

# UN BIOMONITORAGGIO DI MICRO E NANOPLASTICHE BIODEGRADABILI

IL PROGETTO BIOPLAST4SAFE HA L'OBIETTIVO DI VALUTARE I RISCHI AMBIENTALI E SANITARI DELLE BIOPLASTICHE CON UN APPROCCIO MULTIDISCIPLINARE TRA ECOLOGIA, ECOTOSSICOLOGIA, FISICA, CHIMICA E MICROBIOLOGIA, SECONDO L'APPROCCIO ONE HEALTH, UNENDO RICERCA SPERIMENTALE, BIOMONITORAGGIO E COMUNICAZIONE EVIDENCE-BASED.

**I**l progetto Bioplast4safe dal titolo “Biomonitoraggio di micro- e nanoplastiche biodegradabili: dall'ambiente all'uomo in una prospettiva One health” è stato finanziato per quattro anni, dal 2023 al 2026, dal Piano nazionale per gli investimenti complementari (Pnc) al Piano nazionale di ripresa e resilienza (Pnrr), nell'ambito della linea di intervento 6 “Ricerca applicata per la valutazione dell'impatto sulla salute dei rischi ambientali”, per l'investimento E.1 dedicato alla “Promozione e finanziamento di ricerca applicata con approcci multidisciplinari in specifiche aree di intervento salute-ambiente-biodiversità-clima”. Bioplast4safe affronta la problematica dell'inquinamento da plastica con un approccio multidisciplinare tra ecologia, (eco)tossicologia, fisica, chimica e microbiologia, all'interfaccia tra la valutazione di rischio ambientale e quella di rischio sanitario, fortemente ispirato ai principi della One health, nella convinzione che la salute umana, animale e ambientale siano strettamente interconnesse. Allo scopo si è costituito un partenariato con competenze integrate, con capofila la Regione Campania (referente Massimo Bisogno) e il coinvolgimento di cinque enti di ricerca: Istituto superiore di sanità - Iss (referenti Beatrice Bocca e Cristina Andreoli), Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale - Ispra (referente Loredana Manfra), Stazione zoologica Anton Dohrn - Szn (referente Maria Costantini), Consiglio nazionale delle ricerche - Istituto per i polimeri, compositi e biomateriali - Cnr-Ipcb (referente Mariacristina Cocca) e Università di Napoli Federico II (referente Giovanni Libralato), nonché delle Regioni Lazio ed Emilia-Romagna, rispettivamente legalmente rappresentate dall'Agenzia regionale per la protezione ambientale - Arpa Lazio (referente Alessandra Giuliani) e dall'Azienda ospedaliero-

universitaria di Parma (referente Caterina Caminiti). L'obiettivo generale del progetto è quello di migliorare la qualità, la portata e l'efficienza della valutazione dei rischi per l'ambiente e la salute umana in relazione ai prodotti derivanti dall'industria della plastica, con particolare interesse alle plastiche biodegradabili (da materie prime di origine vegetale o petrolchimica che si decompongono grazie ai microrganismi) e alle forme micro- e nanometriche, (particelle con dimensioni più piccole di 5 millimetri fino a livello micrometrico nel caso delle microplastiche - Mps e particelle sotto i 100 nanometri nel caso delle nanoplastiche - Nps). Bioplast4safe segue tre principali linee di attività: una valutazione del rischio ambientale associato alle micro e nanoplastiche (Mnps), una valutazione di rischio sanitario e un approccio *evidence-based* di comunicazione sulla tematica dell'inquinamento da plastica.

La valutazione di rischio ambientale è orientata a simulare il rilascio di particelle di plastica da prodotti di uso quotidiano (stoviglie, giocattoli, imballaggi, tessuti ecc.) e il loro impatto su modelli biologici consolidati, attraverso le seguenti linee di ricerca applicata:

- lo studio delle caratteristiche chimico-fisiche e morfologiche di Mnps
- lo studio dei processi di degradazione e trasformazione delle plastiche in ambiente e la misura di Mnps in differenti matrici ambientali (acqua, sedimento, suolo)
- lo studio degli effetti ecotossicologici derivanti dall'esposizione degli organismi a Mnps
- lo studio dei potenziali effetti sinergici e cumulativi delle Mnps con altri potenziali contaminanti ambientali
- la valutazione del bioaccumulo di Mnps e del potenziale trasferimento da un livello trofico al successivo mediante la dieta.

## IL RUOLO DI ISPRA E ARPA LAZIO

### Ispra

Nell'ambito del progetto Bioplast4safe Ispra concorre allo svolgimento delle tre principali linee di attività già menzionate di valutazione del rischio ambientale associato alle Mnps, di valutazione del rischio sanitario e di comunicazione evidence-based sulla tematica dell'inquinamento da plastica. Nello specifico, contribuisce a:

- valorizzare il capitale umano finanziando uno dei cinque dottorati di ricerca previsti nell'ambito di Bioplast4safe
- realizzare le attività di ricerca applicata riguardanti il quadro metodologico per la determinazione delle Mps in specie destinate al consumo umano e il profilo (eco) tossicologico di Mps prodotte dalla degradazione di plastiche derivate da fonti fossili e da biomasse
- studiare i meccanismi di potenziale trasferimento trofico dall'ambiente all'uomo
- identificare soggetti e organismi a rischio
- valorizzare e diffondere le evidenze scientifiche
- supportare il quadro regolatorio e istituzionale riferito alla tematica della plastica.

### Arpa Lazio

Arpa Lazio collabora con la Regione capofila agli aspetti di comunicazione del progetto, favorendo l'aggiornamento del portale web Bioplast4safe affinché possa funzionare come strumento strategico per la gestione, la condivisione e la valorizzazione dei risultati scientifici e operativi.

*Bioplast4safe* promuove una comunicazione *evidence-based*, accessibile e partecipata - capace di tradurre i risultati della ricerca su Mnps in informazioni chiare, comprensibili e socialmente rilevanti - e la sensibilizzazione della popolazione, orientando abitudini quotidiane e decisioni collettive verso la riduzione dell'esposizione e la mitigazione del rischio ambientale e sanitario.



La valutazione di rischio sanitario nel progetto Bioplast4safe si concentra sull'identificazione e caratterizzazione dell'esposizione umana a Mnps, anche alla luce di aumentati rischi derivanti dalla recente letteratura di settore in relazione all'esposizione a Mnps per alcune patologie, ma ancora in assenza di un nesso causale acclarato. L'esposizione umana è studiata analizzando alcuni degli alimenti presenti nella dieta mediterranea (sale da tavola, pescato ecc.) e alcuni campioni biologici umani (sangue, urine, e latte materno) alla ricerca di particelle di plastica al fine di comprendere i quantitativi di esposizione e i possibili rischi per la salute. I metodi adottati in entrambe le linee di ricerca applicata combinano approcci sperimentali e analitici avanzati per la misura delle concentrazioni delle Mnps, utilizzo di modelli in vitro di barriera intestinale per simulare il loro assorbimento e studi ecotossicologici e di bioaccumulo su organismi rappresentativi della catena trofica per comprendere il trasferimento trofico fino all'uomo.

La comunicazione, il coinvolgimento degli stakeholders e la partecipazione dei cittadini costituiscono una dimensione trasversale e strategica per garantire la trasparenza, la circolazione delle conoscenze e la trasformazione dei risultati scientifici in azioni concrete di prevenzione e governance ambientale. Per consentire questo è stato sviluppato un portale web dedicato, integrato con i siti istituzionali dei partner e accessibile ai diversi portatori di interesse (enti pubblici, ricercatori, decisori politici e cittadini). Il portale costituisce un hub informativo e collaborativo, in cui

confluiscono dati, report tecnici, linee guida, prodotti scientifici e materiali divulgativi, garantendo trasparenza, interoperabilità e aggiornamento continuo. Le piattaforme digitali (Teams, Zoom, Dropbox, area riservata del sito) sono impiegate come strumenti di coordinamento e monitoraggio delle attività delle unità operative, favorendo il lavoro integrato e lo scambio di dati sperimentali e documentali in tempo reale. Il portale pubblico contiene inoltre sezioni dedicate alla divulgazione scientifica, ai questionari di partecipazione e ai video promozionali (YouTube, LinkedIn), per aumentare l'impatto comunicativo e la consapevolezza ambientale. Al fine di produrre un reale cambiamento culturale e comportamentale, una campagna di sensibilizzazione *evidence-based* accessibile e partecipata, condotta con strumenti validati e standardizzati, è stata realizzata partendo da una indagine nazionale rappresentativa e ha fornito un quadro aggiornato delle percezioni, conoscenze e comportamenti dei cittadini rispetto ai rischi per l'ambiente e la salute umana legati alle Mnps.

L'impatto scientifico che ci aspettiamo di avere da Bioplast4safe riguarda azioni di promozione, sviluppo e supporto alla ricerca applicata, attraverso le evidenze sugli effetti di Mnps e sulle potenzialità di passaggio delle stesse dall'ambiente all'uomo; la creazione di banche dati e la condivisione di approcci metodologici, protocolli operativi di analisi, scenari di esposizione per organismi e gruppi umani, nonché report tecnici e possibili linee guida per la gestione del rischio ambientale e sanitario. Le evidenze

scientifiche del progetto potranno inoltre rafforzare e supportare il contesto regolatorio e istituzionale riferito alla tematica della plastica, in termini di indicazioni regolatorie per la loro gestione in una prospettiva *from science to action* e in termini di creazione di una *short-list* di polimeri a maggiore criticità per la loro trasferibilità lungo la catena trofica. Dal punto di vista tecnologico tutto questo potrà supportare sia la produzione di polimeri con minori criticità ambientale e sanitaria nell'ottica di un approccio *safe-by-design* sia le strategie di mitigazione dell'inquinamento, includendo le tecnologie per la riduzione delle plastiche in ambiente e le potenziali tecniche di (*bio*)remediation. La trasferibilità e replicabilità del modello proposto dal progetto è garantita dall'approccio metodologico, dalla flessibilità dei protocolli applicabili a diverse matrici e contesti territoriali, come possibile sostegno a strumenti di supporto decisionale regolatorio. Le attività di comunicazione e sensibilizzazione, comprese piattaforme digitali e materiali divulgativi, favoriscono l'adozione del modello da parte di enti pubblici, autorità locali, comunità scientifica e società civile, anche a livello internazionale. I principali vincoli riguardano la complessità dei campioni biologici umani e ambientali, le autorizzazioni etiche per il biomonitoraggio e le variabili legate a contaminazioni crociate, mentre le opportunità includono l'acquisizione di dati originali sulle Mnps biodegradabili, la possibilità di definire strategie di mitigazione dei rischi, e la creazione di una rete nazionale di competenze altamente interdisciplinari, pronta a essere estesa anche a contesti europei e transfrontalieri.

In sintesi, Bioplast4safe rappresenta un approccio integrato e scalabile per la sorveglianza ambientale e sanitaria, con chiari impatti scientifici, regolatori e sociali.

**Loredana Manfra<sup>1</sup>, Giovanni Libralato<sup>2</sup>, Massimo Bisogno<sup>3</sup> e il Gdl Bioplast4safe**

1. Ispra, Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale

2. Università di Napoli Federico II, dipartimento di Biologia

3. Ufficio speciale per l'amministrazione digitale, Regione Campania

Questo lavoro è stato realizzato nell'ambito del progetto Pnc Bioplast4safe - Biomonitoraggio di micro e nanoplastiche biodegradabili: dall'ambiente all'uomo in una prospettiva *One health* - con il supporto tecnico ed economico del Ministero della Salute.