

Sommario

n° 295, 2024

- 3 Introduzione**
Le micro- e nano plastiche. Dalla valutazione dei rischi a un'azione efficace di prevenzione
A cura di Maria Grazia Petronio
- 5 I Parte**
La plastica fonti, diffusione e vie di esposizione
- 5 La plastica un enorme danno ambientale e per la salute umana. Una campagna nazionale di prevenzione**
Maria Grazia Petronio e il gruppo di lavoro
- 15 Plastica e One-Health**
Pietro Forghieri, Maria Grazia Petronio, Anastasia Cataldo, Andreea Mihaela Butnaru, Paolo Laurio
- 21 Plastica e inquinamento outdoor e indoor**
Laura Reali, Mara Tommasi, Stefania Russo, Maria Grazia Petronio
- 29 La plastica negli alimenti**
Gea Oliveri Conti
- 34 La plastica nei cosmetici**
Eloise Pulvirenti
- 40 La plastica nei materiali tessili**
Annamaria Moschetti, Maria Teresa Maurello, Maria Grazia Petronio
- 48 II Parte**
I meccanismi di danno
- 48 Micropalstica e interferenza con il sistema endocrino**
Simonetta Marucci, Gea Oliveri Conti, Margherita Ferrante
- 54 Microplastiche e fertilità maschile e femminile. Quali rischi per la salute riproduttiva delle presenti e future generazioni?**
Luigi Montano, Maria Grazia Petronio, Alberto Mantovani
- 62 La plastica nella placenta e nel latte e gli effetti sulla salute umana**
Antonio Ragusa
- 68 La plastica e i primi mille giorni di vita**
MaraTommasi, Maria Filomena Valentino, Anna Maria Moschetti, Sergio Bernasconi, Laura Reali
- 77 Microplastiche e cancro**
Margherita Ferrante
- 82 Sostanze poli – e perfluoroalchiliche nella plastica**
Vincenzo Cordiano
- 86 III Parte**
Come ridurre l'esposizione
- 86 Suggerimenti per ridurre il consumo di plastica in medicina**
Sandra Venero, Antonio Bonaldi
- 91 Ridurre la plastica negli studi dentistici: buone prassi e suggerimenti pratica**
Claudio Lupo
- 96 Plastica e fallacia del pensiero umano**
Antonio Ragusa
- 101 10 consigli per ridurre l'esposizione e la contaminazione ambientale**
Antonio Ragusa

LA SALUTE UMANA, Rivista trimestrale del Centro Sperimentale per la Promozione della Salute e l'Educazione Sanitaria dell'Università degli Studi di Perugia, fondata da Alessandro Seppilli, già diretta da Maria Antonia Modolo
EDITORE: Cultura e Salute Editore Perugia - www.edizioniculturasalute.com; rivistecespes@gmail.com
DIRETTORE RESPONSABILE: Filippo Antonio Bauleo. EDITOR: Giancarlo Pocetta.
COMITATO DI REDAZIONE: Erminia Battista, Paola Beatini, Luciano Bondi, Lucia Cassanelli, Stefania Brogioni, Francesca Cagnoni, Marta Caminiti, Marco Cristofori, Osvaldo Fressoia, Patrizia Garista, Fabrizio Germini, Edvige Mancinelli, Elisa Marceddu, Ilaria Porro, Maria Antonietta Ruggieri, Tiziano Scarponi
SEGRETARIA DI REDAZIONE: Paola Beatini - info@edizioniculturasalute.com
GRAFICA, IMPAGINAZIONE E STAMPA: Grafox srl
Autorizzazione del Tribunale di Perugia n° 551 del 22.11.1978

Abbonamento annuale Italia 2024 - ENTI: cartaceo €100.00 / on-line €90.00 / cartaceo + on-line € 180.00 - PRIVATI: cartaceo €50.00 / on-line €45.00 / cartaceo + on-line € 90.00 - UN FASCICOLO: cartaceo €20.00 / on-line €15.00

Abbonamento annuale Estero 2024 - Cartaceo €150.00 / on-line €120.00 / cartaceo + on-line € 250.00 - UN FASCICOLO: cartaceo €50.00 / on-line €40.00

ISSN 0391-223X - ONLINE ISSN 2724-0428

PAGAMENTO TRAMITE BONIFICO BANCARIO - IBAN: IT 40 M 02008 03030 000104591258

Conto corrente bancario UniCredit Agenzia di Perugia - Fontivegge - intestato a CULTURA E SALUTE EDITORE PERUGIA

on line: <https://riservata.edizioniculturasalute.com/abbonati-alle-riviste/>

La plastica nei materiali tessili

Annamaria Moschetti, Maria Teresa Maurello, Maria Grazia Petronio

GRINKO_Y

Abstract

Tessuti sintetici come ad esempio poliestere, acrilico e nylon sono derivati dal petrolio e contengono numerosi prodotti chimici e coloranti che determinano inquinamento ambientale in varie fasi, dall'estrazione delle materie prime, alla produzione di fibre, alla tintura e finitura dei prodotti, al trasporto, all'utilizzo da parte dei consumatori, allo smaltimento finale. I tessuti perdono inoltre microfibre durante la fabbricazione, l'uso, lo smaltimento, ma soprattutto durante il lavaggio, contaminano l'aria esterna e degli ambienti interni, sono diffuse nei mari di tutto il mondo, nei sedimenti, nella biomassa e nelle acque dolci. Il fenomeno in aumento della Fast Fashion utilizza materiali di bassa qualità portando ad un forte aumento della quantità di indumenti prodotti, utilizzati e poi velocemente scartati perché "non più di moda". Sono allo studio tutti i potenziali rischi correlati alla diffusione dei tessuti sintetici e della plastica sulla salute umana, considerando varie vie di esposizione, con particolare riferimento all'età pediatrica.

Introduzione

Gli abiti e i tessuti: coprirsi e non solo. Fenomeno della produzione dei vestiti usa e getta: la "fast fashion".

L'abbigliamento fa parte delle risorse che gli esseri umani hanno adottato nei millenni per adattarsi all'ambiente esterno: proteggersi dal freddo e difendersi dai raggi solari, rendere confortevoli le abitazioni con tappeti, tende, divani, coperte.

L'abbigliamento è carico di elementi simbolici perché è una componente importante dell'immagine di sé ed è correlato all'autostima; pertanto la cura

dell'abbigliamento ha un valore aggiunto rispetto al semplice coprirsi e condiziona le scelte relative all'acquisto di indumenti.

A partire dall'Ottocento si è assistito allo sviluppo delle industrie, ma è il Novecento il secolo della grande industrializzazione e della grande disponibilità di mezzi meccanici per produrre tessuti; è anche il secolo dello sviluppo dei trasporti, che hanno agevolato la distribuzione delle merci nel mondo. Il Novecento è anche il secolo che ha visto l'incremento rapidissimo dell'estrazione di petrolio e carbone e l'esordio

della produzione della plastica a partire da queste materie prime. Con il materiale plastico si sono realizzate fibre tessili il cui uso nell'industria si è rapidamente diffuso per il basso costo. Oltre due terzi dell'abbigliamento in tutto il mondo sono costituiti da materiali plastici come poliestere (es. terital, pile, tactel, alcantara), acrilico (es. leacril, il velicren e il raion), nylon, elastan e lycra (poliuretano). Con un volume di produzione di 57 milioni di tonnellate, il poliestere è la fibra più utilizzata e ha rappresentato il 52% del mercato globale delle fibre nel 2020, mentre la poliammide (nylon) ha

avuto una quota di mercato del 5%. La produzione di fibre tessili sintetiche è aumentata di oltre 6% all'anno e costituisce il 16% della produzione totale di plastica. Si prevede che entro il 2030 la domanda globale di fibre sarà di 135 milioni di tonnellate all'anno, con oltre il 75% in materiali sintetici.(1)

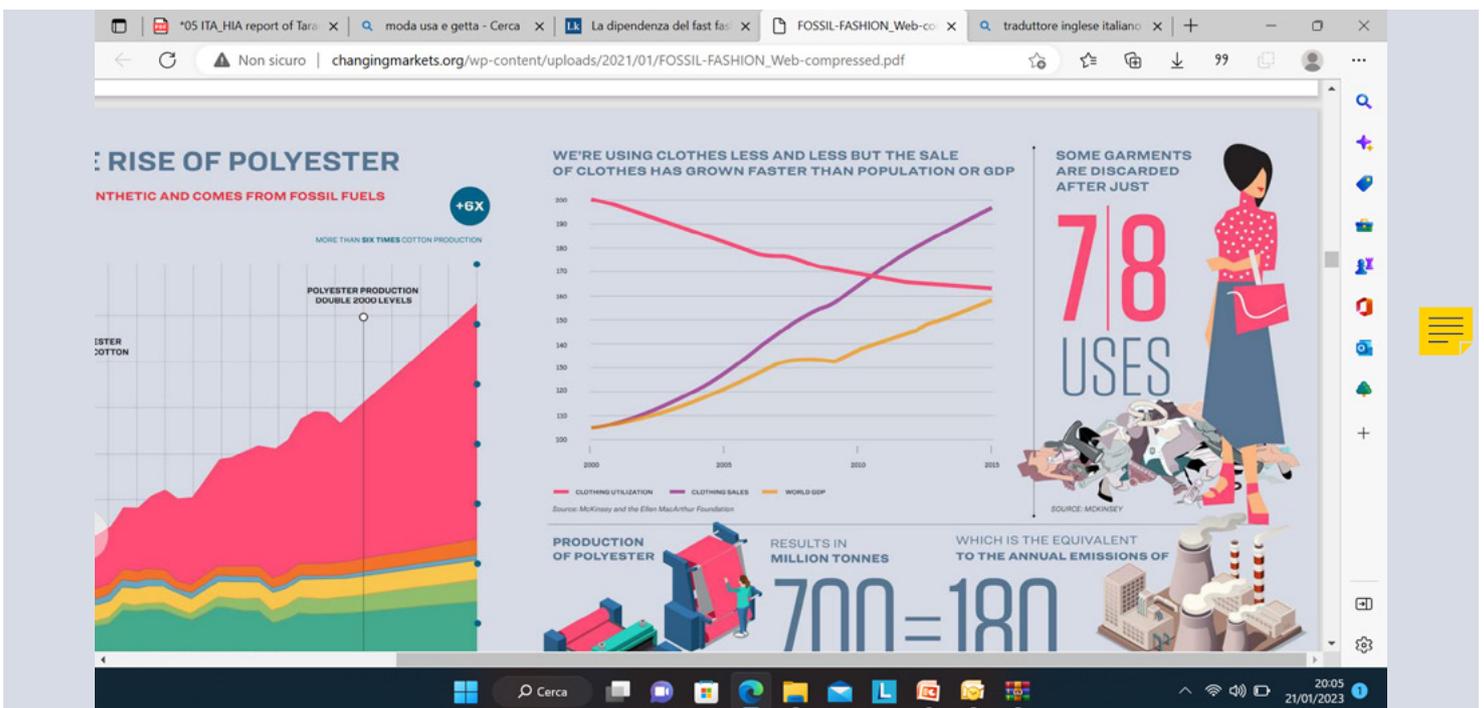
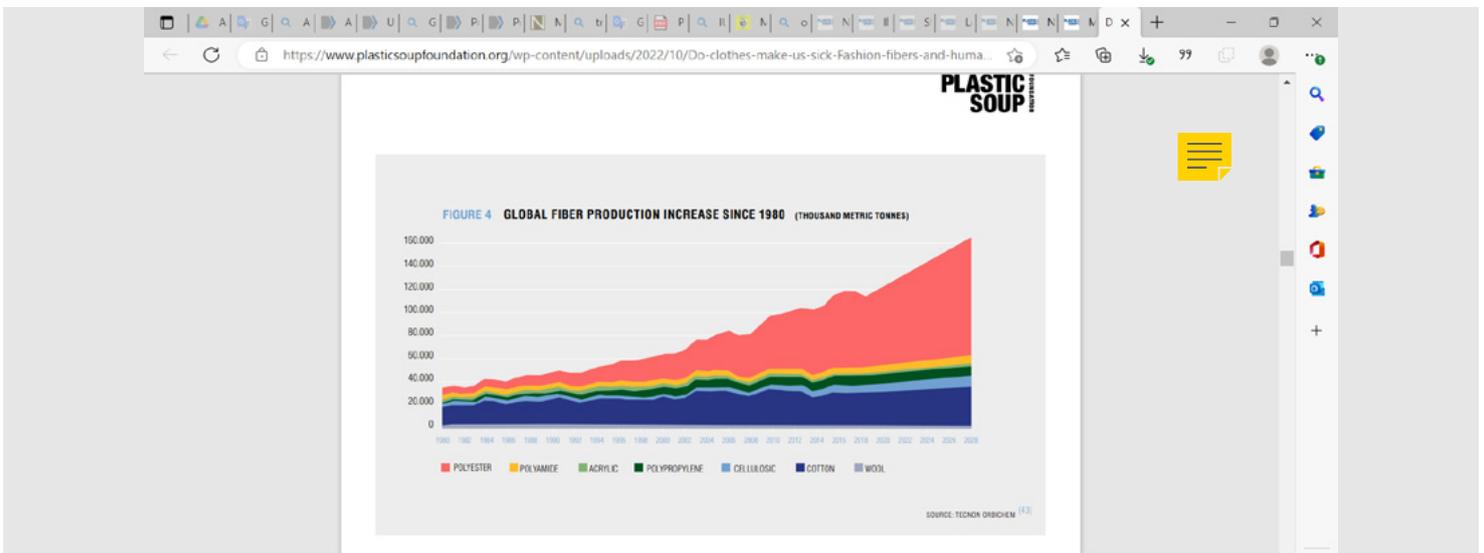
Tratto da "Do clothes make us sick? Fi-

bers and human health". Plastic soup foundation

L'industrializzazione e la facilità di produzione di grossi volumi di merci, la disponibilità di materie prime di origine sintetica a basso costo e i trasporti transcontinentali hanno facilitato il fenomeno del consumismo che, nell'ambito del settore degli abiti, ha dato origine alla

moda usa e getta, detta fast fashion (FF).

Il consumismo è un fenomeno economico-sociale tipico delle società industrializzate, nelle quali, per far fronte alla elevata produttività e per mantenere il reddito degli industriali, sono necessari l'acquisto continuo di beni usa e getta e lo stratagemma dell'obsolescenza programmata(2). È il volto



Tratto da "Do clothes make us sick? Fibers and human health". Plastic soup foundation

Box 1. Prodotti chimici selezionati utilizzati nella lavorazione e finitura dei tessuti, con proprietà intrinsecamente pericolose	
Prodotti chimici di processo	<p>Tensioattivi: Nonilfenolo (NP) e Nonilfenoloetossilati (NPE)</p> <p>Coloranti:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Ammine cancerogene rilasciate da alcuni coloranti azoici 2) Metalli pesanti: cadmio piombo, mercurio, Cromo VI <p>Vettori clorurati: clorobenzeni, solventi clorurati</p> <p>Ftalati</p>
Finiture funzionali-progettate per restare negli abiti	<p>Ritardanti di fiamma:</p> <ol style="list-style-type: none"> I) Ritardantidifiammabromuratieclorurati II) Paraffineclorurateacatenacorta <p>Finiture resistenti all'acqua e alle macchie: per- e polifluoroalchilichePfas</p> <p>Finiture facile manutenzione: formaldeide</p> <p>Antimicrobici: Nanoargento, Triclosan, Triclocarban</p> <p>Rivestimenti: Metil Etil Chetone (MEK)</p>
Trattamenti post-produzione	<p>Biocidi: Organostannici, Clorofenoli, dimetilfumarato (DMF)</p>

Da FOSSIL-FASHION_Web-compressed.pdf"FOSSIL-FASHION_Web-compressed.pdf (changingmarkets.org)

di un'economia dei consumi globale incapace di vendere ai poveri ciò di cui hanno bisogno, ma impegnata a vendere ai ricchi quello che a loro non serve(3).

La FF offre costantemente, di anno in anno, attraverso sfilate di alta moda, "nuovi" stili di abbigliamento da acquistare, largamente pubblicizzati anche attraverso il sistema dell'*influencer marketing*, che vengono consegnati al commercio al dettaglio in tempi brevi a prezzi economici, in genere utilizzan-

do materiali di bassa qualità esportando ad un forte aumento della quantità di indumenti prodotti, utilizzati e poi velocemente scartati perché "non più di moda".

La maggior parte della produzione avviene all'estero, soprattutto in Paesi dove le norme per la tutela dell'ambiente e del lavoro spesso sono carenti e l'impatto ambientale è maggiore (4). La quota delle importazioni europee di abbigliamento è aumentata dal 33% nel 2004 all'87% nel 2012.

È stato stimato che nel 2015 i cittadini dell'UE abbiano acquistato 16,4 milioni di tonnellate di nuovi indumenti (12,66 kg pro capite). Secondo le stime dell'Agenzia europea dell'ambiente (EEA), tra il 1996 e il 2012, la quantità di vestiti acquistati pro capite nell'UE è aumentata del 40%. Allo stesso tempo, oltre il 30% dei vestiti nei guardaroba degli europei non viene utilizzato da almeno un anno. Una volta scartati, oltre la metà degli indumenti non viene riciclata, ma finisce nei rifiuti domestici e successi-



Foto tratta da articolo voce bibliografica n.9

vamente inviata agli inceneritori o alle discariche. (5-6)

Secondo una recente indagine di Greenpeace il 25% è la percentuale di nuovi vestiti prodotti ogni anno che rimane invenduta e viene gettata, meno dell'1% dei rifiuti tessili viene riciclato in nuove fibre per abbigliamento e, su scala mondiale, l'equivalente di un camion di tessuti viene smaltito in discarica o incenerito ogni secondo. Gli abiti resi dopo l'acquisto sui più famosi e-commerce percorrono fino a 10mila chilometri e spesso non vengono più rivenduti, pacchi di vestiti viaggiano tra l'Europa e la Cina con spese irrisorie per l'azienda produttrice, ma con enormi impatti ambientali (anche l'usura degli pneumatici genera microplastica) (Fast fashion, la moda ultrarapida che distrugge il pianeta | Greenpeace Italia.) Spesso i vestiti in disuso vengono esportati verso paesi a basso reddito dove costituiscono immense discariche, come nel deserto di Atacama nel Nord Est del

Cile dove tonnellate di vestiti abbandonati hanno stravolto il paesaggio, compromettendone l'ecosistema (8-9).

La Risoluzione del Parlamento europeo del 1° giugno 2023 sulla strategia dell'UE per prodotti tessili sostenibili e circolari (2022/2171(INI)) prevede che, entro il 2030, tutti i prodotti tessili commercializzati nell'Unione Europea dovranno essere durevoli, riparabili, riciclabili, realizzati il più possibile con fibre riciclate, privi di sostanze pericolose e prodotti nel rispetto dei diritti sociali e dell'ambiente (10).

Rischi per l'ambiente e per la salute determinati dalla presenza di sostanze sintetiche di natura plastica nei tessuti

L'industria tessile è ad alta intensità chimica, poiché comporta l'uso e l'emissione di grandi volumi di sostanze chimiche funzionalmente diverse in tutte le fasi del ciclo di vita, dall'estrazione delle materie prime, alla

produzione di fibre, alla tintura e finitura dei prodotti, al trasporto, all'utilizzo da parte dei consumatori, allo smaltimento finale.

Tra le numerose sostanze chimiche alcune destano particolare preoccupazione per gli effetti sulla salute.

Gli ftalati (11)

Gli esteri ftalati (PAE) sono ampiamente utilizzati come plastificanti per migliorare la flessibilità e la durata di diversi prodotti di consumo, compresi gli indumenti.

Nei tessuti gli ftalati sono presenti negli inchiostri e coloranti, nei tessuti plastificati e impermeabilizzati, nella pelle sintetica e gomma, nei tessuti con parti in plastica come disegni stampati e bottoni. Inoltre, lo stoccaggio e/o l'imballaggio di prodotti tessili a contatto con altri materiali che rilasciano ftalati (film per imballaggi in plastica, contenitori in plastica ed etichette in plastica) sono altre possibili fonti rilevanti.

Gli ftalati sono classificati come interferenti endocrini e possibili cancerogeni e il contatto può avvenire per via orale, inalatoria, parenterale e cutanea.

L'assorbimento attraverso il contatto cutaneo è un'importante via di esposizione, con un impatto particolarmente preoccupante per i bambini.

Nell'esposizione cutanea gli ftalati oltrepassano la barriera lipidica della superficie cutanea ed entrano così nei capillari dermici. Ma sono necessarie ulteriori ricerche per dimostrare i potenziali effetti sulla salute umana dell'esposizione agli ftalati attraverso questo percorso.

Nell'Unione Europea sono state stabilite restrizioni alla presenza di ftalati negli oggetti di uso corrente soprattutto destinati ai bambini e, recentemente,

la restrizione è stata estesa a tutti gli articoli e beni di consumo (compresi gli articoli di moda) che contengono parti in plastica (Regolamento (UE) n. 2018/1513 (Commissione dell'Unione Europea, 2018).

Molte sostanze chimiche pericolose utilizzate nella fabbricazione di prodotti tessili sono dannose sia per l'ambiente che per le persone; il 20 % dell'inquinamento complessivo delle acque pulite è causato da tinture e sostanze chimiche utilizzate dall'industria tessile; le sostanze chimiche altamente tossiche, ad esempio le sostanze per- e polifluoroalchiliche (PFAS), continuano a svolgere un ruolo di primo piano nella produzione tessile; le PFAS sono presenti nei prodotti tessili considerati di uso essenziale, ad esempio negli indumenti di sicurezza; molti prodotti venduti ai consumatori non sono in linea con la normativa dell'UE sulle sostanze chimiche (Regolamento UE concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH)).

Il briefing Textiles in Europe's Circular Economy (EEA, 2019) e il relativo rapporto ETC Textiles and the Environment in a Circular Economy (ETC/WMGE, 2019) hanno evidenziato gli impatti ambientali significativi del settore, classificando il tessile al quarto posto in termini di utilizzo di materie prime e acqua, dopo cibo, alloggi e trasporti, e il quinto per le emissioni di gas serra (GHG)(12).

Le microfibre

I tessuti perdono microfibre durante la fabbricazione, l'uso, lo smaltimento, ma soprattutto durante il lavaggio, contaminano l'aria esterna e degli ambienti

interni e sono diffuse nei mari di tutto il mondo, nei sedimenti, nella biomassa e nelle acque dolci.

Le microfibre sono definite come "particelle con un diametro inferiore a 50 µm, una lunghezza compresa tra 1 µm e 5 mm ed un rapporto lunghezza/diametro superiore a 100"(13).

Le microfibre di plastica sono le più diffuse nell'ambiente: sono state ritrovate sui ghiacciai e sulle Alpi (poliesteri, poliammide, polietilene e polipropilene).

L'inhalazione di fibre microplastiche è stata associata a infiammazione interstiziale e bronchiale nei lavoratori; studi di esposizione in organi alveolari e delle vie aeree umane e murine suggeriscono che i componenti che si lisciviano dal nylon 6,6 possano danneggiare in particolar modo le vie aeree in via di sviluppo e/o le vie aeree in fase di riparazione(14).

Acqua

I processi di produzione tessile che comportano l'abrasione, il lavaggio domestico dei vestiti (15) e l'uso di asciugatrici elettriche generano meccanicamente microfibre plastiche che si disperdono nelle acque reflue e raggiungono i mari.

Secondo uno studio del 2016, oltre 700.000 fibre potrebbero essere rilasciate da un carico medio di lavaggio di 6 kg di tessuto acrilico(16). Considerando che il rilascio di microplastiche è dovuto al lavaggio dei tessuti in tutto il mondo, la quantità totale di microplastiche rilasciate negli oceani è stimata tra 0.2 e 0.5 milioni di tonnellate all'anno. Poiché la maggior parte delle microfibre viene rilasciata le prime volte che i tessuti vengono lavati, la FF contribuisce ad elevati livelli di rilascio perché i capi di abbigliamento vengono usati per un breve periodo e poi cambiati, e perché,

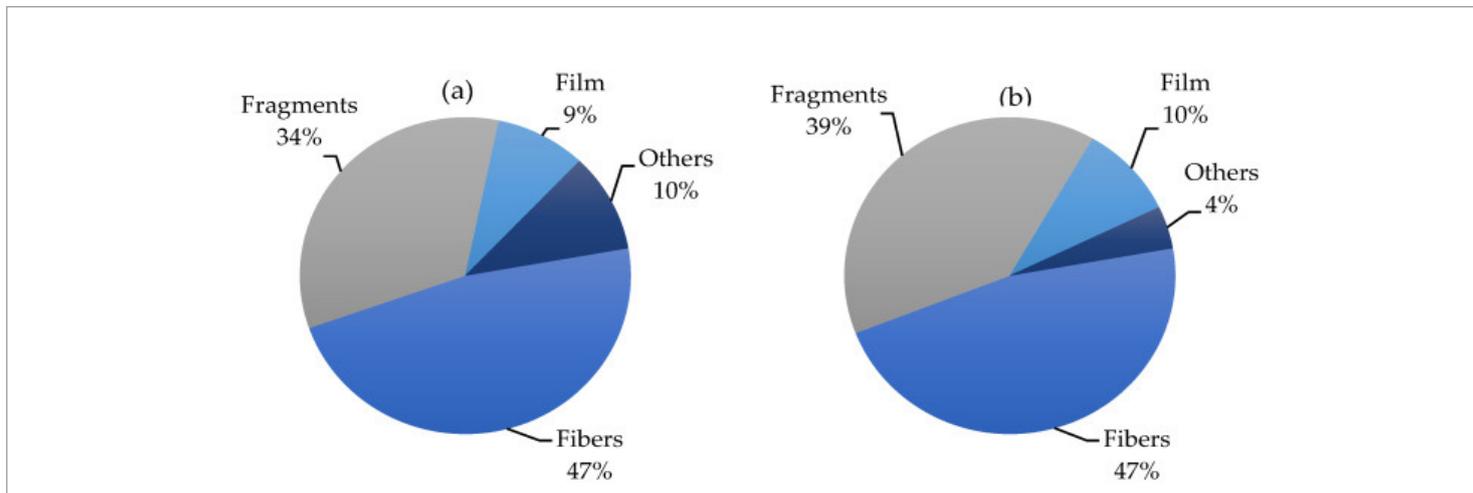
per la bassa qualità, tendono ad usarsi rapidamente(17).

Lunghi cicli di lavaggio, temperature di lavaggio elevate, l'uso di detersivo in polvere, l'uso di lavatrici con carico dall'alto e alcuni tipi di tessuto come il pile (18) aumentano il rilascio di microfibre dai tessuti, mentre l'uso di ammorbidente lo riduce(19). Inoltre esistono in commercio lavatrici con filtri in grado di trattenere le microfibre.(20)

Gli effluenti degli impianti di depurazione rappresentano un percorso critico per l'ingresso delle microplastiche negli ecosistemi acquatici. Un impianto di trattamento dei liquami di nuova generazione può rimuovere fino al 99% delle microfibre dall'acqua, ma poiché un carico di bucato può produrre milioni di fibre, l'acqua che viene riversata nei fiumi e nei laghi, sebbene trattata, ne contiene ancora una quantità rilevante, in grado di contaminare gli organismi marini(21). I fanghi di depurazione possono accumulare fino al 98% di microplastiche(22) la maggior parte delle quali è presente sotto forma di microfibre(23), e poiché possono essere utilizzati come fertilizzante, rappresentano una potenziale fonte di contaminazione dei terreni agricoli(24).

Le microfibre provenienti dal lavaggio dei vestiti sono la principale fonte di microplastiche primarie negli oceani e contribuiscono fino al 90% della massa totale di plastica negli impianti di trattamento delle acque reflue (25-26).

Tuttavia, anche l'esposizione dei tessuti ai raggi UV solari contribuisce al degrado e alla frammentazione delle fibre tessili. I frammenti di microfibre sintetiche, generati dalla frammentazione meccanica o degradativa da parte della radiazione UV solare, sono infatti abbondanti nei sedimenti oceanici e d'ac-



Grafici a torta che mostrano l'abbondanza relativa (%) di fibre, frammenti, film e altre forme (ad esempio, sfere, pellet, fogli) nei dati della letteratura a livello globale nel biota (a) e nell'acqua (b) del Mar Mediterraneo (voce bibliografica n. 30)

qua dolce e nella biomassa (27).

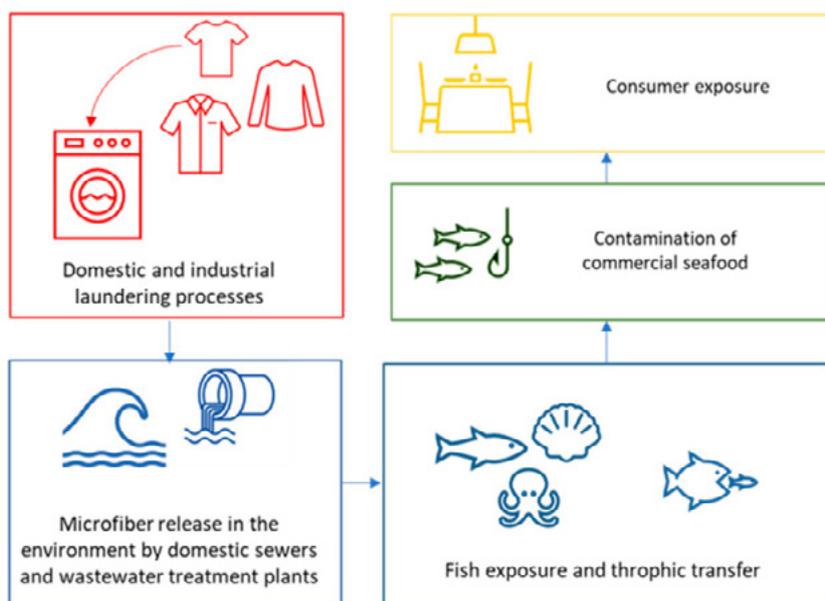
Un ruolo di rilievo nella contaminazione da microplastiche e microfibre è attribuito al *fallout* atmosferico (28).

Le microfibre sono il tipo più diffuso di particelle antropogeniche nell'oceano, spesso rappresentando l'80-90% delle microplastiche campionate (29-30). Le fibre di poliestere (PET) e nylon (PA), utilizzate prevalentemente nei tessuti,

affondano nell'acqua di mare e sono, pertanto, sottorappresentate nel campionamento delle acque superficiali.

Nel Mar Mediterraneo le microfibre rappresentano circa il 40 % (range 1,6-85,9%) dei frammenti di dimensioni micrometriche di acque e fondali marini (31). A causa delle loro piccole dimensioni e dell'ampia distribuzione, le microfibre che contaminano i mari possono esse-

re ingerite da pesci pelagici o bentonici catturati in natura, da specie d'allevamento e dai frutti di mare entrando così nella catena alimentare. Le cozze sono state proposte come bioindicatori, considerando la correlazione positiva tra la concentrazione di microplastiche nell'acqua circostante e i bivalvi, la loro ampia distribuzione, la bassa mobilità e la rilevanza commerciale.



Voce bibliografica(32). Trasferimenti di microfibre attraverso la rete alimentare marina e l'esposizione umana.

Aria

Le microfibre rappresentano la maggiore componente della plastica in atmosfera (92%), sono respirabili e abbastanza piccole da penetrare profondamente nel polmone umano, dove si accumulano e dove sono state rilevate fibre di lunghezza fino a 250 µm(33-34). Le microfibre sono presenti nell'aria esterna, ma ancor di più nell'aria interna delle abitazioni (35). Il trasporto globale di fibre microplastiche attraverso l'atmosfera porta ad una distribuzione mondiale di queste particelle e ai rischi per la salute associati, anche in alcune delle parti più remote della terra (36).

Le microfibre di natura plastica nelle abitazioni si liberano prevalentemente dagli abiti e dai tessuti di arredamento come le *moquettes* e i tappeti. Uno studio australiano ha dimostrato che i tassi di deposizione di fibre microplastiche nelle abitazioni variavano da 22 a 6169 fibre/m²/giorno. La polvere depositata era composta per il 99% da fibre di cui il 39% era a base petrolchimica, ed erano prevalenti nelle abitazioni che avevano *moquettes*; la media annua delle MP inalate è stata di 12.891 +/- 4472 fibre / anno, il tasso di ingestione ed inalazione indoor era maggiore per i bambini piccoli (37).

Un gran numero di microfibre viene ingerito durante i pasti attraverso le fibre contenute nella polvere domestica, che ricade sui cibi e li contamina (38).

Conclusioni

A lato dei provvedimenti di natura normativa per la riduzione dell'impatto ambientale e sanitario determinato dai tessuti sintetici, in capo alle autorità politiche, ognuno può fare la sua parte controllando la composizione in l'etichetta all'atto dell'acquisto di abiti

e tessuti, e scegliendo esclusivamente fibre naturali come ad esempio cotone, possibilmente biologico, seta, lana, prodotti durevoli di buona qualità, resistendo alle pressioni pubblicitarie che inducono all'acquisto di nuovi abiti. La pulizia dell'abitazione con panno umido per rimuovere la polvere e la frequente aereazione dei locali può ridurre la presenza di microplastiche e microfibre ambientali.

Bibliografia

- 1) DO CLOTHES MAKE US SICK? FASHION, FIBERS AND HUMAN HEALTH. Plastic soup foundation
- 2) obsolescenza programmata nell'Enciclopedia Treccani.
- 3) "Consumati. Da cittadini a clienti" B. R. Barber. Einaudi, 2010.
- 4) The global environmental injustice of fast fashion Rachel Bick, Erika Halsey, Christine C. Ekenga. December 2018 *Envir. Health* 17(1)DOI:10.1186/s12940-018-0433-7.
- 5) [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/633143/EPRS_BRI\(2019\)633143_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/633143/EPRS_BRI(2019)633143_EN.pdf).
- 6) L'impatto della produzione e dei rifiuti tessili sull'ambiente | Tematiche | Parlamento europeo (europa.eu). Data di pubblicazione: 29-12-2020 Ultimo aggiornamento: 27-03-2024 -
- 7) Fast fashion, la moda ultrarapida che distrugge il pianeta | Greenpeace Italia.
- 8) Bick R, Halsey E, Ekenga CC. The global environmental injustice of fast fashion. *Environ Health*. 2018 Dec 27;17(1):92. doi: 10.1186/s12940-018-0433-7. PMID: 30591057; PMCID: PMC6307129.
- 9) Il deserto di Atacama in Cile è diventato una discarica di fast fashion (nationalgeographic.com)
- 10) https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/ip_22_2013.
- 11) Aldegunde-Louzao N, Lolo-Aira M, Herrero-Latorre C. Phthalate esters in clothing: A review. *Environ Toxicol Pharmacol*. 2024 Jun;108:104457. doi: 10.1016/j.etap.2024.104457. Epub 2024 Apr 25. PMID: 38677495.
- 12) Rapporto Eionet - ETC/CE 2022/1.
- 13) Liu J., Yang Y., Ding J., Zhu B., Gao W. Microfibers: A preliminary discussion on their definition and sources. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2019;26:29497-29501.

- doi: 10.1007/s11356-019-06265-w.
- 14) Shanshan Song, Fransien van Dijk, Barbro et al. Inhalable Textile Microplastic Fibers Impair Airway Epithelial Differentiation *Am J Respir Crit Care Med*. 2024 Feb 15;209(4):427-443. doi: 10.1164/rccm.202211-2099OC.
- 15) Le LT, Nguyen KN, Nguyen PT, Duong HC, Bui XT, Hoang NB, Nghiem LD. Microfibers in laundry waste water: Problem and solution. *Sci Total Environ*. 2022 Dec 15;852:158412. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.158412. Epub 2022 Aug 30. PMID: 36055511
- 16) Napper IE, Thompson RC. Release of synthetic microplastic plastic fibres from domestic washing machines: Effects of fabric type and washing conditions. *Mar Pollut Bull*. 2016 Nov 15;112(1-2):39-45. doi: 10.1016/j.marpolbul.2016.09.025. Epub 2016 Sep 26. PMID: 27686821.
- 17) Microplastics from textiles: towards a circular economy for textiles in Europe — European Environment Agency (europa.eu).
- 18) Carney Almroth BM, Åström L, Roslund S, Petersson H, Johansson M, Persson NK. Quantifying shedding of synthetic fibers from textiles; a source of microplastics released into the environment. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2018 Jan;25(2):1191-1199. doi: 10.1007/s11356-017-0528-7. Epub 2017 Oct 28. PMID: 29081044; PMCID: PMC5766707
- 19) De Falco F, Gullo MP, Gentile G, Di Pace E, Cocca M, Gelabert L, Brouta-Agnés M, Rovira A, Escudero R, Villalba R, Mossotti R, Montarsolo A, Gavignano S, Tonin C, Avella M. Evaluation of microplastic release caused by textile washing processes of synthetic fabrics. *Environ Pollut*. 2018 May;236:916-925. doi: 10.1016/j.envpol.2017.10.057. Epub 2017 Oct 27. PMID: 29107418.
- 20) Belzagui F, Gutiérrez-Bouzán C, Carrillo-Navarrete F, López-Grimau V. Sustainable Filtering Systems to Reduce Microfiber Emissions from Textiles during Household Laundering. *Polymers (Basel)*. 2023 Jul 12;15(14):3023. doi: 10.3390/polym15143023. PMID: 37514412; PMCID: PMC10383179.
- 21) Singh RP, Mishra S, Das AP. Synthetic microfibers: Pollution toxicity and remediation. *Chemosphere*. 2020 Oct;257:127199. doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.127199. Epub 2020 May 25. PMID: 32480092.
- 22) Gies E.A., LeNoble J.L., Noël M. Retention of microplastics in a major secondary

- waste water treatment plant in Vancouver, Canada. *Mar. Pollut. Bull.* 2018;133:553–561
- 23) Petroody S.S.A., Hashemi S.H., van Gestel C.A.M. Transport and accumulation of microplastic through wastewater treatment sludge processes. *Chemosphere.* 2021;278:130471.
 - 24) Koyuncuoğlu P, Erden G. Sampling, pre-treatment, and identification methods of microplastics in sewage sludge and their effects in agricultural soils: a review. *Environ Monit Assess.* 2021 Mar 10;193(4):175. doi: 10.1007/s10661-021-08943-0. PMID: 33751247.
 - 25) Gaylarde C, Baptista-Neto JA, da Fonseca EM. Plastic microfibre pollution: how important is clothes' laundering? *Heliyon.* 2021 May 25;7(5):e07105. doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e07105. PMID: 34095591; PMCID: PMC8167216.
 - 26) Liu J, Yang Y, Ding J, Zhu B, Gao W. Microfibers: a preliminary discussion on their definition and sources. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2019 Oct;26(28):29497–29501. doi: 10.1007/s11356-019-06265-w. Epub 2019 Aug 23. PMID: 31444725.
 - 27) Environmental effects of stratospheric ozone depletion, UV radiation, and interactions with climate change: UNEP Environmental Effects Assessment Panel, Update 2021 - PMC (nih.gov)
 - 28) Dris R, Gasperi J, Saad M, Mirande C, Tassin B. Synthetic fibers in atmospheric fallout: A source of microplastics in the environment? *Mar Pollut Bull.* 2016 Mar 15;104(1-2):290-3. doi: 10.1016/j.marpolbul.2016.01.006. Epub 2016 Jan 17. PMID: 26787549.
 - 29) Suaria G, Achtypi A, Perold V, Lee JR, Pierucci A, Bornman TG, Aliani S, Ryan PG. Microfibers in oceanic surface waters: A global characterization. *Science Advances.* 2020;6(23):eaay8493. doi: 10.1126/sciadv.aay8493
 - 30) Gago J, Carretero O, Filgueiras A, Viñas L. Synthetic microfibers in the marine environment: A review on their occurrence in seawater and sediments. *Marine Pollution Bulletin.* 2018;127:365–376. doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.11.070.
 - 31) Santini S, De Beni E, Martellini T, Sarti C, Randazzo D, Ciraolo R, Scopetani C, Cincinelli A. Occurrence of Natural and Synthetic Micro-Fibers in the Mediterranean Sea: A Review. *Toxics.* 2022 Jul 13;10(7):391. doi: 10.3390/toxics10070391. PMID: 35878296; PMCID: PMC9320265.
 - 32) Santonicola S, Volgare M, Cocca M, Dorigato G, Giaccone V, Colavita G. Impact of Fibrous Microplastic Pollution on Commercial Seafood and Consumer Health: A Review. *Animals (Basel).* 2023 May 24;13(11):1736. doi: 10.3390/ani13111736. PMID: 37889673; PMCID: PMC10252135
 - 33) Landrigan PJ et al.. The Minderoo-Monaco Commission on Plastics and Human Health. *AnnGlobHealth.* 2023 Mar 21;89(1):23. doi: 10.5334/aogh.4056. Erratum in: *AnnGlobHealth.* 2023 Oct 11;89(1):71. doi: 10.5334/aogh.4331. PMID: 36969097; PMCID: PMC10038118.
 - 34) Boccia P, Mondellini S, Mauro S, Zanelato M, Parolini M, Sturchio E. Potential Effects of Environmental and Occupational Exposure to Microplastics: An Overview of Air Contamination. *Toxics.* 2024 Apr 28;12(5):320. doi: 10.3390/toxics12050320. PMID: 38787098; PMCID: PMC11125735.
 - 35) Dris R, Gasperi J, Mirande C, Mandin C, Guerrouache M, Langlois V, Tassin B. A first overview of textile fibers, including microplastics, in indoor and outdoor environments. *EnvironPollut.* 2017 Feb;221:453-458. doi: 10.1016/j.envpol.2016.12.013. Epub 2016 Dec 16. PMID: 27989388.
 - 36) Allen, S., D. Allen, V.R. Phoenix, G. Le Roux, P. DurántezJiménez, A. Simonneau, S. Binet, and D. Galop, 2019. Atmospheric transport and deposition of microplastics in a remote mountain catchment. *Nature Geoscience.* 12(5): p. 339.
 - 37) Soltani NS, Taylor MP, Wilson SP. Quantification and exposure assessment of microplastics in Australian indoor housedust. *EnvironPollut.* 2021 Aug15;283:117064. doi: 10.1016/j.envpol.2021.117064. Epub 2021 Apr 1. PMID: 33862344.
 - 38) Catarino AI, Macchia V, Sanderson WG, Thompson RC, Henry TB. Low levels of microplastics (MP) in wild mussels indicate that MP ingestion by humans is minimal compared to exposure via household fibres fallout during a meal. *EnvironPollut.* 2018 Jun;237:675-684. doi: 10.1016/j.envpol.2018.02.069. Epub 2018 Mar 29. PMID: 29604577.

Annamaria Moschetti,
medico pediatra,
referente Associazione Culturale Pediatri
(ACP) per la Campagna nazionale
Prevenzione danni da plastica.
Maria Teresa Maurello,
medico specialista in Igiene e Medicina
preventiva, Epidemiologia e Sanità pubblica,
Presidente sezione aretina ISDE medici per
l'ambiente.
Maria Grazia Petronio,
medico specialista in Igiene e Medicina
preventiva, Epidemiologia e Sanità pubblica
e Nefrologia. Coordinatrice Campagna
nazionale di prevenzione dei danni alla salute
da esposizione alla plastica.