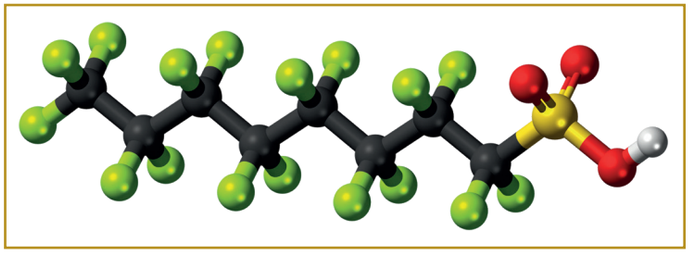
Author/Autore
Elena Marcheggiani
NORMACHEM

Understanding PFAS: chemistry, risks, and perspectives

In today's world in general, and in the world of paints in particular, a famous chemical family is widely used: PFAS.
PFAS is an acronym that stands for perfluoroalkyl substances, characterized by carbon-fluorine bonds. The peculiarity of this family of molecules lies precisely in this bond, which is one of the strongest in organic chemistry. Thanks to their structure, in fact, this type of compound has very high technical perfomance, including, just to name a few, great thermal stability and resistance to corrosion.
However, it is precisely this bond that also determines a number of PFAS-related properties of concern. The main one is the extreme persistence of the molecules in the environment.
Perfluoroalkyl compounds resist environmental degradation due to their extremely stable bonds.
Closely related to the persistence concern, there is also the extreme mobility of PFAS in the environment. There is a lot of scientific evidence that shows that traces of PFAS are found far away from the source of their emission. PFAS have been frequently observed in soil, groundwater, and surface water contamination.
Many perfluoroalkyl substances are also classified as hazardous to health: for example, reprotoxic compounds that can harm the foetus, or carcinogenic or endocrine disrupting compounds.
PFAS are therefore widely used molecules at a technical-scientific level, due to their special chemical properties, but which have led and continue to lead to a very high level of environmental pollution and enormous repercussions on human health.
Therefore, in the context of European legislation, but not only,



Comprendere i PFAS: chimica, rischi e prospettive

Nel mondo di oggi in generale, e nel mondo delle vernici in particolare, trova larghissimo impiego una famosa famiglia chimica: i PFAS.
PFAS è una sigla che sta per sostanze perfluoroalchiliche, caratterizzate da legami carbonio-fluoro. La peculiarità di questa famiglia di molecole sta proprio in questo legame, che è uno dei più forti in chimica organica. Grazie alla loro struttura, infatti, questo tipo di composti ha performance tecniche elevatissime, tra cui, solo per elencarne alcune, grande stabilità termica e resistenza alla corrosione. Tuttavia, è proprio questo legame che va a determinare anche una serie di proprietà di concern (preoccupazione) legate ai PFAS. La principale è l'estrema persistenza delle molecole nell'ambiente.
I composti perfluoroalchilici resistono infatti alla degradazione ambientale grazie ai loro legami estremamente stabili. Strettamente collegato al concern di persistenza, vi è anche l'estrema mobilità dei PFAS nell'ambiente. Vi sono diverse evidenze scientifiche che dimostrano che tracce di PFAS vengono ritrovate molto lontano dalla fonte di emissione degli stessi. I PFAS sono stati frequentemente osservati nella contaminazione del suolo, delle acque sotterranee e delle acque superficiali.
Molte sostanze perfluoroalchiliche sono inoltre classificate come pericolose per la salute: si tratta per esempio di composti tossici per la riproduzione in grado di danneggiare il feto, o ancora composti cancerogeni o interferenti endocrini.
I PFAS sono dunque molecole largamente usate a livello tecnico-scientifico, in ragione delle loro speciali proprietà chimiche, ma che hanno portato e continuano a portare a un livello di inquinamento ambientale altissimo e ad enormi ripercussioni sulla salute umana.

these substances have been and continue to be monitored in order to limit their manufacture, use and placing on the market. To date, several European regulations establish prohibitions or restrictions in relation to PFAS, however, the provisions currently in force in Europe always concern specific chemical families of PFAS. For example, the Persistent Organic Pollutants (POPs) Regulation (EU) 2019/1021 imposes bans

on perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA), perfluorohexanesulfonic acid (PFHxS), their derivatives and related compounds. Regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH), on the other hand, imposes restrictions in relation to the manufacture, use and placing on the market of linear and branched perfluorocarboxylic acids with specific carbon chain lengths and related compounds.

Certainly, it is crucial to point out that, as of today, Europe is not standing still. It is no longer enough, in fact, to limit individual families of compounds to deal with the concern brought by PFAS.

It was considered necessary for five European Member States (Germany, Denmark, Holland, Norway, Sweden) to submit a proposal for a restriction on the manufacture, use or placing on the market of all perfluoroalkyl compounds.

Regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH) in Europe regulates the world of chemical products, as substances, mixtures and articles, in a horizontal way, giving specific provisions that aim to protect human health and the environment. One of the tools that the Regulation uses are precisely restrictions, such as the one currently proposed for all PFAS.

The group of substances impacted by the proposed restriction is defined in such a way as to include virtually all per and polyfluoroalkyl compounds. Individual families of PFAS will no longer be referenced, but all types of compounds, including polymers, will be affected. If the restriction proposal

Pertanto, nel contesto della normativa europea, ma non solo, queste sostanze sono state e continuano ad essere attenzionate al fine di limitarne la fabbricazione, l'uso e l'immissione sul mercato. Ad oggi, diverse normative europee stabiliscono dei divieti o delle restrizioni in relazione agli PFAS, tuttavia le disposizioni ad oggi in vigore in Europa riguardano sempre specifiche famiglie chimiche di PFAS. Per esempio, il Regolamento (UE) 2019/1021 sugli inquinanti organici persistenti (POPs) impone divieti relativamente all'acido perfluorottano sulfonato (PFOS), all'acido perfluoroottanoico (PFOA), all'acido perfluoroesansolfonico (PFHxS), i loro derivati e composti correlati. Il Regolamento (CE) n. 1907/2006 (REACH), invece, impone restrizioni in relazione alla fabbricazione, l'uso e l'immissione sul mercato di acidi perfluorocarbossilici lineari e ramificati con specifiche lunghezze della catena carboniosa e di composti ad essi correlati.

Sicuramente è fondamentale evidenziare che, ad oggi, l'Europa non si ferma. Non è più sufficiente, infatti, limitare singole famiglie di composti per fronteggiare il concern portato dagli PFAS. È stato ritenuto necessario, da parte di cinque Stati Membri Europei (Germania, Danimarca, Olanda, Norvegia, Svezia), presentare una proposta di restrizione legata alla fabbricazione, uso o immissione sul mercato di tutti i composti perfluoroalchilici. Il Regolamento (CE) n. 1907/2006 (REACH) in Europa norma in maniera orizzontale il mondo dei prodotti chimici, intesi come sostanze miscele e articoli, dando specifiche disposizioni che hanno lo scopo di proteggere la salute umana e l'ambiente. Uno degli strumenti di cui il Regolamento si serve sono proprio le restrizioni, come quella ad oggi proposta per tutti gli PFAS. Il gruppo di sostanze impattate dalla proposta di restrizione è definito in maniera tale da comprendere praticamente tutti i composti per e polifluoroalchilici. Non si farà più riferimento a singole famiglie di PFAS, ma saranno interessati tutti i tipi di composti, compresi i polimeri. Se la proposta di restrizione verrà accettata per come è stata formulata ad oggi, vi sarà un enorme impatto su moltissimi settori dell'industria.

Soffermandoci sul mondo delle pitture e vernici, sono usati principalmente fluoropolimeri e PFAS a catena corta, sia nel contesto delle vernici spray che a base acqua o solvente. Le caratteristiche dei PFAS che li rendono unici per tali usi riguardano la loro stabilità termica, la resistenza alla

is accepted as it stands today, it will have a huge impact on a large number of sectors of industry.
Focusing on the world of paints and varnishes, fluoropolymers and short-chain PFAS are mainly used, both in the context of spray paints and water-based or solvent-based paints. The characteristics of PFAS that make them unique for such uses include their thermal stability, corrosion resistance, flame retardant properties, durability, resistance to weather conditions, UV rays, stain resistance and dust prevention, wettability, dielectric properties. The wide use of these compounds is linked to their strong carbon-fluorine bond, but also to the fact that these molecules are often composed of two portions, one hydrophilic and one hydrophobic and that, therefore, they can act as surfactants, giving extremely oleophobic properties to the articles.
The main applications are related to the world of automotive, architecture or coatings for floors and surfaces. Among the most commonly used substances are PTFE (polytetrafluoroethylene), PVDF (polyvilidene fluoride), FEVE (fluoroethylene vinyl ether), FEP (propylene ethylene fluorinated), ECTFE (ethylene chlorotrifluoroethylene).
Fluoropolymers are typically added to coatings, paints, and varnishes to provide resistance to corrosion, weathering, abrasion, and scratches. Fluoropolymers also provide durability and UV protection. Short-chain PFAS in paints and varnishes reduce their surface tension, thereby improving wettability, leveling, and anti-sticking properties. Short-chain PFAS also impart oil and water repellency.
Since PFAS are still widely used compounds, in light of regulatory proposals, it becomes crucial for companies to map the presence of these substances within their products and evaluate safer technical alternatives. To date, numerous alternatives to polyfluoroalkyl and polyfluoroalkyl compounds, including non-fluorinated resins, have been investigated. Some non-fluorinated resins, such as those based on silicone, polyurethane (PU), polyester (PS), or acrylic, epoxy, and other resins, can be used as alternatives to PFAS-based binders in paints. Nonionic or anionic surfactants can be used as an alternative to fluorinated surfactants in household paints. Finally, sulfosuccinates can be used as wetting agents. These are just some of the alternatives that can be found in the literature.
It is therefore important for companies to be ready for the challenges that regulatory compliance presents daily, aware that Europe is moving to almost completely eliminate PFAS from the world of chemicals.

corrosione, la proprietà di ritardanti di fiamma, la durabilità, la resistenza alle condizioni atmosferiche, ai raggi UV, la resistenza alle macchie e prevenzione di polvere, la bagnabilità, le proprietà dielettriche. Il largo impiego di questi composti è legato al loro forte legame carbonio-fluoro, ma anche al fatto che spesso queste molecole sono composte di due porzioni, una idrofilica e una idrofobica e che, dunque, possono agire come tensioattivi, conferendo proprietà estremamente oleofobiche agli articoli.
Le applicazioni principali sono legate al mondo dell'automotive, dell'architettura o delle vernici per pavimenti e superfici. Tra le sostanze più usate vi sono PTFE (politetrafluoroetilene), PVDF (polivilidene fluoruro), FEVE (fluoroetilen vinil etere), FEP (propilene etilene florurato), ECTFE (etilene clorotrifluoroetilene).
I fluoropolimeri sono tipicamente aggiunti ai rivestimenti, alle pitture e alle vernici per fornire resistenza a corrosione, agenti atmosferici, abrasione e graffi.
I fluoropolimeri forniscono inoltre durabilità e protezione UV. I PFAS a catena corta nelle pitture e nelle vernici ne riducono la tensione superficiale, migliorando così la bagnabilità, il livellamento e le proprietà anti-incollaggio. I PFAS a catena corta conferiscono anche repellenza all'olio e all'acqua.
Poiché gli PFAS sono tutt'ora composti largamente usati, alla luce delle proposte normative, diventa fondamentale per le aziende mappare la presenza di queste sostanze all'interno dei loro prodotti e valutare alternative tecniche più sicure. Ad oggi sono state analizzate numerose alternative ai composti per e polifluoroalchilici, tra cui le resine non fluorurate. Alcune resine non fluorurate, come quelle a base di silicone, poliuretano (PU), poliestere (PS), o resine acriliche, epossidiche, e ancora altre, possono essere utilizzate come alternative ai leganti a base di PFAS nelle pitture. I tensioattivi non ionici o anionici possono essere utilizzati come alternativa ai tensioattivi fluorurati nelle pitture per uso domestico. I solfosuccinati, infine, possono essere utilizzati come agenti bagnanti. Queste sono solo alcune delle alternative che si possono trovare in letteratura.
È importante dunque, per le aziende, mostrarsi pronte alle sfide che la conformità regolatoria presenta quotidianamente, consapevoli che l'Europa si sta muovendo per eliminare pressoché totalmente i PFAS dal mondo della chimica.