

## I PFAS, composti invisibili ma familiari

I PFAS sono composti ai più sconosciuti ma in realtà senza esserne coscienti ci conviviamo quotidianamente. Sempre più frequentemente questi composti stanno trovando spazio nelle cronache nazionali, ma in una Regione ben precisa del territorio italiano, il Veneto, la cittadinanza e le istituzioni li conoscono molto bene da tempo. Cosa sono? Quali rischi comportano? Da dove arrivano?

Il termine PFAS utilizzato per le sostanze perfluoroalchiliche, indica il gruppo di composti fluorurati ed importanti sottogruppi, quali surfattanti organici, (per) fluorurati e polimeri organici fluorurati, tra cui i più noti sono il PFOS e il PFOA; PFOS e PFOA sono gli acronimi rispettivamente di perfluorottano sulfonato e acido perfluorottanoico conosciuto come C8; il primo è il composto più importante tra i perfluorosulfonati e il secondo è il composto più importante tra le sostanze perfluorocarbossilate.

La presenza di numerosi atomi di fluoro conferisce ai composti perfluorurati particolari proprietà chimico-fisiche:

- il legame carbonio-fluoro con la sua alta energia di legame rende questi composti stabili sia chimicamente che termicamente;
- il loro basso punto di ebollizione e la debole tensione superficiale, uniti ai coefficienti di frizione particolarmente bassi, ad elevate viscosità ed a stabilità ai processi ossidativi, fanno sì che siano sostanze chimiche molto resistenti al calore;
- mostrano scarsa affinità nei confronti di altri composti organici ed inorganici, polari ed nonpolari;
- per quanto noto in letteratura, sono resistenti all'idrolisi, alla fotolisi, alla biodegradazione e non vengono metabolizzati dagli organismi viventi;

I PFAS sono pertanto composti estremamente stabili e resistenti alla degradazione e sono stati ritrovati in molte matrici ambientali in tutto il mondo.

Grazie alle proprietà sopra elencate, a partire dal loro sviluppo alla fine degli anni '40, le sostanze chimiche fluorurate sono state utilizzate in quantità sempre maggiore in campi strategici di applicazione industriale, garantendo alle ditte produttrici una vasta gamma di articoli e preparati ad alto profitto economico. Si tratta di sostanze che sono state riconosciute come elementi chiave nell'ambito delle scienze dei materiali tecnologicamente avanzati.

Il campo di applicazione di tali composti è vastissimo, oltre ogni immaginazione; se ne fornisce qualche esempio pratico soltanto per dare la percezione di quanto nella nostra vita quotidiana siamo continuamente vicini a prodotti che hanno a che fare con i PFAS.

Una vastissima applicazione riguarda le schiume antincendio, i ritardanti di fiamma e gli ignifughi addizionati a moquette, stoffe per sedie o divani, pavimenti acrilici e superfici di rivestimento nei locali pubblici. Ma le applicazioni comprendono anche la sensoristica, le applicazioni biomediche, le tinture, i lubrificanti, i prodotti per la pulizia di tappeti, pelle e tappezzeria, le pellicole antiaderenti nei contenitori per cibo (come ad esempio quelli dei fast food o delle pizze da asporto), la produzione delle superfici antiaderenti (per esempio per le padelle teflonate), l'applicazione in tessuti traspiranti ed idrorepellenti come i tessuti di abbigliamento tecnico da montagna (il famoso marchio Goretex). Ed ancora vengono utilizzati in shampoo e dentifrici, negli ombretti waterproof, nelle chiusure lampo e così via.

E' pertanto conseguenza inevitabile che i PFAS si trovino nell'ambiente, ma, come ragionevole, è importante sottolineare che tutti i composti per-fluorurati ritrovati nell'ambiente hanno un'origine antropica, ovvero da attività legate alle attività della specie umana.

I PFAS sono composti:

- mobili, perché parzialmente solubili in acqua
- persistenti e bioaccumulabili
- difficili da distruggere e da rimuovere dalle acque
- innumerevoli; attualmente esistono oltre 4.700 diversi PFAS.

Alcuni studi testimoniano tempi di emivita (ovvero il tempo che è richiesto per diminuire del 50% la concentrazione) per il PFOS di circa 9 anni e per il PFOA tempi di metabolizzazione di circa 4-5 anni. Diversamente, i PFAS a catena più corta come PFBA e PFBS, pur avendo una persistenza ambientale simile ai loro analoghi a catena lunga, hanno un potenziale di bioaccumulo molto minore negli organismi animali e nell'uomo (dell'ordine dei giorni anziché degli anni) (ovvero vengono eliminati più rapidamente dall'organismo o non vengono assorbiti?).

Questo è il motivo per cui negli ultimi anni le aziende produttrici in tutto il mondo hanno iniziato progressivamente a sostituire i primi composti a catena lunga (come PFOA e PFOS) con quelli a catena corta, sia volontariamente che a seguito di disposizioni normative.

La 3M produsse PFAS nel sito di Cottage Grove, Minnesota, dalla fine del 1940 fino al 2002. Durante questo periodo il PFOA fu immesso nell'aria e nelle acque del fiume Mississippi dove confluivano direttamente anche le acque reflue dall'impianto di produzione; il sito comprendeva anche un'area di addestramento dei vigili del fuoco dove venivano testate le schiume anti-incendio a base di PFAS. Le falde acquifere risultarono successivamente contaminate da PFOS e PFOA.

L'impianto della Dupont a Parkesburg, West Virginia, rilasciò per anni PFAS nell'ambiente. All'inizio degli anni 2000 si scoprì che la Dupont aveva taciuto per decenni sulla pericolosità dei PFAS, omettendo di fornire le informazioni sulla loro tossicità alle autorità governative degli USA. Fu intrapresa una *class-action* che portò all'erogazione di una multa alla multinazionale di circa 300 Milioni di dollari. Nel 2009 la DuPont fu anche costretta ad applicare filtri all'acquedotto pubblico per ridurre le concentrazioni di PFOA al di sotto dei limiti previsti dall'agenzia americana EPA, nonché a rifornire i proprietari di pozzi privati contaminati nell'area di acqua minerale fino al completamento dell'allacciamento con l'acquedotto pubblico. Su questo specifico inquinamento è stato anche realizzato nel 2019 il film "Cattive acque" (*Dark Waters*) diretto da Todd Haynes.

Questi sono comunque soltanto 2 dei molti inquinamenti rilevati negli Stati Uniti; ma qual'è la situazione in Italia?

Nel 2006 il Progetto Europeo PERFORCE avviò un'indagine per stabilire la presenza di perfluoroderivati nelle acque e sedimenti dei maggiori fiumi europei, dalla quale risultò che il fiume Po presentava le concentrazioni massime di acido perfluorooctanoico (PFOA) tra i fiumi europei. Questa scoperta iniziale venne confermata e approfondita da successive indagini sperimentali in altre zone del bacino del Po effettuate da istituti di ricerca come il Joint Research Centre di Ispra e l'IRSA CNR.

L'evidenza di una situazione di potenziale pericolo ecologico e sanitario nel bacino del fiume Po' ha portato nel 2011 alla stipula di una convenzione tra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e l'Istituto di Ricerca sulle Acque CNR per la realizzazione di uno studio del rischio ambientale e sanitario

associato alla contaminazione da sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) nel bacino del Po e nei principali bacini italiani. Tale progetto, della durata di due anni e terminato nel 2013 e ha rappresentato il primo studio completo sulla distribuzione e le sorgenti dei composti perfluorurati nei principali bacini italiani e sugli eventuali rischi connessi alla loro presenza.

Nel corso delle campagne di misura sui principali bacini idrici italiani, attività previste da un Ente di ricerca del CNR in accordo con il Ministero dell'Ambiente, sono stati effettuati dei test di monitoraggio in corpi idrici superficiali e su reflui industriali e di depurazione del reticolo idrografico della provincia di Vicenza, in particolare nel Distretto Industriale di Valdagno e della Valle del Chiampo dove è localizzato il più importante distretto tessile e conciario italiano ma specialmente lo stabilimento di fluorocomposti della Miteni SpA (ubicato a Trissino, attualmente chiuso perché in fallimento dopo passaggi di proprietà poco chiari). Contestualmente alle acque superficiali, durante l'ultimo campionamento sono stati prelevati campioni di acqua potabile in più di 30 comuni prevalentemente della provincia di Vicenza, oltre a comuni limitrofi nelle province di Padova e Verona. Da anni ormai è in corso un vasto studio epidemiologico sulla popolazione veneta in merito agli eventuali danni causati dai PFAS nelle acque potabili e sono nati diversi comitati che chiedono chiarezza e trasparenza sul tema, tra cui le "mamme NO PFAS".

Anche lo stabilimento di Spinetta Marengo (AL), nato agli inizi del Novecento dalla Montecatini e acquisito successivamente dalla Solvay, nel corso degli anni è stato sede di vari tipi di produzioni, molte di queste incentrate sulla chimica del fluoro e che possono avere impattato sulla presenza dei PFAS nel Fiume Po.

L'esposizione umana ai PFAS è legata principalmente alla loro ingestione ed è associata con numerosi effetti sulla salute nelle popolazioni servite da acqua potabile inquinata da tali composti o nei lavoratori esposti durante le varie fasi produttive. Il rapporto dell'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA) "Rischi chimici emergenti in Europa – PFAS" presenta una panoramica dei rischi noti e potenziali per la salute umana e per l'ambiente in Europa causati da sostanze alchiliche perfluorurate (PFAS). Le persone sono principalmente esposte a PFAS attraverso acqua potabile, imballaggi per alimenti e alimenti stessi, polvere, creme e cosmetici, tessuti rivestiti in PFAS o altri prodotti di consumo; il rapporto dell'EEA avverte che, a causa dell'elevato numero di PFAS, è un compito difficile e dispendioso in termini di tempo valutare e gestire i rischi per queste sostanze, il che può portare a un inquinamento diffuso e irreversibile.

Gli studi dei danni sulla salute umana sono relativamente recenti, ma soprattutto sono resi complessi dalla continua produzione di nuovi composti appartenenti a questa famiglia; pertanto, se per esempio si è certi che i composti a catena corta hanno un bioaccumulo molto minore nell'uomo, non è ancora certo che siano meno impattanti sulla salute. Ai PFOA e PFOS (i primi e più utilizzati composti a catena lunga) sono di contro associati effetti sul metabolismo, sospetta cancerogenicità, effetti sui feti, sulla tiroide ed altri gravi disturbi.

Negli USA alcuni Stati, tra cui il Minnesota e il New Jersey, hanno già da tempo emesso limiti specifici per tali sostanze e la Environmental Protection Agency (EPA) ha sviluppato un programma di prevenzione. In Europa la Convenzione di Stoccolma li ha inseriti nei POP's (*Persistent Organic Pollutants*) da tempo, in Italia sono stati emessi nel 2015 e nel 2016 decreti normativi specifici riguardanti la qualità delle acque superficiali e delle acque di falda, includendo limiti anche per tali sostanze. In Veneto esistono limiti anche più restrittivi vista la situazione di inquinamento conclamato in alcune zone ben definite.

Ad oggi non esistono invece limiti nazionali italiani nelle acque di scarico, ma soltanto limiti locali nel Veneto. Per altro non esiste ancora neanche una legislazione europea armonizzata sulla presenza dei PFAS nelle acque potabili né nelle acque di scarico; questo è legato sia alla complessità delle valutazioni in merito agli

effetti sulla salute, sia, nel caso delle acque di scarico, all'assenza di tecnologie universalmente efficaci e sostenibili economicamente per eliminare i PFAS negli impianti di depurazione.

Peraltro esiste un problema più ampio a monte: questi composti sono ad oggi insostituibili nelle loro applicazioni. La ricerca sui materiali porta a creare sempre nuove varianti all'interno della famiglia e questo rende difficile ogni valutazione sul lungo termine in merito al bioaccumulo e alla pericolosità; la situazione è resa ancora più complessa dalla certezza che, mentre il mondo produttivo sostituisce e sostituirà nel tempo i composti perfluorurati più pericolosi e persistenti, quelli accumulati in decine di anni nei rifiuti depositati nelle discariche, verranno rilasciati ancora per lungo tempo nei liquidi di percolazione (i cosiddetti percolati di discarica) che necessitano pertanto di adeguati ed efficaci trattamenti al fine di non rilasciarli nell'ambiente; a questo proposito sono state compiute sperimentazioni in Lombardia e in Veneto che hanno comunque dato risultati tecnicamente confortanti, ma che naturalmente richiedono sforzi economici aggiuntivi per chi volesse eseguirne la depurazione.

E' quindi importante definire priorità e programmi per affrontare la problematica seriamente e serenamente, coinvolgendo le diverse professionalità, dagli epidemiologi agli ingegneri, dai chimici alla classe politica.

Perché se è vero che le acque potabili possono essere efficacemente trattate con batterie di filtri a carboni attivi granulari, ovviamente non senza costi aggiuntivi per i gestori, è vero che non ha alcun senso parlare di "limite zero" per queste sostanze nell'ambiente dal momento che quotidianamente se ne immettono tonnellate nel sistema produttivo mondiale e non sembra al momento possibile sostituirli con altri composti. Siamo disposti a rinunciare alla carta anti-aderente, ai tessuti tecnici impermeabili, alle creme waterproof, alle padelle antiaderenti? La chimica ci migliora la vita quotidiana, ma se non viene governata può costituire un rischio per la salute. Occorre trovare un continuo equilibrio ed una seria collaborazione fra le diverse professionalità ma principalmente bisognerebbe avere un protocollo di verifica epidemiologica e di impatto ambientale per ogni nuovo composto creato per rispondere alle esigenze sempre rinnovate della vita umana moderna.

L'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bergamo ha in progetto a breve la organizzazione di un seminario dove farà il punto della situazione su questa tematica con illustri relatori di Istituzioni pubbliche ed Enti privati. Non perdetelo.