
Inquinamento da plastica sulla costa toscana

**Le misure ambientali che i comuni possono
mettere in atto per ridurlo**



Questo lavoro è una traduzione e un adattamento dell'articolo originale in Inglese: Ballerini T., Galletti Y., Tacconi D. (2024). *Plastic pollution on the Tuscan coast: Environmental measures municipalities can put in place to reduce it*. 10th International Symposium - Monitoring of Mediterranean coastal areas: problems and measurement techniques.

Creative Commons license Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International CC-BY-NC-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode>)

Questo lavoro è stato svolto nell'ambito del progetto "Profili Antropici - la plastica come misura del nostro tempo" finanziato con l'8 x mille della Chiesa Valdese e condotto da Semi di Scienza in collaborazione con Sons of the Ocean.

Citazione suggerita:

Ballerini T., Galletti Y., Tacconi D. (2024). *Plastic pollution on the Tuscan coast: Environmental measures municipalities can put in place to reduce it*. 10th International Symposium - Monitoring of Mediterranean coastal areas: problems and measurement techniques.



Profili Antropici. La plastica come misura del nostro tempo



otto
per
8
mille
CHIESA VALDESE
UNIONE DELLE CHIESE METODISTE E VALDESI



5

Introduzione

7

Materiali e Metodi

9

Risultati

16

Discussioni

ABSTRACT

L'inquinamento da plastica e da altri inquinanti chimici è al di fuori dello spazio operativo sicuro dei confini planetari per l'umanità. I dati scientifici dimostrano che per affrontare l'inquinamento da plastica è urgente mettere in atto interventi a monte per ridurre la produzione di plastica primaria.

Parallelamente alle azioni a livello internazionale e nazionale, i comuni possono limitare in modo significativo l'inquinamento da plastica monouso sul proprio territorio attraverso lo sviluppo di strategie integrate.

Qui mostriamo i risultati del monitoraggio dei rifiuti spiaggiati in tre comuni sulla costa della Toscana. Abbiamo identificato le misure ambientali messe in atto dai comuni per affrontare gli articoli in plastica monouso (SUP) e abbiamo evidenziato ulteriori possibili misure ambientali per ridurre l'inquinamento da plastica a livello locale.



Introduzione

L'inquinamento da plastica e da altri inquinanti chimici è già al di fuori dello spazio operativo sicuro dei confini planetari per l'umanità [19]. L'accumulo nell'ambiente di rifiuti plastici e delle sostanze chimiche tossiche a questi associati segue in maniera proporzionale l'aumento della produzione di plastica, che si prevede triplicherà entro il 2060 in base a scenari di *business as-usual* [15]. Per affrontare l'inquinamento da plastica, è urgente ridurre la produzione di polimeri plastici primari [4].

In risposta a questa crisi, la Quinta Assemblea delle Nazioni Unite per l'Ambiente (UNEA-5.2) ha adottato una risoluzione che prevede un mandato per sviluppare un accordo internazionale giuridicamente vincolante entro il 2024 per porre fine all'inquinamento da plastica sia nell'ambiente marino che in quello terrestre, considerando l'intero ciclo di vita della plastica.

La Strategia europea sulla plastica (COM/2018/028final) ha fissato un obiettivo di riduzione del 30% per i rifiuti marini e la Direttiva europea sulle plastiche monouso (SUPD, 2019/904/UE) ha stabilito l'obiettivo per gli Stati membri dell'UE di ridurre l'impatto di alcuni prodotti di plastica monouso nell'ambiente, riducendone o vietandone l'uso. La Direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino dell'UE (MSFD, 2008/56/CE) ha come obiettivo il raggiungimento del "Buono Stato Ambientale" (*Good Environmental Status, GES*) delle acque marine dell'UE.

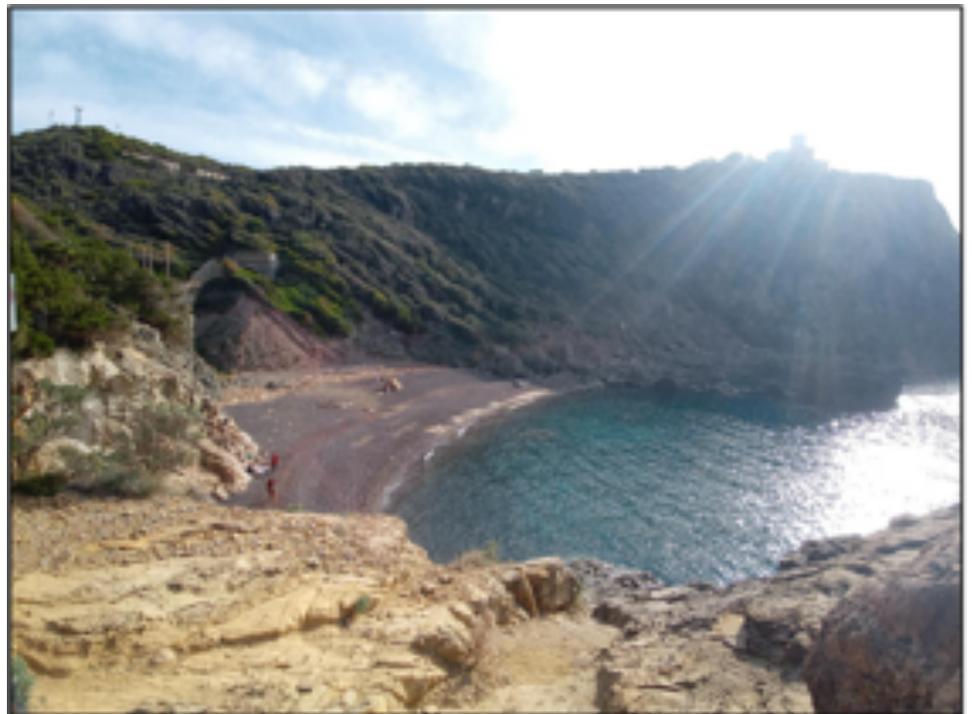
I rifiuti spiaggiati (*Beach litter*) sono uno degli indicatori della MSFD (D10C1.1) "*La composizione, la quantità e la distribuzione spaziale dei rifiuti sulle coste [...] sono a livelli che non causano danni all'ambiente costiero e marino*". Essi sono facilmente rilevabili [12], sono correlati alla quantità di rifiuti marini e sono stati monitorati con successo in tutto il mondo attraverso la *citizen science* [26;30]. I dati raccolti attraverso la *citizen science* possono aiutare il processo decisionale locale [14]. Infatti, parallelamente alle azioni a livello internazionale e nazionale, i comuni possono limitare in modo significativo l'inquinamento da plastica sul loro territorio attraverso lo sviluppo di strategie integrate [3; 32].

In questo lavoro presentiamo i risultati del monitoraggio dei rifiuti spiaggiati in tre comuni della costa toscana, sul Mar Tirreno, in Italia, effettuato tra l'autunno 2022 e l'estate 2023 nell'ambito del progetto di citizen science "Profili Antropici – La plastica come misura del nostro tempo". Presentiamo inoltre un'analisi delle misure ambientali per affrontare l'inquinamento da plastiche monouso (SUP) messe in atto dai tre comuni e suggeriamo ulteriori possibili azioni per ridurre questo inquinamento a livello locale.



La spiaggia di Bocca di Serchio (S1), nel Comune di Marina di Vecchiano.

Cala del Leone (S2), nel Comune di Livorno.



Lillatro (S3) nel Comune di Rosignano Marittimo.

Figura 1. I tre siti di studio.

Materiali e Metodi

Monitoraggio dei rifiuti spiaggiati

I rifiuti sono stati monitorati su tre spiagge della costa toscana, in Italia, tra novembre 2022 e luglio 2023 (Figura 1; Tabella 1). I siti sono rappresentativi di diversi tipi di ambiente naturale e tutte le spiagge sono legalmente accessibili al pubblico. In ogni sito, l'unità di campionamento è stata identificata come una sezione fissa della spiaggia, dalla battigia alla parte posteriore della spiaggia, della lunghezza di 100 metri. Durante i rilievi, i rifiuti sono stati individuati mediante osservazioni visive e rimossi (non si è scavato per liberare i rifiuti sepolti nella sabbia, ma sono stati recuperati i rifiuti per metà sotto la sabbia). I rifiuti sono stati contati e classificati secondo la Joint List of Litter Items sviluppata dal MSFD Technical Group on Marine Litter, che distingue 183 categorie di rifiuti raggruppati in 9 tipi di materiali [9].

I dati sono stati riportati come numero di rifiuti / 100 m di indagine e sono stati aggregati a diverse scale temporali/spaziali utilizzando la mediana, il metodo di calcolo preferito per aggregare i dati al fine di valutare le linee di base dei rifiuti delle spiagge marine dell'UE [13]. I 10 rifiuti più abbondanti per ogni sito e i 20 rifiuti più abbondanti in tutte le indagini sono stati identificati raggruppando i rifiuti nelle diverse misurazioni e presentati come frazione del totale dei rifiuti. Complessivamente, 55 volontari sono stati formati e hanno partecipato alle indagini. Gli autori dell'articolo hanno supervisionato la classificazione finale dei rifiuti spiaggiati, trascrivendo i dati del lavoro sul campo in un foglio elettronico e compilando i meta-dati associati.

Misure ambientali per affrontare i rifiuti solidi urbani da parte dei comuni

Durante il progetto, sono stati realizzati tre incontri in presenza e due *online* con gli assessori all'ambiente dei tre comuni per illustrare i risultati del monitoraggio delle spiagge e discutere le misure ambientali che i comuni hanno già messo in atto o possono mettere in atto in futuro per affrontare l'inquinamento da plastica.

Nell'aprile 2024 è stato consegnato ai consiglieri un questionario in cui si chiedeva quali misure ambientali fossero state messe in atto nel loro comune. Le domande sono state tratte da un rapporto di linee guida per i comuni su come ridurre i rifiuti in plastica da articoli monouso SUP sviluppato dalla sezione regionale Emilia Romagna dell'Associazione Nazionale dei Comuni Italiani (ANCI Emilia Romagna) [2].

Una prima serie di domande riguardava le "Misure per la riduzione dei prodotti monouso in diverse aree politiche", raggruppate in diverse aree di intervento. Una seconda serie di domande "Comportamenti da promuovere e relative misure" comprendeva 8 comportamenti con i relativi flussi target, gli ambiti di riferimento e le principali misure che i Comuni possono mettere in atto.

Ai consiglieri è stato chiesto di valutare ogni misura ambientale sulla base di un'analisi Plus, Minus, Interesting (PMI) [23] che elencava, rispettivamente, tutti i vantaggi (PLUS), gli svantaggi (MINUS) e tutto ciò che necessita di indagini future (INTERESSANTE).

Nel maggio 2024 si è svolto un workshop sul ruolo dei comuni nella transizione ambientale e le linee guida per i comuni su come ridurre i rifiuti da articoli monouso sono state presentate in dettaglio dal loro autore principale [2]. È stata poi condotta un'analisi SWOT (punti di forza, debolezza, opportunità e minacce) sull'attuazione di misure ambientali da parte dei comuni per ridurre l'inquinamento da plastica.

Risultati

Abbondanza e tipi di rifiuti spiaggiati

Sono stati raccolti e classificati 11'237 rifiuti, per un'abbondanza mediana di 1'266 rifiuti/100 m (Tabella 1, Figura 2). In totale sono state trovate 126 categorie di oggetti e di queste il 55,13% era costituito da oggetti di uso non definito. I rifiuti in polimeri artificiali rappresentano la maggior parte dei rifiuti in totale (88,39%: Figura 2) e nei tre siti (Bocca di Serchio: 96,47%; Cala del Leone: 78,45%; Lillatro: 88,67%; Figura 3D). I rifiuti in carta e cartone e i rifiuti in metallo corrispondevano, rispettivamente, al 3,42% e al 3,14% dei rifiuti totali. Gli altri materiali erano rappresentati da meno del 2% (Figura 2).

I rifiuti che figurano tra i primi 10 in tutte le indagini corrispondono al 79,44% dei rifiuti totali, mentre i rifiuti che figurano tra i primi 20 in tutte le indagini corrispondono all'89,04% dei rifiuti totali e sei di essi sono prodotti in plastica monouso (SUP) secondo la SUPD (14) (Figura 2). Si tratta di: mozziconi di sigaretta (22,69%), bottiglie di plastica per bevande (4,38%, tutte le dimensioni insieme), tappi/coperchi di plastica per bevande (2,89%), bastoncini di plastica per cotton fioc (2,79%), pacchetti di patatine/incarti di dolci (1,61%) (Figura 2). Complessivamente, gli articoli SUP corrispondono al 36,96% del totale dei rifiuti.

Tabella 1. Abbondanza di rifiuti nei tre siti di indagine lungo la costa toscana.

| Sito | Descrizione | Abbondanza (rifiuti / 100 m lineari) |
|---|--|--|
| S1 - Bocca di Serchio (Marina di Vecchiano) | Spiaggia sabbiosa vicino alla foce del fiume Serchio, all'interno del parco di Migliarino San Rossore Massaciuccoli. | <ul style="list-style-type: none">05/11/22: 1266 rifiuti26/03/23: 1266 rifiuti05/06/23: 1121 rifiuti |
| S2 - Cala del Leone (Livorno) | Piccola baia con ciottoli. Spiaggia libera, non attrezzata. | <ul style="list-style-type: none">01/11/22: 438 rifiuti02/04/23: 1191 rifiuti23/06/23: 1471 rifiuti |
| S3 - Lillatro (Rosignano Marittimo) | Spiaggia sabbiosa con sistema dunale antropizzato, vicino a uno stabilimento balneare. Parzialmente attrezzata nel periodo estivo. | <ul style="list-style-type: none">13/11/22: 1526 rifiuti25/02/23: 2354 rifiuti14/07/23: 604 rifiuti |

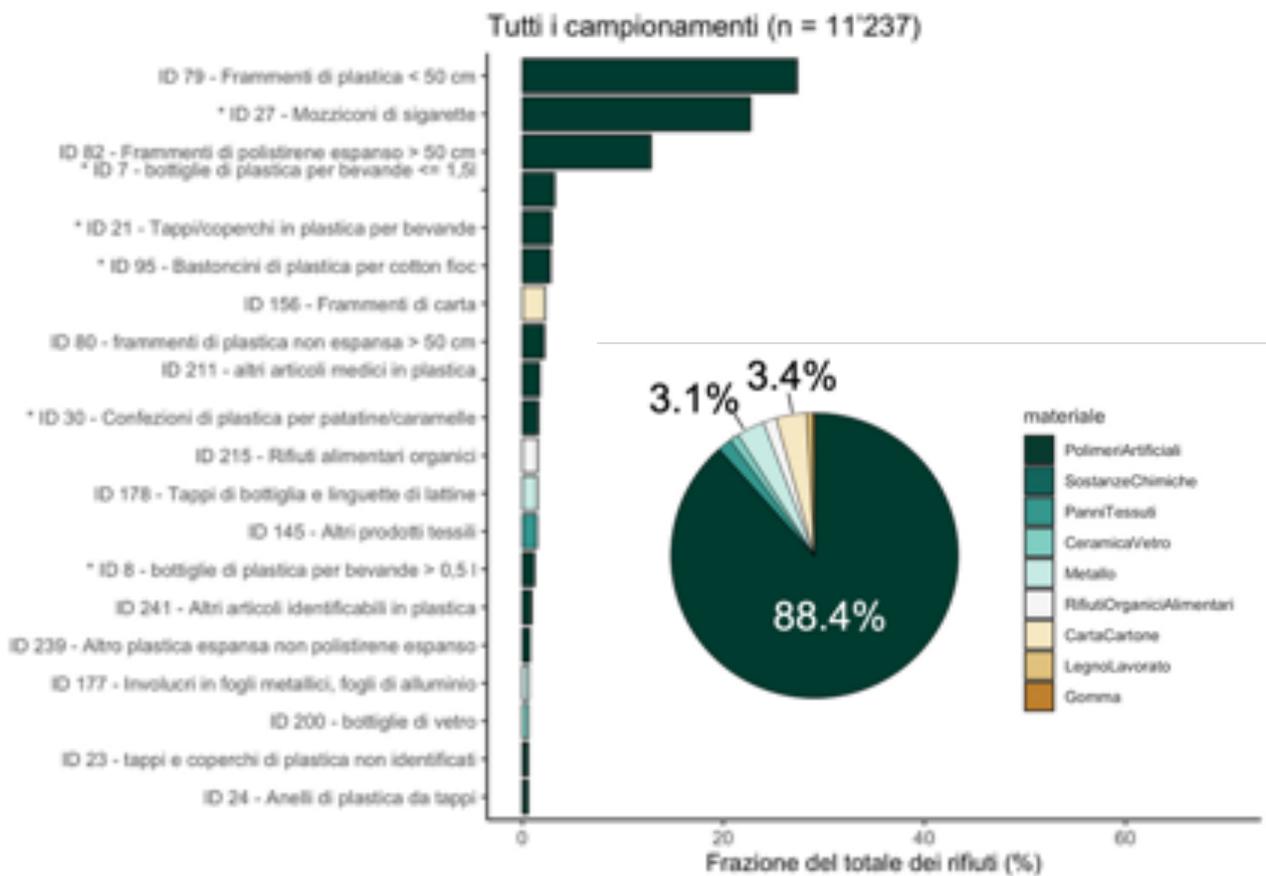


Figura 2. I principali rifiuti e materiali trovati sulle spiagge toscane tra il 2022 e il 2023. I primi 20 rifiuti sono mostrati come frazione del totale. Le percentuali <2% non sono mostrate. Il simbolo "*" indica gli articoli SUP.

La maggiore abbondanza di rifiuti è stata riscontrata a Lillatro (intervallo: 604 - 2354 rifiuti / 100 m), seguita da Bocca di Serchio (intervallo: 1121-1266 rifiuti / 100 m) e Cala del Leone (intervallo: 438 - 1471 rifiuti / 100 m) (Tabella 1). A Bocca di Serchio, i primi 10 rifiuti nei tre campionamenti (85,98% del totale) erano tutti polimeri artificiali (Figura 3A). I SUP sono stati trovati in ogni occasione di campionamento e i bastoncini di cotone di plastica sono stati i più abbondanti (310 pezzi durante il primo sondaggio e 59 pezzi al terzo sondaggio). A Cala del Leone, i primi 10 articoli di littering nei tre sondaggi corrispondono al 79,71% degli articoli totali (Figura 3B).

Gli articoli SUP sono stati trovati in tutte le occasioni di campionamento e i più abbondanti sono stati i mozziconi di sigaretta con filtro (35, 0 e 571 articoli rispettivamente durante la prima, la seconda e la terza indagine), le bottiglie di plastica per bevande $\leq 0,5$ l (2, 3 e 300 articoli, rispettivamente, durante la prima, la seconda e la terza indagine), le bottiglie di plastica per bevande $> 0,5$ l (58, 34 e 16 articoli rispettivamente durante la prima, la seconda e la terza indagine). Durante la terza indagine sono state trovate 49 bottiglie di vetro. A Lillatro, i primi 10 rifiuti nei tre campionamenti corrispondevano all'89,72% del totale (Figura 3C). In ogni occasione di campionamento sono stati trovati SUP e i mozziconi di sigaretta con filtro sono stati i più abbondanti (1040, 430 e 317 pezzi rispettivamente durante la prima, la seconda e la terza indagine).

I rifiuti raccolti nello spartiacque del fiume Serchio e scaricati alla sua foce sono probabilmente la fonte più abbondante di rifiuti a Bocca di Serchio, mentre a Cala del Leone e Lillatro la fonte principale di rifiuti è probabilmente legata al turismo costiero e alle attività ricreative.

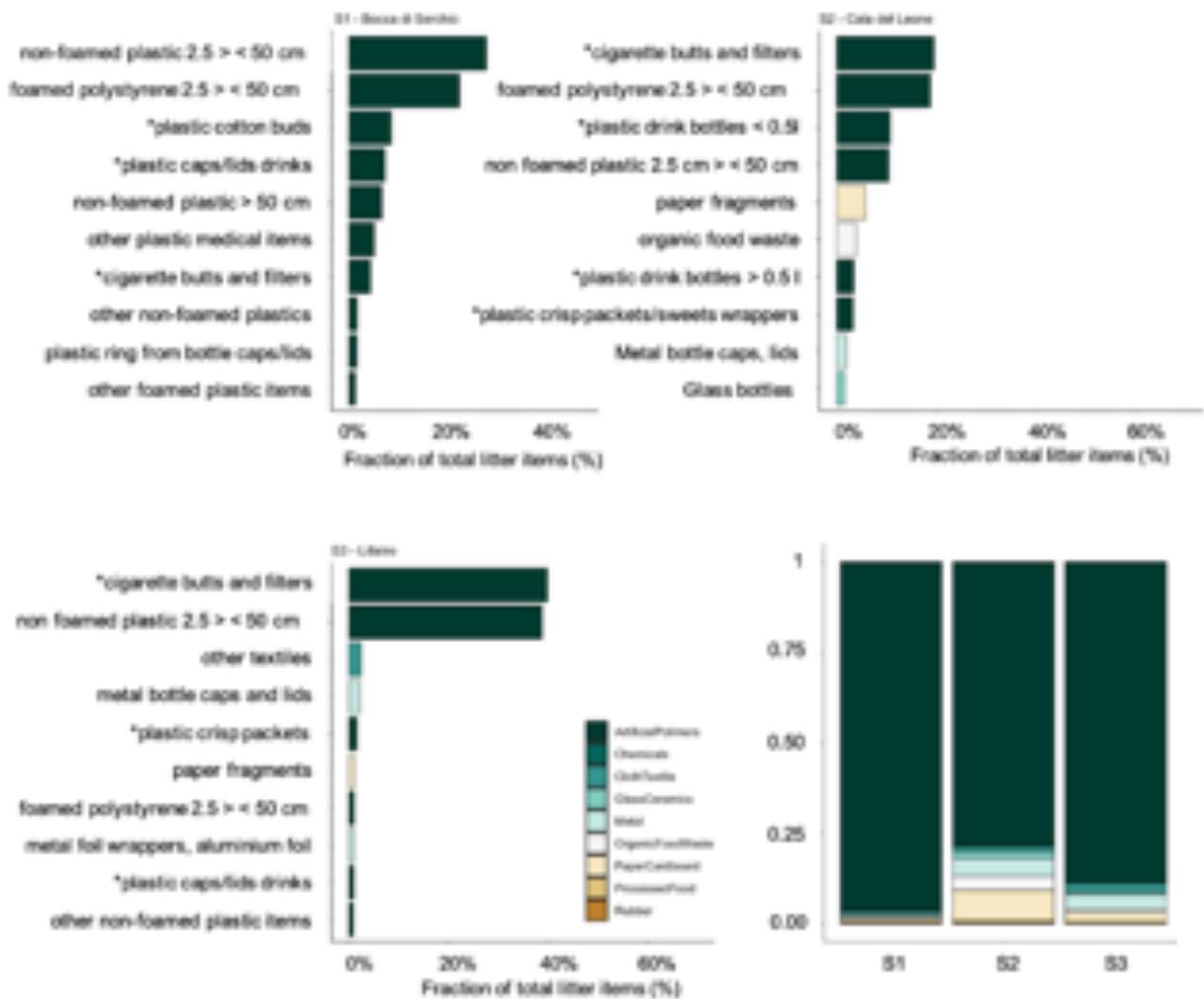


Figura 3. Top 10 dei rifiuti e dei materiali a Bocca di Serchio (A), Cala del Leone (B), Lillatro (C) e composizione della lettiera (D) nei tre siti delle spiagge toscane tra il 2022 e il 2023. I primi 10 rifiuti sono mostrati come frazione del totale. Le percentuali <2% non sono mostrate. Il simbolo "*" indica gli elementi SUP.

Misure ambientali messe in atto dai Comuni

I risultati del questionario (Tabella 2) mostrano che per quanto riguarda le "Misure per ridurre i prodotti monouso in diverse aree politiche", solo 13 delle 45 possibili misure elencate in [2] sono state messe in atto da almeno un Comune in 6 delle 10 aree politiche, mentre per quanto riguarda i "Comportamenti da promuovere e relative misure", su 28 possibili misure solo 7 sono state implementate da almeno un Comune per promuovere 5 dei 7 comportamenti elencati in [2].

Nell'ambito delle azioni volte a ridurre l'inquinamento da plastica e a promuovere la sostenibilità, il Comune di Livorno ha messo in atto l'ordinanza n. 256 del 26/07/2019, l'ordinanza n. 260 del 30/07/2019 e l'ordinanza n. 7 del 14/01/2020 che includono disposizioni per vietare la commercializzazione e l'utilizzo di contenitori e stoviglie monouso "non biodegradabili" rispettivamente sulle spiagge e in occasione di fiere e sagre, nei parchi e nelle manifestazioni sportive.

Il Comune di Rosignano Marittimo ha emanato l'ordinanza n. 319 del 24/07/2019 che vieta gli oggetti in plastica monouso sulle spiagge. Ha inoltre approvato il "Regolamento per la disciplina dello svolgimento di iniziative commerciali temporanee (mercati) e di altre particolari concessioni di vendita temporanea su aree pubbliche - aggiornato" 16/09/2021" che prevede l'obbligo di utilizzare materiale monouso (piatti, bicchieri, posate, ecc.) esclusivamente di tipo "biodegradabile e/o compostabile" e "Regolamento per la gestione ambientale di alimenti e bevande in occasione di iniziative temporanee e sagre - aggiornato al 16/09/2021", che prevede il divieto di utilizzare bottiglie di plastica e di vetro monouso, l'obbligo di utilizzare contenitori per bevande riutilizzabili o acqua del rubinetto; il divieto di distribuire prodotti confezionati monodose come torte, yogurt, dessert; l'obbligo di utilizzare stoviglie riutilizzabili (piatti, posate e bicchieri) e/o "materiali termoplastici biodegradabili".

Tabella 2. Misure ambientali messe in atto da almeno un comune

| Aree di intervento |
|---|
| Uffici comunali: Rimozione delle bottiglie d'acqua in PET dalle riunioni e sostituzione con bottiglie riutilizzabili o acqua del rubinetto; installazione di fontanelle d'acqua. |
| Eventi, conferenze, manifestazioni pubbliche organizzate presso le strutture comunali: Fontane d'acqua. |
| Spettacoli, festival ed eventi su suolo pubblico: Fontane d'acqua; Servizio di noleggio di stoviglie lavabili e kit per lavastoviglie. |
| Scuole e università, compreso il servizio di ristorazione scolastica: Formazione e sensibilizzazione; Invito a usare la propria borraccia/bottiglia; Installazione di fontane d'acqua; Promozione della frutta e dei prodotti a metà mattina in sostituzione dei prodotti confezionati. |
| Attività di vendita al dettaglio (piccola e grande distribuzione): Comunicazione/sensibilizzazione, misure per promuovere la riduzione dei prodotti monouso (ma consentendo "plastiche biodegradabili"). |
| Cittadini e visitatori/turisti: Comunicazione/sensibilizzazione (mozziconi di sigaretta e rifiuti); servizio di noleggio di stoviglie riutilizzabili per piccoli eventi. |
| Comportamenti da promuovere |
| Utilizzo di borse per la spesa riutilizzabili: Attività di sensibilizzazione |
| Uso di stoviglie e bicchieri riutilizzabili a casa, feste private: Servizio di noleggio di stoviglie e bicchieri riutilizzabili |
| Utilizzo di stoviglie e bicchieri riutilizzabili per eventi/festival: Sensibilizzazione |
| Utilizzo di bicchieri e stoviglie riutilizzabili nelle scuole: Sensibilizzazione; fontanelle d'acqua; distribuzione di bottiglie d'acqua riutilizzabili |
| Uso di stoviglie alla spina e riutilizzabili: Fontane d'acqua |

Le discussioni condotte durante il workshop di maggio 2024 hanno permesso di individuare alcune carenze di competenze specifiche interne, in particolare per quanto riguarda le "plastiche biodegradabili" e, su richiesta dei consiglieri, sono state condivise informazioni scientifiche sulle loro caratteristiche e sui loro impatti ambientali.

I consiglieri hanno evidenziato le difficoltà nel garantire il rispetto delle normative esistenti da parte dei cittadini a fronte della mancanza di risorse. Ad esempio, Rosignano Marittimo ha approvato la "Delibera di Giunta Comunale n. 273 del 19/09/2019 - Approvazione linee guida in materia di tutela della salute pubblica, finalizzate al divieto di fumo e di abbandono di prodotti da fumo sulle spiagge comunali", ma la delibera non è mai stata trasformata in atto amministrativo a causa delle difficoltà di applicazione. L'assessore all'ambiente di Marina di Vecchiano ha evidenziato la mancanza di risorse in termini di personale tecnico e competenze nei piccoli Comuni.

I consiglieri hanno anche evidenziato le sfide per una comunicazione efficace con i cittadini. È emerso un accordo comune sull'opportunità di promuovere la collaborazione con gli *stakeholder* locali (università, centri di ricerca, ONG) e di promuovere futuri progetti di *citizen science* per migliorare l'educazione e la consapevolezza dei cittadini sulla questione dei rifiuti di plastica. Queste considerazioni sono state incluse nell'analisi SWOT (Tabella 3).

Tabella 3. Analisi SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats*; in italiano: punti di forza, debolezza, opportunità e minacce) per l'attuazione di misure ambientali da parte dei comuni per ridurre l'inquinamento da plastica.

| Strengths | Weaknesses |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Potere normativo diretto per l'attuazione di regolamenti e politiche locali che possono portare a cambiamenti significativi; • definizione di politiche di appalti pubblici <i>plastic free</i> e <i>single-use free</i>, requisiti e contratti mirati per i fornitori; • alto livello di coinvolgimento e partecipazione della comunità e delle associazioni; • collaborazione con le università e i centri di ricerca locali; • impegno in progetti di <i>citizen science</i> e di educazione e sensibilizzazione dei cittadini; • esperienza in progetti UE (Livorno come città a cascata - Horizon 2020). | <ul style="list-style-type: none"> • Mancanza di competenze specifiche interne in grado di definire strategie efficaci; • mancanza di risorse; • mancanza di un sistema strutturato per coordinare la partecipazione degli stakeholder (gruppi di lavoro); • difficoltà nel garantire il rispetto delle normative esistenti da parte dei cittadini; • difficoltà di comunicazione efficace con i cittadini. |
| Opportunities | Threats |
| <ul style="list-style-type: none"> • Unire le forze tra i comuni per fare massa critica e creare maggiori sinergie nella riduzione dell'uso di prodotti monouso; • Comuni come attori della rete di governance attraverso il coinvolgimento di ANCI Toscana; • Creazione di <i>living lab</i> per lo sviluppo e il monitoraggio di azioni pilota, che serviranno da modello per altre città costiere; • Fondi regionali, nazionali ed europei; • Nuove opportunità e coinvolgimento dei giovani; • Riduzione dei costi ambientali e sociali associati alla produzione di rifiuti. | <ul style="list-style-type: none"> • Sistema economico ancora orientato all'usa-e-getta piuttosto che al riuso e ai modelli circolari e rigenerativi; • quadro normativo italiano in parziale contrasto con le direttive e le azioni dell'UE per la riduzione dei prodotti monouso; • pericolo delle cosiddette "sostituzioni deplorable" (<i>regrettable substitutions</i>, ovvero il passaggio da una sostanza pericolosa nota a un'altra sostanza pericolosa non ancora nota) [10]; • conflitti con specifiche categorie di <i>stakeholder</i> potrebbero compromettere il contratto sociale e ritardare l'attuazione delle politiche ambientali. |

Discussione

Abbondanza di oggetti SUP superiore alla soglia UE per i rifiuti marini

Per raggiungere o mantenere un Buono Stato Ambientale (GES), il Gruppo Tecnico MSFD sui rifiuti marini ha fissato il valore soglia per i rifiuti spiaggiati a 20 rifiuti/100 m di spiaggia, considerato come un valore in grado di ridurre i danni da rifiuti spiaggiati a un livello sufficientemente precauzionale [28]. Questo valore è stato ampiamente superato in tutti i rilevamenti di questo studio, in cui l'88,39% dei rifiuti era costituito da polimeri artificiali e il 36,96% di tutti i rifiuti era costituito da rifiuti di tipo SUP per i quali esiste una prescrizione di riduzione o di divieto in base al DPCM.

Nonostante le difficoltà nel confrontare l'abbondanza di rifiuti con altre località a causa della disomogeneità dei metodi di campionamento [5], la densità mediana di rifiuti spiaggiati qui riportata (1266 articoli / 100 m) è superiore a quella di precedenti indagini lungo la costa toscana (603 articoli / 100 m nel periodo 2020-2021 [8]), nel Mar Tirreno (491 articoli/100 m tra il 2015 e il 2018; [11]) e a livello del Mar Mediterraneo occidentale (196 e 255 articoli / 100 m rilevati rispettivamente nel 2015 e nel 2016, [13]). In questo studio abbiamo rilevato un contributo maggiore dei polimeri artificiali sul totale dei rifiuti rispetto alle coste italiane nel periodo 2015 - 2018 (74% [11]) e un valore paragonabile alle spiagge europee nel periodo 2015-2021 [85%; 26].

Le serie temporali sull'abbondanza di macrolitter sono importanti per valutare nel tempo l'efficacia dell'attuazione delle normative ambientali esistenti. Le stime della densità di rifiuti raccolti in questo studio sono le prime disponibili per le tre spiagge e ulteriori indagini in futuro permetteranno di raccogliere valori di base con una precisione adeguata per poter rilevare i cambiamenti dell'abbondanza di macrolitter nel tempo [22].

Per la valutazione dei tassi di accumulo e di carico, tra monitoraggio e il successivo non dovrebbero verificarsi delle azioni di pulizia (*clean-up*) del sito di campionamento[12]. Tuttavia, tra il secondo e il terzo campionamento sono stati fatti dei *clean up* parziali da parte degli utenti della spiaggia sia a Cala del Leone (S2) che a Lillatro (S3), pertanto i dati qui riportati rappresentano una stima per difetto dei tassi di accumulo e di carico sulla costa toscana nel periodo di studio.

Per raggiungere o mantenere un Buono Stato Ambientale (GES), il Gruppo Tecnico MSFD sui rifiuti marini ha fissato il valore soglia per i rifiuti spiaggiati a 20 rifiuti/100 m di spiaggia, considerato come un valore in grado di ridurre i danni da rifiuti spiaggiati a un livello sufficientemente precauzionale [28]. Questo valore è stato ampiamente superato in tutti i rilevamenti di questo studio, in cui l'88,39% dei rifiuti era costituito da polimeri artificiali e il 36,96% di tutti i rifiuti era costituito da oggetti in plastica monouso (SUP) per i quali esiste una prescrizione di riduzione o di divieto in base alla Direttiva europea sulle plastiche monouso (SUPD).

Nonostante le difficoltà nel confrontare l'abbondanza dei rifiuti spiaggiati con altre località a causa della disomogeneità dei metodi di campionamento [5], la densità mediana di rifiuti spiaggiati qui riportata (1266 rifiuti / 100 m) è superiore a quella di precedenti monitoraggi lungo la costa toscana (603 rifiuti / 100 m nel periodo 2020-2021 [8]), nel Mar Tirreno (491 rifiuti /100 m tra il 2015 e il 2018; [11]) e a livello del Mar Mediterraneo occidentale (196 e 255 rifiuti / 100 m rilevati rispettivamente nel 2015 e nel 2016, [13]). In questo studio abbiamo rilevato un contributo maggiore dei polimeri artificiali sul totale dei rifiuti rispetto alle coste italiane nel periodo 2015 - 2018 (74% [11]) e un valore paragonabile alle spiagge europee nel periodo 2015-2021 [85%; 26].

Le serie temporali sull'abbondanza di macrolitter sono importanti per valutare nel tempo l'efficacia dell'attuazione delle normative ambientali esistenti. Le stime della densità di rifiuti raccolti in questo studio sono le prime disponibili per le tre spiagge e ulteriori indagini in futuro permetteranno di raccogliere valori di base con una precisione adeguata per poter rilevare i cambiamenti dell'abbondanza di macrolitter nel tempo [22].

Per la valutazione dei tassi di accumulo e di carico durante indagini regolarmente ripetute non dovrebbero verificarsi pulizie nel sito di campionamento tra due indagini di monitoraggio [12]. Tuttavia, tra il secondo e il terzo rilevamento si sono verificate parziali operazioni di pulizia da parte degli utenti della spiaggia a Cala del Leone (S2) e a Lillatro (S3), pertanto i dati qui riportati rappresentano una stima di fascia bassa dei tassi di accumulo e di carico sulla costa toscana nel periodo di studio.

La SUPD è stata recepita nella legislazione italiana con il Decreto Legislativo n. 196 dell'8 novembre 2021, entrato in vigore il 14 gennaio 2022, rispettivamente 10 e 18 mesi prima del primo (novembre 2022) e dell'ultimo rilevamento (luglio 2023) di questo studio. Gli articoli SUP più abbondanti trovati in questo studio (mozziconi di sigaretta, bottiglie di bevande e relativi tappi/coperchi, bastoncini in plastica per la pulizia degli orecchi) erano anche tra gli articoli più comuni trovati in un monitoraggio su larga scala condotto con il coinvolgimento dei cittadini sulle spiagge italiane nel maggio 2023 [16].



Mozziconi di sigaretta

I mozziconi di sigaretta e i componenti chimici ad essi associati sono tossici per gli organismi marini invertebrati e vertebrati [24]. Dagli anni '80, sono sempre stati il più grande tipo di rifiuti spiaggiati a livello globale [2017]. I mozziconi di sigarette rappresentano il 20,9% dei rifiuti sulle spiagge europee nel periodo 2015-2021 [26] e il 22,69% in questo studio. La delibera sulle spiagge *smoke-free* del Comune di Rosignano Marittimo, dove è stata rilevata la maggiore abbondanza in questo studio, non è mai entrata in vigore a causa delle previste difficoltà di attuazione. Tuttavia, spiagge *smoke-free* esistono negli Stati Uniti, in Australia, Canada e Spagna [27]. In Italia, la prima spiaggia *smoke-free* è stata introdotta sul litorale di Bibione nel 2014 [6] e attualmente sono state create *smoke-free* in più di 15 comuni [29].

I mozziconi di sigaretta sono inclusi nella parte E dell'allegato della SUPD (sezione III "Altri prodotti di plastica monouso di cui all'art. 8(3) sulla responsabilità estesa del produttore") che richiede agli Stati Membri di garantire che i produttori coprano almeno i costi delle misure di sensibilizzazione, della rimozione, trasporto e trattamento dei rifiuti dispersi nell'ambiente, nonché della raccolta e della comunicazione dei dati.

La maggior parte degli Stati Membri dell'UE ha copiato e incollato questo elenco di costi nel recepire la SUPD nelle proprie leggi nazionali, ma il Decreto Legislativo n. 196 dell'8 novembre 2021 differisce per l'inserimento di una precisazione che indica che i costi sono stabiliti in proporzione al peso della componente plastica rispetto a quello del prodotto [25]. Il Decreto dice anche che "*Al fine di sensibilizzare i consumatori sulle conseguenze ambientali dannose dell'abbandono dei mozziconi di sigaretta, i produttori, in collaborazione con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, realizzano campagne di informazione*". Questa disposizione è in contrasto con l'articolo 5.3 della Convenzione quadro dell'OMS sul controllo del tabacco (di cui l'UE e i suoi Stati Membri sono parti) che riconosce un conflitto di interessi fondamentale e inconciliabile tra l'industria del tabacco e la salute pubblica e l'ambiente, e secondo cui i produttori non dovrebbero partecipare all'organizzazione di misure di sensibilizzazione [25].

Per promuovere l'applicazione dell'estensione della responsabilità del produttore, ridurre il *littering* dei mozziconi di sigaretta e l'inquinamento associato, i comuni potrebbero promuovere lo sviluppo di sistemi di deposito cauzionale (*Deposit Return System, DRS*) simili a quelli per i contenitori monouso per bevande (vedi sotto), in cui le sigarette potrebbero essere vendute con un "deposito per i mozziconi" da rimborsare quando i mozziconi vengono restituiti al venditore o a un impianto di smaltimento di rifiuti pericolosi [18].

Bottiglie per bevande e tappi/coperchi.

La SUPD prescrive agli Stati Membri di raggiungere tassi di raccolta differenziata delle bottiglie in PET pari al 75% entro il 2025 e al 90% entro il 2029, attraverso l'istituzione di DRS o attraverso obiettivi di raccolta differenziata per i relativi schemi di responsabilità estesa del produttore (art. 9 "Raccolta differenziata").

I sistemi DRS prevedono un piccolo deposito sull'acquisto di bevande, che viene rimborsato quando il contenitore vuoto viene restituito per il riciclaggio (DRS per il riciclaggio) o per il riutilizzo (DRS per il riutilizzo). Nei DRS ben progettati, i produttori hanno la responsabilità operativa e finanziaria del sistema e nel caso che gli obiettivi di raccolta selettiva non siano raggiunti scattano delle multe a carico dei produttori.

Il nuovo Regolamento sugli imballaggi e i rifiuti di imballaggio (PPWR), che dovrebbe entrare in vigore nell'ultimo trimestre del 2024, prescrive l'obbligo di DRS per il riciclaggio entro il 2029 per le bottiglie di plastica e le lattine di metallo se non si raggiunge un tasso di raccolta differenziata del 90%. Attualmente, sistemi DRS per il riciclo sono in vigore in 16 Paesi europei, con un tasso medio di raccolta per le bottiglie in PET superiore 94%, mentre nei Paesi europei senza DRS il tasso medio di raccolta è del 47% [21].

In Italia, l'introduzione di un sistema di deposito cauzionale comporterebbe un aumento del tasso di raccolta selettiva dall'attuale 73,4% al 95,3% per le bottiglie in PET, dall'89,6% al 96,0% per le lattine in metallo, e dall'80,6% al 95,8% per le bottiglie in vetro [7]. L'associazione Comuni Virtuosi ha promosso una campagna nazionale - sostenuta dalle principali ONG italiane, dalla Società Italiana di Ecologia (SITE) e da diversi Comuni su tutto il territorio nazionale - per chiedere al governo italiano di sviluppare un sistema DRS per il riciclo che includa bottiglie di plastica, lattine di metallo e bottiglie di vetro [1].

Mentre i sistemi DRS devono essere implementati a livello nazionale, i comuni possono contribuire alla promozione di contenitori riutilizzabili [3], come ha fatto il Comune di Rosignano Marittimo che ha vietato i contenitori per bevande monouso e ha promosso l'uso di contenitori per bevande riutilizzabili in occasione di eventi e festival. Il divieto potrebbe essere esteso ad altre situazioni e ad altri imballaggi monouso.



Bastoncini in plastica per la pulizia delle orecchie

I bastoncini in plastica per la pulizia delle orecchie (detti anche *cotton fioc*) vengono spesso gettati nel water invece di essere gettati nel cestino e, a causa delle loro dimensioni e della loro forma, finiscono nell'ambiente marino durante gli eventi di tracimazione quando le acque reflue vengono rilasciate con scarso trattamento e attraverso alcune vasche di trattamento a causa della difficoltà di identificare e trattenere i piccoli rifiuti [11].

Insieme a piatti, posate, cannucce e bastoncini per palloncini, sono elencati nella parte B dell'allegato della SUPD ("Prodotti di plastica monouso coperti dall'articolo 5 sulle restrizioni all'immissione sul mercato"). Dal 3 luglio 2023 tutti questi prodotti sono vietati negli Stati Membri dell'UE, ma sono ancora in vendita in Italia.

I cotton fioc sono stati regolamentati per la prima volta in Italia dalla Legge n. 205 del 27 dicembre 2017, che ha imposto l'obbligo di etichettatura sul corretto smaltimento e ha vietato dal 1° gennaio 2019 tutti i bastoncini per le orecchie in materiale plastico non conforme alla norma UNI EN 13432:2002, lo standard italiano corrispondente alla norma europea EN 13432:2000 per la compostabilità.

Una valutazione dell'efficacia della Legge n. 205 effettuata sulla costa tirrenica dall'inverno 2019 all'inverno 2020 ha mostrato che tale legge non ha portato a una riduzione della quantità di bastoncini in plastica per le orecchie che entrano nell'ecosistema marino, e i *cotton fioc* continuano a essere uno dei tipi di rifiuti più abbondanti nel *littering* (42,3% del totale dei rifiuti [20]).



Plastiche con caratteristiche di biodegradabilità e compostabilità

Per quanto riguarda gli altri articoli SUP elencati nella parte B dell'allegato della SUPD, il perimetro di applicazione del Decreto Legislativo n. 196 dell'8 novembre 2021 ne consente l'immissione sul mercato se realizzati con plastiche conformi alla norma UNI EN 13432:2002, in contrasto quindi con la SUPD che si applica a tutti i polimeri artificiali.

Questo è uno dei motivi alla base della decisione della Commissione Europea di aprire una procedura d'infrazione il 23/05/2024 inviando una lettera di messa in mora all'Italia (INFR(2024)2053) in cui si commenta che *"l'Italia non ha recepito, o non ha recepito correttamente, diverse disposizioni della direttiva sulle plastiche monouso nel diritto nazionale, il che influisce sul suo campo di applicazione e sulla sua applicazione"*.

Pur riconoscendo che applicazioni mirate hanno mostrato alcuni benefici, la Strategia dell'UE per le materie plastiche sottolinea che *"è importante garantire che i consumatori ricevano informazioni chiare e corrette e assicurarsi che le plastiche biodegradabili non siano presentate come una soluzione al littering"*.

Come la maggior parte degli altri standard sulla biodegradazione delle plastiche, la norma EN 13432:2000 si basa su test di laboratorio e/o si riferisce alla degradazione in impianti industriali in cui si prevede che la temperatura raggiunga i 70°C [40], condizioni che non sono rilevanti quando le plastiche vengono utilizzate o smaltite in ambienti naturali.

Anche le "plastiche biodegradabili" contengono sostanze chimiche tossiche e, mentre la loro degradazione è accelerata durante il compostaggio (alta temperatura, umidità, microrganismi), è molto più bassa nel suolo o nell'oceano, il che porta a un ulteriore rilascio di sostanze chimiche tossiche e anche di micro e nano plastiche [17]

Il ruolo dei Comuni nell'affrontare l'inquinamento da plastica

I Comuni possono limitare in modo significativo l'inquinamento da plastica sul loro territorio attraverso lo sviluppo di strategie integrate che includono gli appalti pubblici, l'esemplarità, l'animazione territoriale e il divieto di utilizzo di determinati prodotti sul loro territorio [3; 32].

Possono anche promuovere le imprese che decidono volontariamente di ridurre l'uso di imballaggi monouso [3], evitando così la produzione di rifiuti di plastica. Le strategie dei Comuni per ridurre l'inquinamento da plastica includono anche la promozione del consumo di acqua di rubinetto; il miglioramento delle infrastrutture di gestione delle acque reflue e delle acque meteoriche per preservare il ciclo dell'acqua dall'inquinamento da plastica; il miglioramento della raccolta e del riciclaggio dei rifiuti di plastica [32].

Le operazioni di pulizia (i cosiddetti *clean-up*), pur non essendo una soluzione al *littering* e all'inquinamento da plastica, in quanto agiscono a valle del problema, cioè quando i rifiuti sono già stati prodotti, hanno il vantaggio di sensibilizzare le persone e permettono di raccogliere dati utili per orientare le strategie locali [32].

Come dimostra la promozione di stoviglie monouso in "plastica biodegradabile" da parte di due Comuni della costa toscana, tuttavia, la mancanza di competenze specifiche interne e il fatto di essere immersi nel quadro normativo italiano, che è in parziale contrasto con la SUPD e non tiene conto delle evidenze scientifiche, ostacola la capacità dei comuni di definire strategie efficaci e comporta il rischio di promuovere "sostituzioni deprecabili" (*regrettable substitutions*) [10].

Conclusioni

In questo studio abbiamo fornito la prima valutazione quantitativa dei rifiuti spiaggiati su tre spiagge della Toscana che mostrano livelli di inquinamento da plastica tra i più alti a livello di tutto il Mediterraneo.

Abbiamo ottenuto una panoramica delle misure ambientali messe in atto dai tre Comuni, identificando le barriere e le opportunità associate all'implementazione di strategie circolari per limitare l'inquinamento da plastica.

Da un lato, i Comuni hanno il potere di limitare significativamente l'inquinamento da plastica attraverso lo sviluppo di strategie integrate e normative mirate (Punti di forza, *Strengths*); dall'altro, si trovano ad affrontare una mancanza di risorse e conoscenze (Punti di debolezza, *Weaknesses*), e si trovano in un quadro normativo italiano in parziale contrasto con la Direttiva UE sulle plastiche monouso e che non promuove azioni per ridurre i prodotti monouso (Minacce, *Threats*).

Nonostante il forte legame dei Comuni con il territorio, i punti deboli individuati ostacolano la transizione delle città verso modelli di consumo circolare, che promuovono sistemi di riutilizzo e rigenerazione rispetto a quelli usa-e-getta.

Tuttavia, riteniamo che la creazione di sinergie prive di conflitti di interesse tra Comuni, istituti di ricerca, associazioni locali e cittadini possa portare a risultati tangibili per ridurre l'inquinamento da plastica, favorendo al contempo l'accettazione delle normative ambientali da parte dei cittadini (Opportunità, *Opportunities*).

Ringraziamenti

Si ringraziano i volontari di Semi di Scienza e Sons of the Ocean che hanno partecipato ai monitoraggi; gli assessori all'ambiente M. Canarini, G. Cepparello e V. Brogi per la loro disponibilità e collaborazione durante tutto il progetto; P. Azzurro per aver presentato le linee guida per i Comuni su come ridurre i rifiuti da oggetti monouso.



Per la lista delle Referenze, si veda l'articolo originale in Inglese: **Ballerini T., Galletti Y., Tacconi D. (2024). *Plastic pollution on the Tuscan coast: Environmental measures municipalities can put in place to reduce it.* 10th International Symposium - Monitoring of Mediterranean coastal areas: problems and measurement techniques.**