso, L., Crosti, R., Darmon, G., Gambaiani, D., Di-M glio, N., Di Vito, S., Frau, F., Garcia-Garin, O., Orasi, A., Revuelta, O., Roul, M., Miaud, C. and Vighi, M. (2020), 'Floating marine macro litter: density reference values and monitoring protocol settings from coast to offshore. Results from the MEDSEALITTER project', *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 160, 111647, doi:10.1016/j.marpolbul.2020.111647
- Dom nech F, Aznar FJ, Raga JA, Tomas J. 2019. Two decades of monitoring in marine debris ingestion in loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*, from the western Mediterranean. *Environ Pollut* 244:367–378. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.10.047>.
- European Commission, 2022. MSFD CIS Guidance Document No. 19, Article 8 MSFD, May 2022.
- European Commission. 2023. *MSFD guidance: reporting on the 2024 update of Articles 8, 9 and 10. (MSFD Guidance Document 20)*. Brussels.
- Fleet, D., Vlachogianni, Th. and Hanke, G., 2021. *A Joint List of Litter Categories for Marine Macrolitter Monitoring*. EUR 30348 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, ISBN 978-92-76-21445-8, doi:10.2760/127473, JRC121708
- Fleet, D., Vlachogianni, Th. and Hanke, G., 2021. *A Joint List of Litter Categories for Marine Macrolitter Monitoring*. EUR 30348 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, ISBN 978-92-76-21445-8, doi:10.2760/127473, JRC121708

- INDICIT consortium, 2018b. Monitoring marine litter impacts on sea turtles. Protocol for the collection of data on ingestion and entanglement in the loggerhead turtle (*Caretta caretta* Linnaeus, 1758). Version 1.0 - 2018.04.15
- Matiddi, M., DeLucia, G.A., Silvestri, C., Darmon, G., Tomás, J., Pham, C.K., Camedda, A., Vandeperre, F., Claro, F., Kaska, Y., Kaberi, H., Revuelta, O., Piermarini, R., Daffina, R., Pisapia, M., Genta, D., Sözbilen, D., Bradai, M.N., Rodríguez, Y., Gambaiani, D., Tsangaris, C., Chaieb, O., Moussier, J., Loza, A.L., Miaud, C., 2019. Data collection on marine litter ingestion in sea turtles and thresholds for good environmental status. *J. Vis. Exp.* 2019, 1–9. <https://doi.org/10.3791/59466>.
- Matiddi, M., Hochscheid, S., Camedda, A., Bains, M., Cocumelli, C., Serena, F., Tomassetti, P., Travaglini, A., Marra, S., Campani, T., Scholl, F., Mancusi, C., Amato, E., Briguglio, P., Maffucci, F., Fossi, M.C., Bentivegna, F., de Lucia, G.A., 2017. Loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*): A target species for monitoring litter ingested by marine organisms in the Mediterranean Sea. *Environ. Pollut.* 230, 199–209. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.06.054>.
- Matiddi, M., Pham, C.K., Anastasopoulou, A., Andresmaa, E., Avio, C.G., Bianchi, J., Chaieb, O., Palazzo, L., Darmon, G., de Lucia, G.A., Deudero, S., Sozbilen, D., Eriksson, J., Fischer, E., Gómez, M., Herrera, A., Hattia, E., Kaberi, H., Kaska, Y., Kühn, S., Lips, I., Miaud, C., Gambaiani, D., Nelms, S., Piermarini, R., Regoli, F., Sbrana, A., Setälä, O., Settiti, S., Soederberg, L., Tomás, J., Tsangaris, C., Vale, M., Valente, T., Silvestri, C., 2021. Monitoring micro-litter ingestion in marine fish: a harmonized protocol for MSFD and RSCs areas. In: INDICIT II Project. <https://indiciteuropa.eu/cms/wp-content/uploads/2021/06/Monitoring-microlitter-ingestion-in-marine-fish-1.pdf>.
- Matiddi, M., van Franeker, J.A., Sammarini, V., Travaglini, A., Alcaro, L., 2011. Monitoring litter by sea turtles: an experimental protocol in the Mediterranean. In: Proceedings of the 4th Mediterranean Conference on Sea Turtles. 7e10 November, Naples Italy.
- MATTM-ISPRA, 2019. Programmi di Monitoraggio per la Strategia Marina. Art. 11, D.lgs. 190/2010. Schede Metodologiche Modulo 7 - Habitat coralligeno. Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Istituto Superiore per la Protezione dell’Ambiente.
- MSFD Technical Group on Marine Litter, Galgani, F., Ruiz-Orejón, L. F., Ronchi, F., Tallec, K., Fischer, E. K., Matiddi, M.,
- MSFD Technical Group on Marine Litter. 2023. Galgani, F., Ruiz-Orejón, L. F., Ronchi, F., Tallec, K., Fischer, E. K., Matiddi, M., Anastasopoulou, A., Andresmaa, E., Angiolillo, M., Bakker Paiva, M., Booth, A. M., Buhhalko, N., Cadiou, B., Clarò, F., Consoli, P., Darmon, G., Deudero, S., Fleet, D., Fortibuoni, T., Fossi, M.C., Gago, J., Gèrigny, O., Giorgetti, A., González-Fernández, D., Guse, N., Haseler, M., Ioakeimidis, C., Kammann, U., Kühn, S., Lacroix, C., Lips, I., Loza, A. L., Molina Jack, M. E., Norén, K., Papadoyannakis, M., Pragnel-Raasch, H., Rindorf, A., Ruiz, M., Setälä, O., Schulz, M., Schultze, M., Silvestri, C., Soederberg, L., Stoica, E., Storr-Paulsen, M., Strand, J., Valente, T., van Franeker, J., van Loon, W. M. G. M., Vighi, M., Vinci, M., Vlachogianni, T., Volckaert, A., Weiel, S., Wenneker, B., Werner, S., Zeri, C., Zorzo, P., and Hanke, G., Guidance on the Monitoring of Marine Litter in European Seas An update to improve the harmonised monitoring of marine litter under the Marine Strategy Framework Directive, EUR 31539 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2023, ISBN 978-92-68-04093-5, doi:10.2760/59137, JRC133594.
- MSFD Technical Subgroup on Marine Litter, 2013. Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas. <https://doi.org/10.2788/99475>.
- MSFD TG Marine Litter 2013. Georg Hanke, François Galgani, Werner, Stefanie, Oosterbaan, Lex, Nilsson, Per, Fleet, David, Kinsey, Susan, Thompson, Richard C., van Franeker, Jan, Vlachogianni, Thomais, Scoullou, Michael, Mira Veiga, Joana, Palatinus, Andreja, Matiddi, Marco, Maes, Thomas, Korpinen, Samuli,

Budziak, Ania, Leslie, Heather, Gago, Jesus, Liebezeit, Gerd, 2013. Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas. EUR 26113. Luxembourg (Luxembourg).

Publications Office of the European Union. JRC83985. <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/111111111/30681>.

SPA/RAC-UNEP/MAP, INDICIT, 2019. Protocols for Monitoring Interactions between Marine Litter and Marine Turtles (Ingestion and Entanglement) with a View to Harmonize Methods of Data Collection for Monitoring and Assessment in the Mediterranean. By Claro F. and INDICIT consortium, Tunis, 14 pp.

UNEP, 2015. Marine Litter Assessment in the Mediterranean. UNEP/MAP Athens. (45 pp).

UNEP/MED WG.509/34. 2021. Monitoring Guidelines/Protocols for Floating Microplastics

UNEP/MED WG.550/13.2023.Updated Baseline Values (BV) and Threshold Values (TV) for IMAP Common Indicator 23 (Seafloor macro-litter, Floating micro-plastics).

Van Loon, W., Hanke, G., Fleet, D., Werner, S., Barry, J., Strand, J., Eriksson, J., Galgani, F., Gräwe, D., Schulz, M., Vlachogianni, T., Press, M., Blidberg, E. and Walvoort, D., 2020. A European Threshold Value and Assessment Method for Macro Litter on Coastlines. EUR 30347 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-21444-1, doi:10.2760/54369, JRC121707.

Van Loon, W., Hanke, G., Fleet, D., Werner, S., Barry, J., Strand, J., Eriksson, J., Galgani, F., Gräwe, D., Schulz, M., Vlachogianni, T., Press, M., Blidberg, E. and Walvoort, D., 2020. *A European Threshold Value and Assessment Method for Macro Litter on Coastlines*. EUR 30347 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-21444-1, doi:10.2760/54369, JRC121707

Vasilakopoulos, P., Palialexis, A., Boschetti, S.T., Cardoso, A.C., Druon, J.-N., Konrad, C., Kotta, M., Magliozzi, C., Palma, M., Piroddi, C., Ruiz-Orejón, L.F., Salas-Herrero, F., Stips, A., Tornero, V. and Hanke, G., Marine Strategy Framework Directive, Thresholds for MSFD Criteria: state of play and next steps, EUR 31131 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022, ISBN 978-92-76-53689-5, doi:10.2760/640026, JRC128344.

Vighi, M., Ruiz-Orejón, L. F., Hanke, G., *Monitoring of Floating Marine Macro Litter – State of the art and literature overview*, EUR 31073 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022, ISBN 978-92-76-52436-6, doi:10.2760/78914, JRC129261.