

I. ROSSETTI<sup>1</sup>, M. ABBATE<sup>1</sup>, A. DI NATALE<sup>2</sup>, J.G. MORGANA<sup>1</sup>, F. PANNAIACIULLI<sup>1</sup>, F. PICCOLIN<sup>1</sup>, S. PRATO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile)  
Centro ricerche S. Teresa, Loc. Pozzuolo, 19032 Lerici (SP)

<sup>2</sup> Fondazione Acquario di Genova Onlus  
ivo.rossetti@enea.it

## **LA CITIZEN SCIENCE NEL MONITORAGGIO DI RIFIUTI: MESO- E MICRO-PLASTICHE NELLE SPIAGGE ITALIANE. IL COINVOLGIMENTO DELLE SCUOLE NEL PROGETTO "GUARDIANI DELLA COSTA"**

### ***CITIZEN SCIENCE IN MONITORING LITTER: MESO- AND MICRO-PLASTICS ON ITALIAN BEACHES. THE INVOLVEMENT OF SCHOOLS IN THE "GUARDIANI DELLA COSTA" PROJECT***

**Abstract** - Marine pollution from anthropogenic waste is a serious environmental issue, with negative impacts on ecosystems, species, society and economy. In particular, microplastics can enter food chains and pose a threat to both human and marine health. Environmental monitoring and citizen engagement (citizen science) are effective tools in addressing this issue. The "Guardiani della Costa" (Coast Guardians) program, promoted by the Costa Crociere Foundation, involves high school students in coastal monitoring. In spring 2023, 2,902 students from 102 classes surveyed natural and human-made debris, including micro- and meso-plastics, following rigorous protocols at 897 monitoring sites across 92 beaches. The results show that 21% of the debris was of human origin, with 47% of them being plastic. Micro and mesoplastics averaged 24.2 debris per m<sup>2</sup>, with higher concentrations in the backshore. The findings demonstrate the potential of citizen science in environmental monitoring and for raising awareness among young people about coastal conservation.

**Keywords:** schools engagement, coastal monitoring, anthropogenic impact, plastic pollution.

**Introduzione** - I rifiuti marini di origine antropica sono riconosciuti tra i più rilevanti fattori di inquinamento di mari e oceani, dove il loro progressivo accumulo ha un impatto negativo non solo sugli ecosistemi e sulle specie, ma anche sulla società e l'economia dell'uomo. Una crescente preoccupazione è legata, inoltre, alle microplastiche e nanoplastiche che, per le piccole dimensioni, possono entrare nelle catene alimentari, arrivando a minacciare la salute umana e delle specie marine.

In questo contesto, le attività di monitoraggio e di coinvolgimento attivo della cittadinanza sono considerate tra le più efficaci metodologie conoscitive e di sensibilizzazione a breve e lungo termine (Löhr *et al.*, 2017). La "citizen science", attraverso il coinvolgimento dei cittadini in attività di raccolta dati, consente di coniugare il monitoraggio su larga scala con la sensibilizzazione del pubblico sulle problematiche ambientali (Turrini *et al.*, 2018).

Nell'ambito del programma "Guardiani della Costa", promosso da Costa Crociere Foundation, studenti delle scuole superiori italiane sono coinvolti ogni anno in attività di monitoraggio ambientale su tratti di spiaggia distribuiti sul perimetro costiero italiano. Le attività del programma includono il rilevamento dei detriti di origine antropica spiaggiati, utilizzando protocolli di facile applicazione ma rigorosi per garantire dati affidabili e comparabili.

**Materiali e metodi** - Durante la primavera 2023, 2902 studenti di 102 classi scolastiche italiane hanno rilevato i detriti di maggiori dimensioni sia di origine naturale che di origine antropica, e i detriti di plastica di minori dimensioni (meso e

microplastiche). In particolare, il rilevamento dei detriti di maggiori dimensioni è stato svolto attraverso un'attività di beachcombing applicando il protocollo "MAC Emerso" (Reef Check Italia Onlus, 2021) su 897 punti di rilevamento distribuiti su 92 tratti di spiaggia (Fig. 1A e 1B), mentre il monitoraggio di micro e mesoplastiche è stato svolto attraverso un riadattamento del protocollo suggerito dalla Direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino (Frias *et al.*, 2018; Prata *et al.*, 2019; Locritani *et al.*, 2019), applicato su 20 tratti di spiaggia per un totale di 130 punti di rilevamento (Fig. 1A e 1C).

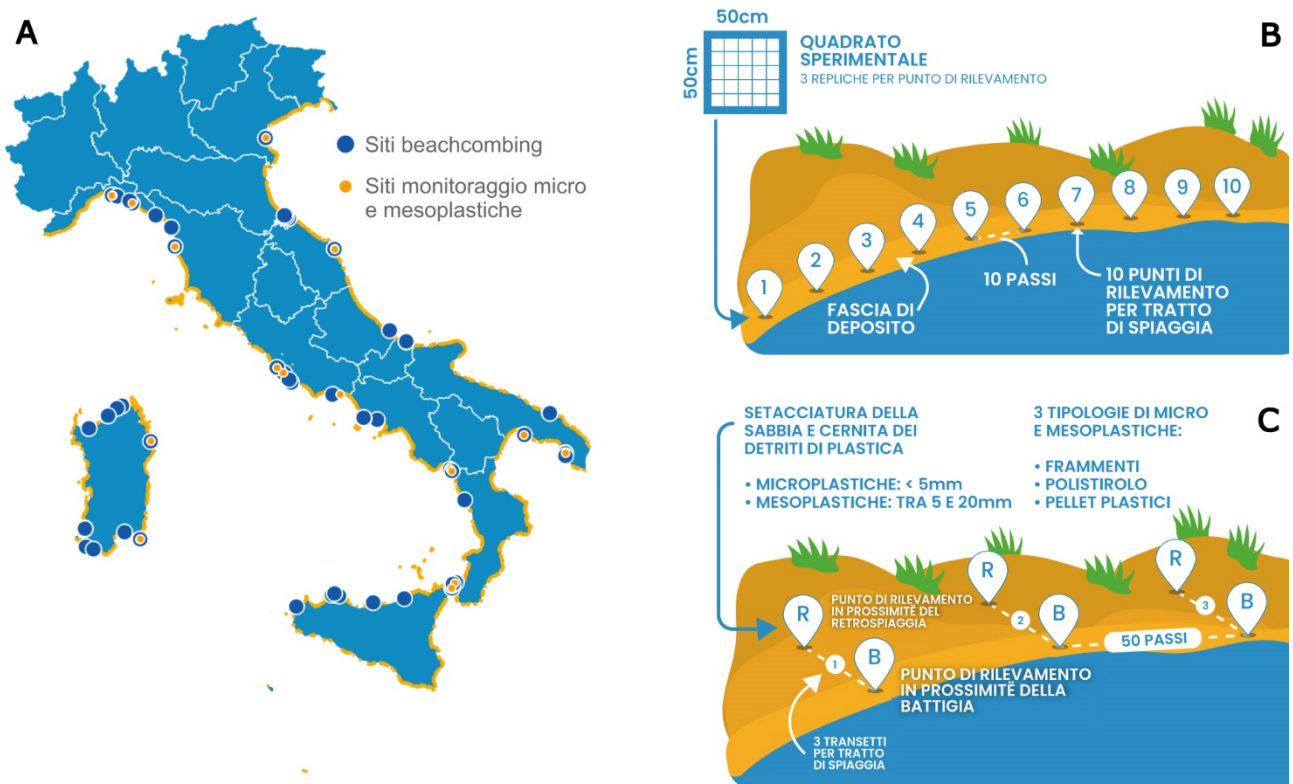


Fig. 1 - Distribuzione dei tratti di spiaggia monitorati nell'anno scolastico 2022/23 (A). Schema di rilevamento del beachcombing (B). Schema di rilevamento di micro- e meso-plastiche (C).  
*Sampling sites in the school year 2022/2023 (A). Beachcombing survey scheme (B). Micro- and meso-plastics survey scheme (C).*

**Risultati** – Fra i detriti di maggiori dimensioni, quelli di origine antropica hanno rappresentato oltre il 21% dei materiali rilevati (Fig. 2A). Di questi, quasi il 47% era rappresentato da plastica. Il secondo materiale rilevato più di frequente è rappresentato dai mozziconi di sigaretta, con quasi il 14% (Fig. 2B).

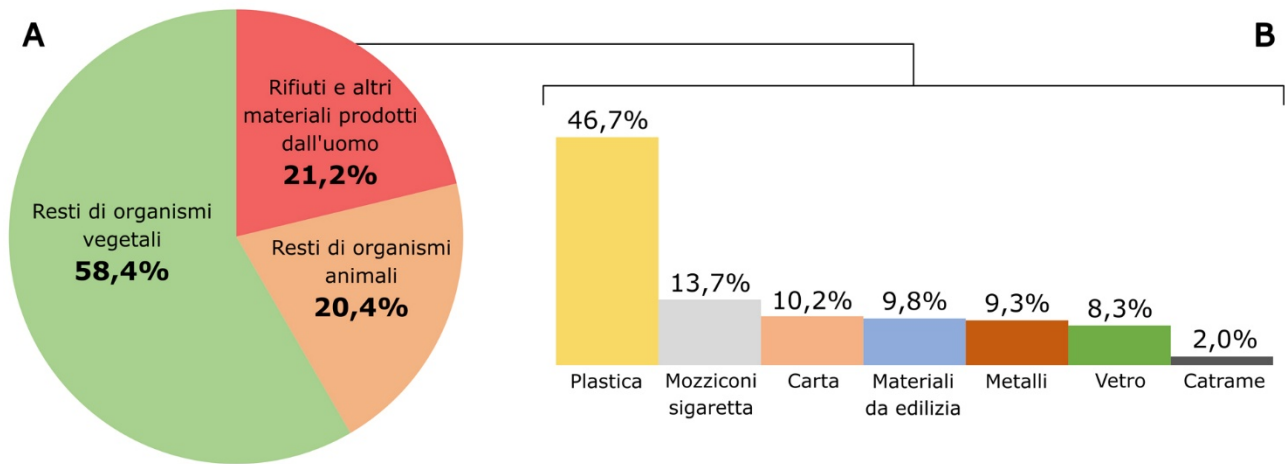


Fig. 2 - Percentuale delle categorie di materiali rilevati (A) e dettaglio per la categoria Rifiuti e altri materiali prodotti dall'uomo (B).  
 Percentage of material categories collected (A) and detail for the category Waste and other man-made materials (B).

Relativamente a meso e microplastiche, in media sono stati rilevati 24,2 piccoli detriti per m<sup>2</sup> di arenile. Le concentrazioni maggiori sono state riscontrate in prossimità dei retrospiaggia, laddove subiscono un maggiore accumulo (Fig. 3).

<b>A</b>	<b>16,8 /m<sup>2</sup></b>	Media: <b>24,2/m<sup>2</sup></b>	<b>31,6 /m<sup>2</sup></b>
<b>B</b>		<b>Frammenti</b>	
≤ 5 mm:	<b>5,6 /m<sup>2</sup></b>		<b>13,8 /m<sup>2</sup></b>
5 - 20 mm:	<b>8,4 /m<sup>2</sup></b>		<b>8,2 /m<sup>2</sup></b>
<b>C</b>		<b>Polistirolo</b>	
≤ 5 mm:	<b>0,6 /m<sup>2</sup></b>		<b>4,0 /m<sup>2</sup></b>
5 - 20 mm:	<b>0,8 /m<sup>2</sup></b>		<b>1,7 /m<sup>2</sup></b>
<b>D</b>		<b>Pellet plastici</b>	
≤ 5 mm:	<b>1,3 /m<sup>2</sup></b>		<b>3,9 /m<sup>2</sup></b>
	Battigia		Retrospiaggia

Fig. 3 - Distribuzione di micro- e meso-plastiche (A), frammenti (B), polistirolo (C) e pellet (D).  
 Distribution of micro- and meso-plastics (A), fragments (B), polystyrene (C) and pellets (D).

Si osserva, inoltre, una riduzione della dimensione media di frammenti di plastica e polistirolo in prossimità dei retrospiaggia (Fig. 4). Questa riduzione non si osserva sui pellet plastici, che hanno dimensioni relativamente costanti e inferiori ai 5 mm.

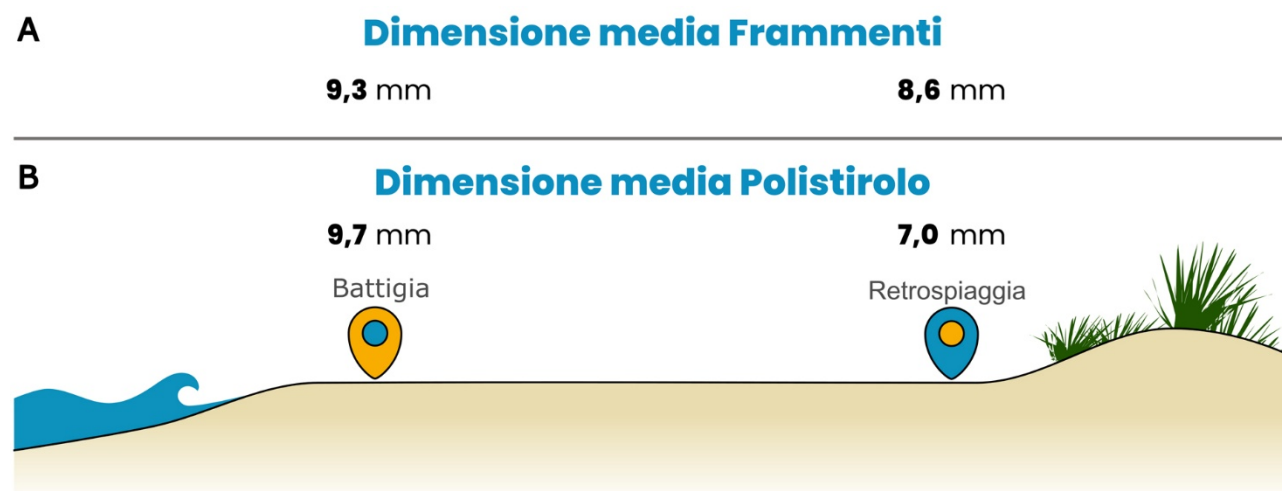


Fig. 4 - Dimensione media dei frammenti plastici (A) e delle particelle di polistirolo (B).  
Average size of plastic fragments (A) and polystyrene particles (B).

**Conclusioni** - La ricerca evidenzia e conferma l'importante impatto dell'inquinamento da rifiuti, in particolare della plastica, sulle coste. La frequenza elevata dei mozziconi di sigaretta indica un problema specifico legato all'abbandono di questo tipo di rifiuto in contesti urbani vicini alle coste, e sottolinea la necessità di misure di gestione e sensibilizzazione.

Anche l'analisi di micro e mesoplastiche mostra l'allarmante abbondanza dei piccoli detriti plastici negli arenili, che tendono ad accumularsi nelle aree di retrospiaggia, dove raggiungono dimensioni minori, probabilmente a causa di ulteriore frammentazione *in situ* per l'azione meccanica combinata a quella dei raggi UV.

Il programma Guardiani della Costa mostra le potenzialità della citizen science nel monitoraggio dei detriti spiaggiati di origine antropica su scala nazionale. Inoltre, considerato il numero di studenti coinvolti, il programma si dimostra efficace anche per la sensibilizzazione delle giovani generazioni.

### Bibliografia

- FRIAS J., PAGTER E., NASH R., O'CONNOR I., CARRETERO O., FILGUEIRAS A., VIÑAS L., GAGO J., ANTUNES J., BESSA F., SOBRAL P., GORUPPI A., TIRELLI V., PEDROTTI M.L., SUARIA G., ALIANI S., LOPES C., RAIMUNDO J., CAETANO M., GERDTS G. (2018) - Standardised protocol for monitoring microplastics in sediments. *JPI Ocean. BASEMAN Proj. Tech. Rep.*: **I-VIII**, 1-23. <https://doi.10.13140/RG.2.2.36256.89601/1>
- LOCITANI M., MERLINO S., ABBATE M. (2019) - Assessing the citizen science approach as tool to increase awareness on the marine litter problem. *Mar. Pollut. Bull.*, **140**: 320-329.
- LÖHR A., SAVELLI H., BEUNEN R., KALZ M., RAGAS A., VAN BELLEGHEM F. (2017) - Solutions for global marine litter pollution. *Curr. Opin. Env. Sust.*, **28**: 90-99. <https://doi.10.1016/j.cosust.2017.08.009>
- PRATA J.C., DA COSTA J.P., DUARTE A.C., ROCHA-SANTOS T. (2019) - Methods for sampling and detection of microplastics in water and sediment: A critical review. *TrAC Trends Anal. Chem.*, **110**: 150-159.
- REEF CHECK ITALIA ONLUS (2021) - *MAC Emerso*. [https://www.progettomac.it/mac\\_emerso.asp](https://www.progettomac.it/mac_emerso.asp).
- TURRINI T., DÖRLER D., RICHTER A., HEIGL F., BONN A. (2018) - The threefold potential of environmental citizen science - Generating knowledge, creating learning opportunities and enabling civic participation. *Biol. Conserv.*, **225**: 176-186.